

---

# Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Strategien für das dynamische Straßen- verkehrsmanagement

---

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Leif Fornauf**  
geboren in Offenbach am Main

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Fachgebiet  
Verkehrsplanung und  
Verkehrstechnik

Chair of Transport Planning  
and Traffic Engineering

Prof. Dr.-Ing.  
Manfred Boltze

Vom Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften der Technischen Universität Darmstadt zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation.

Referent:  
Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze  
Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke

Tag der Einreichung: 20.08.2015

Tag der mündlichen Prüfung: 05.10.2015

---

Herausgeber:

Technische Universität Darmstadt  
Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
Otto-Berndt-Str. 2  
64287 Darmstadt

[www.tu-darmstadt.de/verkehr](http://www.tu-darmstadt.de/verkehr)  
[fgvv@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:fgvv@verkehr.tu-darmstadt.de)

Schriftenreihe des Instituts für Verkehr  
Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
Heft V 33

ISSN 1613-8317

Darmstadt 2015

---

---

---

## Danksagung

---

Die Erstellung dieser Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne die wertvolle inhaltliche und moralische Unterstützung verschiedener Personen. Daher möchte ich allen Personen danken, die mir in dieser Hinsicht geholfen und dazu beigetragen haben, die Doktorarbeit anzufertigen.

Ein großes Dankeschön an Herrn Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze, der es mir nicht nur ermöglicht hat, zu promovieren und mich dabei immer unterstützt hat, sondern mir darüber hinaus das Vertrauen und die Chance gegeben hat, mich in vielen Projekten zu beweisen und meine interkulturellen Erfahrungen u. a. durch unsere gemeinsamen Vietnamaktivitäten auszubauen. In diesem Zusammenhang möchte ich auch Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke für seine wertvolle Co-Betreuung ganz herzlich danken.

Ein weiterer Dank gilt allen Interviewpartnern, die sich viel Zeit genommen haben und mir in zahlreichen Gesprächen ihre wertvolle Expertise zuteil haben kommen lassen. Ein großes und herzliches Dankeschön möchte ich Herrn Norbert Oetzel und Dorothea Schabarum aussprechen, die mich durch Korrekturlesen und anderen Tätigkeiten hervorragend unterstützt haben.

Weiterhin möchte ich meinen ehemaligen Kollegen vom HMWK sowie meinen vielen internationalen Kolleginnen und Kollegen aus China, Indien, Japan und Vietnam für deren konstruktive Beiträge und die vielen internationalen Doktorandenseminare danken.

Ein weiteres großes Dankeschön möchte ich an meine ehemaligen Kolleginnen und Kollegen Heiko Jentsch, Wolfgang Kittler, Axel Wolfermann, Nadine Roth, Sven Kohoutek, Nguyen Van Nam, Oytun Arslan, Fangming Dong und Friederike Chu richten, mit denen ich viele einprägsame und schöne Momente erleben durfte. Dies gilt natürlich und insbesondere auch für meine langjährigen Kolleginnen und Kollegen Nicole von Stetten, Philip Krüger, Owen Dieleman vom ZIV, Anja Zopf, Stefan Groer, Jessica Balluff, Frederik Rühl, Huynh Duc Nguyen, Moritz von Mörner, Karin Menges, Wei Jiang und Marc Lüke. Auch diesen Personen möchte ich meine Dankbarkeit für die tolle gemeinsame Zeit und wichtige Unterstützung aussprechen.

Natürlich gilt ein ganz lieber und großer Dank meinen Freunden und insbesondere meiner Familie, auf die ich mich immer und ausnahmslos verlassen kann. Ein liebes Dankeschön richte ich zunächst an meine Großmutter, die mich stets motiviert und unterstützt hat und sich sehr gewünscht hat, dass ich die Doktorarbeit abschließe. Leider war es ihr nicht mehr vergönnt, den erfolgreichen Abschluss meiner Promotion mitzuerleben. Besonders meiner lieben Schwester Irina danke ich nicht nur für das Korrekturlesen, sondern vielmehr für ihr beständiges und unermüdliches Zutrauen in meine Person und ihre Unterstützung. Meiner Mutter Sylvia danke ich ebenfalls ganz herzlich für ihren moralischen Beistand und ihr Verständnis, mich zeitweise nur noch sehr selten zu Gesicht bekommen zu haben.

Ein ganz herzliches Dankeschön an meine liebe Frau Sarah, die mir immer den Rücken freigehalten, mich nach besten Kräften unterstützt und enorm viel Verständnis aufgebracht hat, gerade in der Phase unserer Hochzeitsvorbereitungen. Dies bezieht sich nicht nur auf die Doktorarbeit, sondern auch auf meine zahlreichen Auslandsreisen, bei denen sie mich entbehren musste. Dies ist nicht selbstverständlich. Danke, dass du mir dies alles ermöglicht hast.

Einen letzten herzlichen und ganz besonderen Dank möchte ich meinem Vater widmen, welcher mich und meine Familie im Jahr 2013 viel zu früh verlassen hat. Er hat mich beständig und bei allem unterstützt und wäre ganz besonders stolz gewesen. Danke für alles, was er, und auch meine Mutter, für mich getan, mir ermöglicht und mir mit auf meinen Lebensweg gegeben haben.



---

## Kurzfassung

---

**Strategien** im dynamischen Verkehrsmanagement sind wichtig, um auf **schwer vorhersehbare** bzw. mehr oder **minder planbare Stöfallereignisse** möglichst gut vorbereitet und damit schnell durch geeignete Maßnahmen reagieren zu können. Strategien im Rahmen des dynamischen Verkehrsmanagements bestehen aus einem Bündel an **vordefinierten Maßnahmen**, welches bei Eintreten einer bestimmten Störfallsituation aktiviert wird. Ort, Ausmaß, Zeit und Dauer eines Störfalls sind allerdings nicht immer präzise prognostizierbar und machen aus diesem Grund die Erarbeitung passgenauer Strategien schwierig. Nicht zuletzt aus diesem Grund kommt der sorgfältigen und zuverlässigen **Bewertung**, welche zur Auswahl der geeigneten Strategie führt, eine besondere Bedeutung zu. Neben dieser sogenannten **ex-ante Bewertung** sind zur Überprüfung der gesetzten Ziele und der eingetretenen Wirkungen noch **Zwischenbewertungen** nach abgeschlossener Implementierung und **Nachbewertungen** (bzw. **ex-post Bewertungen**) nach erfolgter Inbetriebnahme in Form von ‚Vorher-Nachher-Vergleichen‘ und ‚Soll-Ist-Vergleichen‘ vorzunehmen.

Ziel der Forschungsarbeit ist es gewesen, einen **Handlungsrahmen** bzw. eine **allgemeingültige Vorgehensweise** zu entwickeln, welche die verschiedenen Aspekte bei der Bewertung dynamischer Verkehrsmanagementstrategien berücksichtigt. Zu diesen Aspekten gehören vor allem der **Strategiekontext**, der vorgibt, welche Bewertungsmethoden für bestimmte Szenarien angebracht wären, und der **Bewertungskontext**, der angibt, welche Methoden aus Sicht des Anwenders unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten, der Strategiekomplexität und des Aufwandes im Umgang mit spezifischen Bewertungssituationen verwendbar sind.

Um dies zu erreichen, sind zunächst **Definitionen** und **Grundlagen** aus dem dynamischen Verkehrsmanagement vorgestellt worden, auf denen die weiteren Ausführungen und Ergebnisse dieser Arbeit bauen. Wesentlich hierbei ist, neben der Darstellung der Besonderheiten von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements, die Identifizierung der möglichen **Bewertungszeitpunkte**. Weiterhin wurden **Risikokategorien** definiert, auf denen die Strategie- und die Bewertungsanforderungen sowie die Bewertungsausgestaltung grundsätzlich basieren.

Im weiteren Verlauf sind mögliche **Methoden** zur **Bewertung** und zur **Wirkungsermittlung** vorgestellt, analysiert und auf ihre **Anwendbarkeit** im dynamischen Verkehrsmanagement hin untersucht worden. In dieser qualitativen Bewertung sind Erkenntnisse aus der Literaturrecherche, Stellungnahmen von Seiten des Verfassers und Meinungen von Experten eingeflossen. Neben den allgemeinen Methoden sind spezifische Bewertungsverfahren aus dem Verkehrsbereich im nationalen und internationalen Kontext vorgestellt und auf ihre Vor- und Nachteile hin analysiert worden. Im Ergebnis wurde eine **Auswahl an Methoden** vorgenommen, welche die vorab definierten Anforderungen an eine Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement erfüllen und sich grundsätzlich für die **Strategiebewertung** eignen.

Außer den Methoden sind zudem **Kriterien** eruiert worden, die für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement berücksichtigt werden sollten. Dafür sind zum einen umfangreiche Literaturrecherchen durchgeführt, und zum anderen erneut die Meinung von Experten berücksichtigt worden. Im Ergebnis wurden Kriterien sowie **Mess- und Kenngrößen** aus den Bereichen der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen und der Umsetzbarkeit identifiziert.

Die Ergebnisse wurden schließlich in eine Gesamtmethodik zusammengeführt. Hierfür sind für die ex-ante-, Zwischen- und ex-post-Bewertung Hinweise zur **Methodenauswahl**, zur **Verfahrensausgestaltung** und zur Vorgehensweise entwickelt worden. Dies schließt u. a. die jeweils zu beteiligenden Personen, die Datenanforderung, die Zusammenführung verschiedener Teilergebnisse und Hinweise zur Entscheidungsfindung mit ein. Die wesentlichen Ergebnisse sind zudem **praxis- und anwendungsgerecht** in Form eines **Leitfadentwurfs** zusammengefasst und dargestellt worden. Dieser Leitfadentwurf soll der anwendenden Person eine konkrete, handhabbare und prägnante Orientierung für die Strategiebewertung geben. Weiterhin wurde die Methodik an einem fiktiven **Anwendungsbeispiel** im Rahmen dieses Kapitels angewandt.

---

Zur Verifizierung der Ergebnisse und zur Herstellung eines größeren Praxisbezugs sind **Expertengespräche** mit Personen aus Verkehrsleitzentralen in Frankfurt, München, Düsseldorf, Stuttgart und Berlin und/oder mit Mitautoren bisheriger FGSV-Veröffentlichungen im Bereich der Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements geführt worden. Die Erkenntnisse aus diesen Expertengesprächen wurden in der gesamten Arbeit berücksichtigt.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde somit eine Methodik entwickelt, die dem gesamten Bewertungsprozess eine **klare Struktur und logische Vorgehensweise** verleiht, was sich insbesondere durch den Zusammenhang zwischen dem Störfallrisiko, der Störfallkomplexität, den damit einhergehenden Strategieanforderungen und schließlich den Bewertungsanforderungen (nichtformalisiert, teilformalisiert und formalisiert) ausdrückt. Dennoch bietet die Methodik eine gewisse **Flexibilität**, die an verschiedenen Stellen **Verfahrenserleichterungen** erlaubt, sofern Erfahrungswerte vorhanden sind, die Strategiekomplexität gering ist oder bestimmte Ressourcen nicht zur Verfügung stehen. Dadurch ist es gelungen, den verschiedenen **praxisrelevanten Anforderungen** an eine Bewertungsmethodik, die im Rahmen von Expertengesprächen identifiziert worden sind, gerecht zu werden.

---

## Abstract

---

Dynamic traffic management **strategies** are important to be prepared for **incidents that are difficult to plan or to predict** and they enable to take measures promptly. Strategies in the field of dynamic road traffic management consist of a bunch of pre-defined measures which will be activated if a certain incident occurs. The exact location, extent and duration of an incident are difficult to predict precisely. Due to these uncertainties it is very challenging to compile a fitting strategy. Not least this is the cause why a careful and reliable **assessment** of an appropriate strategy leads to a particular significance. Beside this so called **ex-ante** assessment it is necessary to conduct an **intermediate** assessment after the implementation of a strategy as well as an **ex-post** assessment (pre-post comparison and target-performance comparison) after initiating to review the objectives and impacts occurred.

It was the objective of this research project to develop a framework or a **generally applicable methodology** which considers the different aspects of the strategy assessment in the field of dynamic traffic management. These aspects include on the one hand the **context of the strategy** that indicates which assessment method is appropriate for certain strategic scenarios and on the other hand the **assessment context** that indicates which methods are applicable in consideration of experiences, the complexity of the strategy and the effort of the assessment process from the users' point of view.

In order to achieve the above-mentioned objective, fundamentals and definitions of dynamic traffic management strategies were introduced. On this basis further remarks and examinations were assembled. Beside the presentation of the strategy characteristics it is vital to identify possible **assessment dates**. Furthermore **risk categories** were defined which strategic and assessment requirements as well as the assessment procedure rules were based on.

During the progress of this research work possible **methods** for the **assessment** and **impact analysis** were introduced and examined with regard to the applicability of dynamic traffic management strategies. Perceptions resulting from the literature review, statements of the author and expert opinions were incorporated in a quality evaluation. In addition to the general methods, specific valuation procedures of the national and international traffic context were introduced and analyzed regarding their advantages and disadvantages. Ultimately, a **selection of methods** was conducted which complies with the defined requirements of a strategy assessment in the dynamic traffic management and which is generally applicable **for a strategy assessment**.

Apart from the methods, criteria were determined which should be considered in the assessment of dynamic traffic management strategies. Therefore an extensive literature research was conducted and further expert opinions were considered. As a result, criteria as well as measures and parameters in the range of transport-induced, non-monetary impacts, of economic impacts and of the overall strategy applicability were identified.

Finally these results were consolidated to an overall methodology. Therefore references for the method selection, the consensual disposal and the approach of the ex-ante-assessment, intermediate assessment and ex-post assessment have been developed.

Amongst other things this includes the people involved, the data requirements, the consolidation of the different partial results and the references for decision making. The essential results were depicted and summarized within a drafted guideline in a practice-oriented and applicable manner. This drafted guideline should give the user a concrete, manageable and concise guidance to assess a strategy. Furthermore this method was executed in a notional application example.

**Interviews with employees** of the transport control centers in Frankfurt, Munich, Dusseldorf, Stuttgart and Berlin as well as co-authors of previous FGSV-publications with regard to dynamic traffic management strategies were conducted, in order to verify the results and to emphasize the practical relevance. The findings from the expert interviews were considered within the entire work.

In the context of this research a method was developed that provides an assessment process with a **clear structure and logical approach**. In particular this was conveyed through the correlation of the

---

incident risk, the incident complexity, the accompanied strategy requirements and the evaluation requirements (formalized, partially formalized and non-formalized).

Nevertheless, this method provides a certain flexibility that facilitates procedural simplification in different parts in case empirical experiences, a low strategy complexity and certain resources are not available. Therefore the different **practical requirements** of an assessment methodology which were identified within the expert interviews could be successfully met within the scope of this study.



---

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1. Ausgangslage und Handlungsbedarf .....	1
1.2. Zielsetzung und Abgrenzung des Themengebiets .....	3
1.3. Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen.....	4
<b>2. Grundlagen für die Methodikentwicklung zur Bewertung von Verkehrsmanagementstrategien .....</b>	<b>7</b>
2.1. Begriffliche Einordnungen .....	7
2.1.1. Methodologie, Methodik, Methode und Verfahren .....	7
2.1.2. Bewertung .....	8
2.1.3. Dynamisches Straßenverkehrsmanagement.....	10
2.1.4. Strategie .....	12
2.2. Strategieeigenschaften .....	13
2.2.1. Militärischer und wirtschaftswissenschaftlicher Kontext.....	14
2.2.2. Heutiger verkehrswissenschaftlicher Kontext.....	16
2.3. Strategieentwicklung und Strategieumsetzung .....	17
2.3.1. Ausgangssituation und Prozessinitiierung.....	18
2.3.2. Phase der Strategieplanung.....	20
2.3.3. Phase der Strategieimplementierung.....	25
2.3.4. Phase des Strategiebetriebs .....	26
2.3.5. Konzeption der Vernetzung.....	29
2.3.6. Zielerreichungs- und Wirkungskontrolle .....	30
2.4. Definition und Typisierung von Störfall- und Strategieszennarien .....	32
2.4.1. Störfallrisiko.....	32
2.4.2. Komplexität .....	36
2.4.3. Ermittlung von Strategie- und Bewertungsanforderungen .....	38
2.5. Zwischenfazit.....	41
<b>3. Methoden zur Strategiebewertung .....</b>	<b>44</b>
3.1. Eigenschaften und Abgrenzung von Bewertungsmethoden.....	44
3.1.1. Einordnung .....	44
3.1.2. Anforderungen .....	47
3.1.3. Bestandteile.....	52
3.2. Grundlegende Bewertungsmethoden .....	56
3.2.1. Nichtformalisierte Methoden.....	57
3.2.2. Teilformalisierte Methoden.....	61
3.2.3. Formalisierte Methoden.....	66
3.2.4. Spezifische Methoden zur Wirkungsermittlung von Maßnahmen.....	72
3.3. Bewertungsmethodiken und -verfahren im Straßenverkehr .....	79
3.3.1. Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS).....	79
3.3.2. Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) .....	80
3.3.3. Standardisierte Bewertung von Verkehrsweginvestitionen im ÖPNV (StBe).....	82
3.3.4. Bewertungsverfahren im internationalen Kontext .....	84
3.3.5. Kritische Auseinandersetzung .....	90
3.4. Zwischenfazit.....	91
<b>4. Kriterien zur Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement.....</b>	<b>95</b>
4.1. Grundlegende Identifizierung relevanter Kriterien.....	95
4.2. Verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen .....	101

4.2.1.	Umwelt und Umfeld.....	101
4.2.2.	Verkehrssicherheit .....	105
4.2.3.	Verkehrsqualität und Mobilität.....	106
4.3.	<i>Wirtschaftliche Wirkungen</i> .....	108
4.3.1.	Kosten .....	109
4.3.2.	Nutzen .....	110
4.3.3.	Weitere volkswirtschaftliche Effekte .....	112
4.4.	<i>Umsetzbarkeit</i> .....	113
4.4.1.	Aktivierungsdauer .....	114
4.4.2.	Zielkonflikte.....	115
4.4.3.	Akzeptanz und Verständlichkeit.....	117
4.4.4.	Kommunikation und Vernetzung .....	120
4.4.5.	Funktionalität und Zuverlässigkeit .....	122
4.5.	<i>Zwischenfazit</i> .....	123
<b>5.</b>	<b>Hinweise zur Methodenauswahl sowie zur Verfahrens- und Methodikausgestaltung .....</b>	<b>125</b>
5.1.	<i>Grundlegende Bewertungsanforderungen</i> .....	126
5.1.1.	Bewertungsanforderung in Abhängigkeit des Störfallrisikos .....	126
5.1.2.	Einfluss der Störfallkomplexität und der Erfahrungswerte auf die Methodenauswahl.....	128
5.2.	<i>Ex-ante Bewertung</i> .....	130
5.2.1.	Vorbewertung .....	130
5.2.2.	Hauptbewertung.....	138
5.3.	<i>Zwischenbewertung</i> .....	157
5.4.	<i>Ex-post Bewertung</i> .....	162
5.4.1.	Soll-Ist- und Vorher-Nachher-Vergleich .....	162
5.4.2.	Weiterführende Bewertungshinweise .....	171
5.5.	<i>Zwischenfazit</i> .....	174
<b>6.</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>178</b>
6.1.	<i>Zusammenfassung und Ergebnisse</i> .....	178
6.2.	<i>Weiterer Forschungs- und Handlungsbedarf</i> .....	183
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>185</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>197</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>199</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>201</b>
	<b>Anlagenverzeichnis .....</b>	<b>202</b>
<b>Anlage 1</b>	<b>Zuordnung von Problemen, Maßnahmen, Systemen und Handlungsbedarf .....</b>	<b>A-1</b>
<b>Anlage 2</b>	<b>Qualitative Methodenbewertung .....</b>	<b>A-3</b>
<b>Anlage 3</b>	<b>Beispielhafte Durchführung einer Nutzwertanalyse.....</b>	<b>A-20</b>
<b>Anlage 4</b>	<b>Beispielhafte Durchführung eines einfachen Analytical Hierarchy Process.....</b>	<b>A-22</b>
<b>Anlage 5</b>	<b>Bewertung wirtschaftlicher Kriterien im internationalen Vergleich .....</b>	<b>A-24</b>
<b>Anlage 6</b>	<b>Ziele, Bewertungsverfahren und Bewertungskriterien der NISTRA .....</b>	<b>A-25</b>

---

<b>Anlage 7</b>	<b>Maßnahmen zur Beeinflussung der Immissionsbelastung .....</b>	<b>A-26</b>
<b>Anlage 8</b>	<b>Kriterien und Messgrößen zur Strategiebewertung .....</b>	<b>A-27</b>
<b>Anlage 9</b>	<b>Beispielhafte Skaleneinteilung zur Bewertung der Umsetzbarkeit.....</b>	<b>A-31</b>
<b>Anlage 10</b>	<b>Experteninterviews.....</b>	<b>A-33</b>
<b>Anlage 11</b>	<b>Entwurf eines Leitfadens mit Anwendungsbeispiel.....</b>	<b>A-39</b>

---

## 1. Einleitung

---

Zu Beginn dieser wissenschaftlichen Arbeit werden zunächst der **grundlegende Forschungsbedarf** und die **Motivation** dargelegt, die dazu geführt haben, sich mit dem Thema der Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Strategien des dynamischen Straßenverkehrsmanagements auseinanderzusetzen. Dazu wird zunächst die Bedeutung des Themas im Rahmen des Verkehrsmanagements herausgestellt und auf den bisherigen **Stand der Forschung** eingegangen. Darauf basierend werden die Ziele und die zu beantwortenden **Forschungsfragen** der vorliegenden Arbeit aufgezeigt. Weiterhin wird die **Vorgehensweise** dieser Forschungsarbeit erläutert und in diesem Zusammenhang ein Einblick in die Inhalte der einzelnen Kapitel gegeben.

### 1.1. Ausgangslage und Handlungsbedarf

**Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements** sind von großer Bedeutung, da sie für **Störungen** des regulären Verkehrsablaufs konzipiert und eingesetzt werden, die zum einen nur **zeitlich begrenzt** auftreten, und zum anderen in ihrer räumlichen und zeitlichen Auswirkung nur **schwer zu prognostizieren** sind. Solche Störfälle umfassen u. a. Unfälle, unerwartete Nachfragespitzen infolge von Großveranstaltungen, extreme Witterungsverhältnisse oder Schäden der Infrastruktur, die in Verbindung mit einem stetig wachsenden Verkehrsaufkommen im Personen- und Güterverkehr immer wieder zu **Problemen im Verkehrsablauf** führen. Dies ist nicht nur nachteilig für die direkt tangierten Verkehrsteilnehmer, sondern auch für involvierte Institutionen und betroffene Interessengruppen. Zudem kann es dadurch zu negativen ökonomischen und ökologischen Auswirkungen kommen.

Strategien im Rahmen des dynamischen Verkehrsmanagements bestehen aus einem **Bündel an vordefinierten Maßnahmen**, welches bei Eintreten einer bestimmten Störfallsituation aktiviert wird. Durch den temporären Einsatz von Strategien soll nicht nur dafür gesorgt werden, möglichst schnell zu einem normalen Verkehrsablauf zurückzugelangen, sondern auch, um im Störfall **stabile Verkehrsverhältnisse** zu ermöglichen, damit die negativen Auswirkungen einer Störung minimiert werden, und die von der Störung betroffenen Verkehrsteilnehmer gute Möglichkeiten zur Fortsetzung der Reise erhalten. Bei der Anwendung vordefinierter Maßnahmen bzw. Strategien sollten die möglichen erwünschten und unerwünschten **Wirkungen** bereits im **Vorfeld bewertet** werden. Zudem sind die Abläufe, die Kommunikationsprozesse sowie die benötigte technische Infrastruktur zur Umsetzung einer Strategie bereits zu definieren und zu implementieren. Dies hat den Vorteil, dass bei Eintritt eines Störfalls nicht ad-hoc entschieden werden muss, was zu tun ist und welche Maßnahmen eventuell am wirkungsvollsten sind. Es ist allerdings auch zu beachten, dass es einer schnellen Reaktion der verantwortlichen Personen und effektiven Umsetzung bedarf, um die erwünschten positiven Wirkungen zu erzielen und insbesondere die unerwünschten negativen Wirkungen in einer Störfallsituation zu vermeiden. Diesbezüglich begünstigen die **systemtechnischen Weiterentwicklungen** im Bereich der Leit- und Steuerungssysteme, der Erfassungstechnologie und der Informationssysteme den schnellen und **effektiven Einsatz** von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien.

#### Stand der Forschung im nationalen Kontext

Die **wissenschaftliche Auseinandersetzung** mit Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement hat sich bisher, abgesehen von wenigen Ausnahmen, im nationalen Kontext auf die **Strategieentwicklung** und auf die **Strategieumsetzung fokussiert**, was sich nicht zuletzt durch entsprechende Veröffentlichungen im Allgemeinen und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) im Speziellen widerspiegelt. Zu den wichtigsten nationalen Publikationen mit direktem Themenbezug zählen die ‚Hinweise zur Strategieentwicklung für das dynamische Verkehrsmanagement‘ (FGSV 2003) und die ‚Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement‘ (FGSV 2011). In diesen und weiteren Veröffentlichungen mit Bezug zur Thematik werden vornehmlich Aspekte und Vorgehensweisen beschrieben, die bei einer Strategieentwicklung und -umsetzung zu beachten sind. Die **Bewertung** als solche wird als ein zentraler Bestandteil und bedeutendes Instrumentarium zwar identifiziert, aber nur **rudimentär behandelt**.

Weiterhin gibt es Publikationen, die sich mit **verkehrsbezogenen Bewertungsverfahren** auseinandersetzen. Dazu zählen beispielsweise die ‚Bundesverkehrswegeplanung‘ bzw. die darin beschriebenen Bewertungsverfahren (BMVBS 2003), die ‚Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen‘ (FGSV 1997a), die ‚Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung‘ (FGSV 2010a) oder die ‚Hinweise zur Evaluation von verkehrsbezogenen Maßnahmen‘ (FGSV 2012a). Bei diesen teils anwendungsorientierten, teils allgemeingültigen Publikationen **fehlt** jedoch der klare **Bezug** zu den **Strategien** des dynamischen Verkehrsmanagements. Weiterhin ist durch die Besonderheiten von dynamischen Strategien, wie beispielsweise die schwierige räumliche und zeitliche Prognostizierbarkeit von Störfällen oder die Erfordernis einer schnellen Strategieaktivierung und –umsetzung, eine **vollständige Übertragbarkeit** der Bewertungsmethoden aus den genannten Veröffentlichungen **nicht möglich**, da die Strategieeigenschaften und teils spezifischen Bewertungskriterien nur unzureichend berücksichtigt werden.

Eine engere Auseinandersetzung mit dem Thema der Strategiebewertung gab es im Rahmen des **Forschungsprojektes** ‚Analysis and Development of Tools for Assessing Traffic Demand Management Strategies‘ (**TASTE**) aus dem Jahre 1999 (Verbundprojekt unter der Leitung von AS&P). Ziel des Projekts war die Entwicklung von Empfehlungen für die Verwendung von Methoden für die Bewertung von Strategien zur Beeinflussung der Verkehrsnachfrage. Demzufolge liefert das Forschungsprojekt einige **grundlegende Erkenntnisse** bezüglich der Strategiebewertung, welche im Rahmen dieser Arbeit aufgegriffen und erweitert werden. Dies trifft insbesondere auf die Definition von Anforderungen zur Auswahl geeigneter Bewertungsmethoden sowie auf die Definition von Kriterien zur Strategiebewertung zu. Allerdings ist bei der augenscheinlichen Ähnlichkeit zum vorliegenden Thema zu beachten, dass in dem Forschungsprojekt der **Fokus** lediglich auf EDV-basierte **Modellierungs- bzw. Simulationsprogramme** gelegt wurde. Im Ergebnis sind Empfehlungen erarbeitet worden, wie geeignete EDV-Tools zur Bewertung von Strategien für die Beeinflussung der Verkehrsnachfrage unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren ausgewählt werden können. Diese Begrenzung greift im Rahmen dieser Arbeit allerdings zu kurz. Zum einen gibt es eine Vielzahl von weiteren Methoden, welche für die Bewertung von Strategien berücksichtigt werden müssen. Zum anderen bezieht sich das Forschungsprojekt TASTE eher auf die Auswahl eines geeigneten Softwaretools zur **Wirkungsermittlung** von Maßnahmen(-bündeln) und weniger auf die gesamte Strategiebewertung. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt in der Identifizierung und Strukturierung geeigneter Methoden zur Bewertung von Strategien des dynamischen Straßenverkehrsmanagements innerhalb einer Gesamtmethodik, welche in der genannten Studie nicht thematisiert worden ist.

### **Stand der Forschung im internationalen Kontext**

Weiterhin sind auch internationale Publikationen aus dem deutsch- und englischsprachigen Raum untersucht worden. Veröffentlichungen, die sich explizit mit der Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements nach hiesigem Verständnis auseinandersetzen, sind dabei nicht identifiziert worden. Zwar finden sich auch im internationalen Kontext eine Reihe von Schriften, die sich mit der Bewertung von verkehrsrelevanten Projekten befassen (s. dazu Kapitel 3.3.4), sich jedoch meist auf Neu- und Ausbauprojekte der Infrastruktur und nicht auf Strategien beziehen. Daneben existieren noch **Leitfäden**, die sich konkret mit den Handlungsabläufen im Verkehrsbereich in Störfallsituationen auseinandersetzen. Zu diesen gehört beispielsweise das ‚Emergency Traffic Control and Scene Management Guidelines‘ (Wisconsin Department of Transportation 2012), das ‚Analysis, Modeling, and Simulation for Traffic Incident Management Applications‘ (Federal Highway Administration 2012), das ‚Best Practices in Traffic Incident Management‘ (Federal Highway Administration 2010a) und das ‚Traffic Incident Management Handbook‘ (Federal Highway Administration 2010b). Diese und ähnliche Werke aus dem internationalen Kontext bieten nebst einigen **praktischen Anweisungen** im Umgang mit Störfällen nur wenige Informationen bezüglich einer systematischen, wissenschaftlich fundierten Strategiebewertung. Genauere und umfassende Hinweise, die sich mit der Bewertung oder gar einer Methodik zur Bewertung von Strategien befassen, sind in den gesichteten Publikationen nicht enthalten. Dies trifft auch auf die Dissertation von Minhans mit dem Titel ‚Traffic Management Strategies in Cases of Disasters‘ zu (Minhans 2008).

### **Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement in der Praxis**

Im Zuge dieser Arbeit sind einige **Experteninterviews** mit Mitarbeitern verschiedener **Verkehrszentralen** durchgeführt worden, welche sich im Rahmen ihrer Tätigkeit täglich mit Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements auseinandersetzen. Auch wenn die Vorgehensweisen zur Strategieentwicklung und Strategieumsetzung von Stadt zu Stadt verschieden sind (z. B. vollautomatisierte, teilautomatisierte und manuelle Strategieaktivierung und -deaktivierung), so weisen sie die Gemeinsamkeit auf, dass eine **strukturierte** und methodisch fundierte **Strategiebewertung** während der Planungs- und Umsetzungsphase **in der Regel nicht stattfindet**. Die Bewertung findet aufwandsbedingt fast ausschließlich auf verbal-argumentativer Ebene statt. Allerdings ist in den Gesprächen mehrfach artikuliert worden, dass ein strukturierteres Vorgehen unter Berücksichtigung der jeweiligen Bewertungssituation wünschenswert wäre, gerade im Hinblick auf eine bessere Rechtfertigungsgrundlage gegenüber der Politik und außenstehenden Interessengruppen (z. B. Anwohner).

#### **Fazit**

Der **Strategiebewertung** kommt eine gewichtige Rolle zu, da von ihr letztlich die Auswahl der Maßnahmen und die **Effektivität** der Strategie sowie Entscheidungen über zukünftige **Investitionen** in Soft- und Hardwareprodukte abhängen. Erwünschte und unerwünschte Wirkungen, Zielkonflikte und ein etwaiger Handlungsbedarf können durch eine strukturierte Strategiebewertung frühzeitig erkannt und bei der Entwicklung und Umsetzung der Strategien berücksichtigt werden. In den Veröffentlichungen finden sich nur vereinzelt Informationen über die Strategiebewertung, welche zudem nicht zueinander in Bezug stehen. Eine umfassende Aufstellung von Methoden und strategiespezifischer Kriterien, die es bei der Bewertung zu beachten und anzuwenden gilt, findet sich ebenso wenig wie die Aufstellung einer **allgemeingültigen Vorgehensweise** unter Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen und Anforderungen.

Der nach wie vor existierende Forschungsbedarf in Verbindung mit der hohen Bedeutung der Strategiebewertung ist Grund und Motivation zugleich, sich damit im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit auseinanderzusetzen und dazu beizutragen, die **Forschungslücke** in diesem Bereich zu schließen (vgl. dazu auch Boltze/Fornauf (2013), S. 18f.).

### **1.2. Zielsetzung und Abgrenzung des Themengebiets**

Ziel der Forschungsarbeit ist es, einen **Handlungsrahmen** bzw. eine **allgemeingültige Vorgehensweise** zu entwickeln, welche die verschiedenen Aspekte bei der Bewertung dynamischer Verkehrsmanagementstrategien berücksichtigt. Zu diesen Aspekten gehören vor allem der **Strategiekontext**, welcher vorgibt, welche Bewertungsmethoden für bestimmte Strategieszenarien angebracht wären, und der **Bewertungskontext**, welcher angibt, welche Methoden aus Sicht des Anwenders unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten und des Aufwands im Umgang mit spezifischen Bewertungssituationen verwendbar sind. Daneben sind für die Entwicklung einer Gesamtmethodik noch Fragen des Bewertungszeitpunkts, der Bewertungsverantwortlichkeiten und schließlich der Bewertungskriterien zu behandeln. Im Einzelnen führt dies zu den folgenden **Forschungsfragen** zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement, die es im Rahmen dieser Arbeit zu beantworten gilt:

1. Was ist das Charakteristische bei einer Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement?
2. Wann sollte eine Bewertung stattfinden?
3. Wer ist an einer Bewertung zu beteiligen?
4. Welche Methoden eignen sich für eine Strategiebewertung?
5. Welche Kriterien sind bei der Bewertung zu berücksichtigen?
6. Welche Rahmenbedingungen nehmen Einfluss auf die Bewertung?
7. Wie sollte eine Gesamtmethodik grundsätzlich aufgebaut sein?
8. Wie lassen sich Teilergebnisse zusammenführen und Entscheidungen ableiten?

Aus der Beantwortung der vorgestellten Fragen sowie der erarbeiteten Gesamtmethodik sollen **generelle Handlungsempfehlungen** abgeleitet werden, die als mögliche **Grundlage** für einen **Leitfaden** zur Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Strategien des dynamischen Straßenverkehrsmanagements dienen.

Bezüglich der **Abgrenzung der Arbeit** wird bereits im Titel darauf hingewiesen, dass sich die folgenden Ausführungen auf den **Straßenverkehr** beziehen. Die Bereiche des Luft-, Schiffs- und Bahnverkehrs bleiben in dieser Arbeit außen vor. Innerhalb des Straßenverkehrs ist der Personenverkehr vom Güterverkehr zu unterscheiden (vgl. Kummer (2006), S. 249). Im Kontext der Arbeit wird lediglich der **Personenverkehr** betrachtet. Der Güterverkehr wird in den folgenden Ausführungen zwar punktuell berücksichtigt, steht aber nicht im Fokus dieser Arbeit. Unter dem Begriff des Personenverkehrs werden in dieser Arbeit der motorisierte Individualverkehr (MIV), der öffentliche, straßengebundene Personennahverkehr (ÖPNV), der nichtmotorisierte Individualverkehr (NMIV) sowie der inter- und multimodale Personenverkehr (IMPV bzw. MMPV) subsumiert. Der Fokus richtet sich in dieser Forschungsarbeit auf den **motorisierten Individualverkehr**.

Ferner bezieht sich die Arbeit auf die Bewertung dynamischer Strategien, welche im Falle einer Störfallsituation temporär aktiviert werden. **Statische Maßnahmen**, zu denen auch der Aus-, Neu- und Umbau von Straßen zählen, werden im Rahmen dieser Arbeit **nicht thematisiert**. Diesbezüglich existieren zudem eine Reihe von Leitfäden bzw. Veröffentlichungen, wie beispielsweise zur Bundesverkehrswegeplanung (BVWP), in denen diese Thematik bereits ausgiebig behandelt worden ist (vgl. BMVI 2003).

Im Rahmen dieser Arbeit werden ausschließlich vordefinierte Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements betrachtet. Wie bereits erwähnt, besteht im Rahmen eines situationsangepassten, dynamischen Verkehrsmanagements die Möglichkeit, auf etwaige Störungen entweder ‚ad-hoc‘ oder anhand vordefinierter Maßnahmen bzw. Strategien zu reagieren. Ad-hoc Maßnahmen bieten auf der einen Seite den Vorteil, dass sie ohne größeren Vorbereitungsaufwand aktiviert werden können. Auf der anderen Seite haben sie den Nachteil, dass die Wirkungen nur rudimentär eingeschätzt werden können, die zur Umsetzung einer Strategie benötigte systemtechnische Infrastruktur im Bedarfsfall ggfs. nicht zur Verfügung steht oder die Störfallsituation nicht vollständig und korrekt erfasst wird, so dass sich daraus falsche Handlungsentscheidungen ergeben. Aus diesen Gründen werden im Rahmen dieser Arbeit **ad-hoc Maßnahmen nicht betrachtet**.

### 1.3. Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen

Zu Beginn der Arbeit sind in diesem **Kapitel 1** die **Motivation und Notwendigkeit** dargelegt worden, sich mit dem Thema der Strategiebewertung im dynamischen Straßenverkehrsmanagement eingehend zu befassen. Es sind in diesem Kapitel die Ziele und Forschungsfragen erläutert worden, welche durch die Forschungsarbeit verfolgt und durch diese beantwortet werden sollen. Auch das zu betrachtende Forschungsfeld bzw. der Schwerpunkt dieser wissenschaftlichen Arbeit ist abgegrenzt worden.

**Kapitel 2** beschreibt die **Grundlagen** für die in dieser Arbeit entwickelte Methodik. Dazu zählt insbesondere die Aufbereitung des derzeitigen Standes der Forschung bezüglich der Strategieentwicklung und -umsetzung. Weiterhin wird neben der Einführung grundlegender **Begriffe und Definitionen** auch eine eingehende Auseinandersetzung mit dem Strategiebegriff und dessen Eigenschaften durchgeführt. Abschließend werden Strategie- bzw. Anwendungsszenarien entwickelt, auf deren Basis im späteren Verlauf Methoden für die Strategiebewertung konkret zugeordnet werden.

Elementar wichtig für die Konzeption einer Methodik ist eine intensive Auseinandersetzung mit möglichen **Bewertungsmethoden**. Dies geschieht in **Kapitel 3** dieser Arbeit anhand einer eingehenden Literaturanalyse. Neben der Vorstellung gängiger Methoden, die zur Bewertung von Strategien im Allgemeinen oder zur gezielten Wirkungsermittlung von Maßnahmen im Einzelnen verwendet werden können, wird eine Abgrenzung von Bewertungsmethoden zu anderen, ähnlichen Methoden sowie die Definition von Anforderungen und möglichen Bestandteilen von Bewertungsmethoden vorgenommen. Die Methoden werden qualitativ und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus **Experteninterviews** auf ihre Anwendbarkeit hin beurteilt. Weiterhin werden in diesem Kapitel Verfahren vorgestellt, die

sich in der Praxis im nationalen sowie internationalen Kontext etabliert haben. Aus diesen Praxisbeispielen werden Erkenntnisse gewonnen, die den Aufbau einer Methodik zur Bewertung von Strategien im späteren Verlauf der Arbeit unterstützen.

Neben den Bewertungsmethoden spielen auch die **Bewertungskriterien** eine große Rolle bei der Bewertung von Strategien. Diese werden in **Kapitel 4** unter Berücksichtigung der Charakteristika von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements definiert, beschrieben und - soweit dies möglich ist - mit Messgrößen versehen. Bei der Definition der Kriterien ist es wichtig, die verschiedenen beteiligten Interessengruppen, Produkte und Prozesse sowie die verschiedenen Stufen der Strategieentwicklung und -umsetzung zu berücksichtigen. Weiterhin sind monetarisierbare, quantifizierbare sowie qualitative Kriterien voneinander zu unterscheiden. Auch die Auswahl der Bewertungskriterien ist im Rahmen der **Experteninterviews** verifiziert worden.

In **Kapitel 5** erfolgt schließlich die **Zusammenführung** der zuvor gewonnenen Erkenntnisse, wie es der Abbildung 1 zu entnehmen ist. In diesem Kapitel wird eine Vorgehensweise zur Bewertung von Strategien für unterschiedliche Bewertungszeitpunkte erarbeitet, in der konkrete Hinweise zur **Methodenauswahl** und zur **Verfahrensausgestaltung** gegeben werden. Zur Verifikation und zur Erhöhung der Praktikabilität sind in die Ausgestaltung der Hinweise Erkenntnisse aus **Experteninterviews** mit eingeflossen.

Zum Abschluss werden in **Kapitel 6** die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst sowie der weitere **Forschungs- und Handlungsbedarf** abgeleitet.

Die wesentlichen Ergebnisse dieser Arbeit sind als **Leitfadenentwurf** aufbereitet und zusammengefasst worden. Dieser Leitfadenentwurf soll dem Anwender ein strukturiertes Vorgehen bei der Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ermöglichen. Zur Veranschaulichung wird die Methodik an einem **Anwendungsbeispiel** angewandt. Der Leitfadenentwurf samt dem Anwendungsbeispiel ist der **Anlage 11** dieser Arbeit zu entnehmen.

Wie es bereits punktuell erwähnt wurde, sind zur allgemeinen Verifizierung der Ergebnisse und zur Herstellung eines größeren Praxisbezugs **Expertengespräche** mit Personen aus Verkehrsleitzentralen in Frankfurt (Stadt und Land/Bund), München, Düsseldorf, Stuttgart und Berlin und/oder mit Mitautoren bisheriger FGSV-Veröffentlichungen im Bereich der Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements geführt worden. Für die begrenzte Anzahl an Interviews ist das persönliche Leitfadeninterview ausgewählt worden. Durch die offene und flexible Gesprächsführung konnten eine Vielzahl von Themen in Bezug auf die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement besprochen werden. Die Erkenntnisse aus diesen Expertengesprächen sind in der gesamten Arbeit berücksichtigt worden. Weiterhin ist auch ein Interview mit dem Leiter eines Sprachenzentrums einer Universität durchgeführt worden, in dem insbesondere über die Verwendung und Abgrenzung von Fachtermini gesprochen wurde. Eine Übersicht über die Gesprächspartner und eine Darstellung des Gesprächsleitfadens ist der **Anlage 10** zu entnehmen.



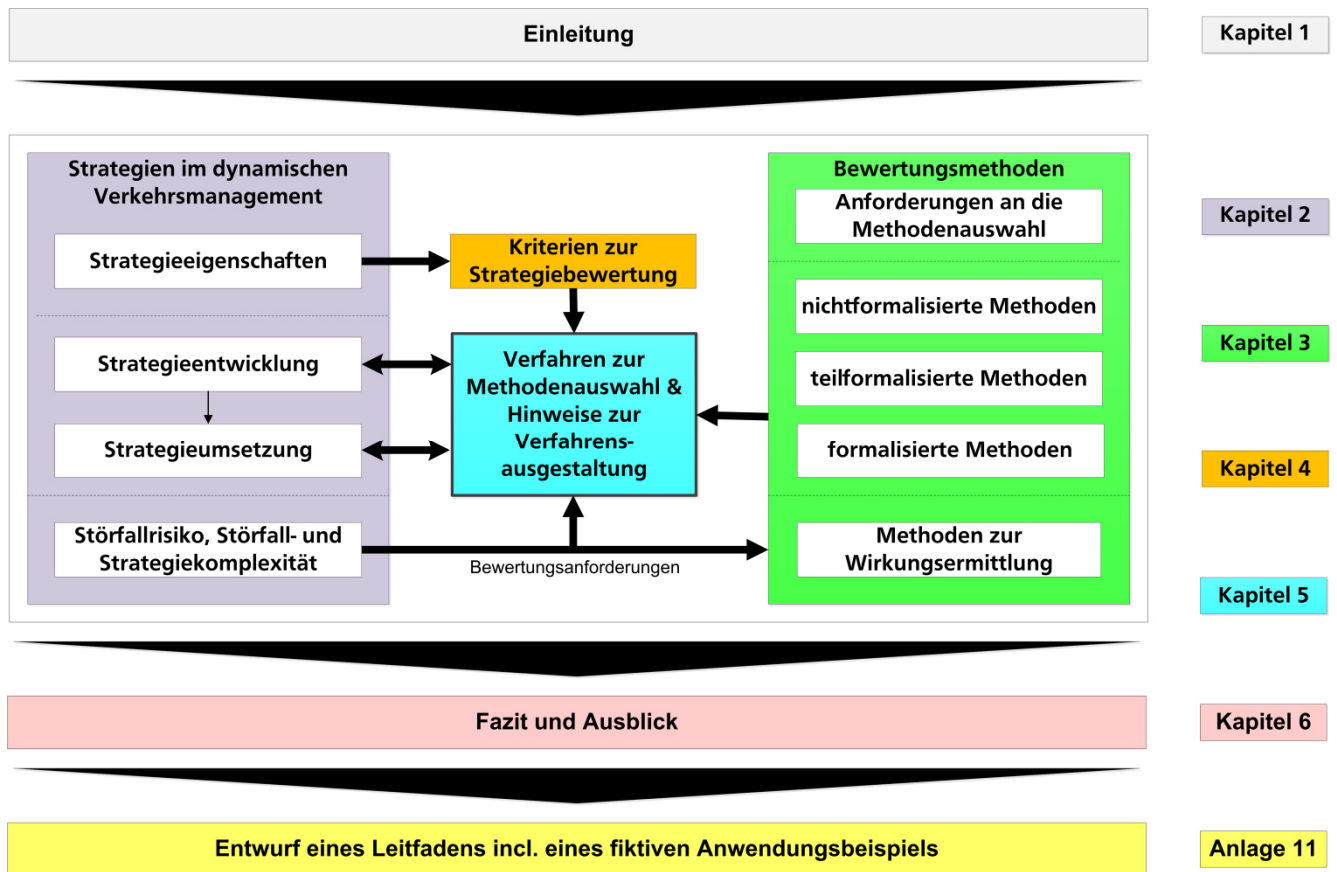


Abbildung 1: Aufbau der Forschungsarbeit (eigene Darstellung).

## 2. Grundlagen für die Methodikentwicklung zur Bewertung von Verkehrsmanagementstrategien

In diesem Kapitel werden Grundlagen für die Strategiebewertung auf Basis bisheriger Veröffentlichungen geschaffen. Dazu sollen die **bisherigen Erkenntnisse** dargestellt und die **relevanten Informationen** für die Bewertung von Strategien extrahiert werden. Neben den grundlegenden Informationen zur Strategieentwicklung und Strategieumsetzung sind allerdings zunächst die **maßgeblichen Begriffe** zu definieren, die im Zusammenhang mit der Thematik geläufig, und somit auch für die vorliegende Forschungsarbeit von Bedeutung sind.

### 2.1. Begriffliche Einordnungen

Für ein einheitliches und grundlegendes Verständnis über die wichtigsten Begriffe im Kontext dieser Arbeit werden diese zunächst eingehender erläutert und gegenüber ähnlich anmutenden Termini abgegrenzt. Dies umfasst die Begriffe der Methodik, der Bewertung, des dynamischen Straßenverkehrsmanagements und der Strategie.

#### 2.1.1. Methodologie, Methodik, Methode und Verfahren

Der Begriff Methodik ist den Begriffen der Methode und dem Begriff der Methodologie orthographisch aber auch inhaltlich ähnlich und mitunter nur schwer zu differenzieren. Eine eindeutige und einheitliche Definition bzw. Abgrenzung ist in der Literatur nicht zu finden und unterscheidet sich zudem je nach wissenschaftlichem Kontext. Prinzipiell kann festgehalten werden, dass eine **Methode** eine wissenschaftliche, planmäßige und folgerichtige, nach festen Grundsätzen geordnete Vorgehensweise beschreibt (vgl. Duden (1996), S. 490).

Die **Methodik** stellt die Methodenlehre dar, d. h. die Anwendung und Lehre verschiedener Methoden zur Erreichung eines bestimmten Ziels (vgl. Duden (1996), S. 490). Die Methodik gibt in diesem Sinne einen möglichen Handlungsrahmen vor, innerhalb dessen verschiedene Methoden angewendet werden können. Die **Methodologie** ist der wissenschaftliche Oberbegriff von der Lehre über wissenschaftliche Methoden und umfasst somit sowohl die Methodik als auch einzelne Methoden (vgl. Duden (1996), S. 490).

Ein **Verfahren** kann als konkrete, anwendungsbezogene Ausgestaltung einer Methode für einen spezifischen Sachverhalt verstanden werden. Beispielsweise ist die Nutzen-Kosten-Analyse generell als eine Methode zu verstehen, ihre spezifizizierte Ausgestaltung im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung kann gemäß obiger Definition als Verfahren bezeichnet werden.

Eine Übersicht und der Zusammenhang der verschiedenen Begriffe ist durch die nachfolgende Abbildung 2 schematisch dargestellt.

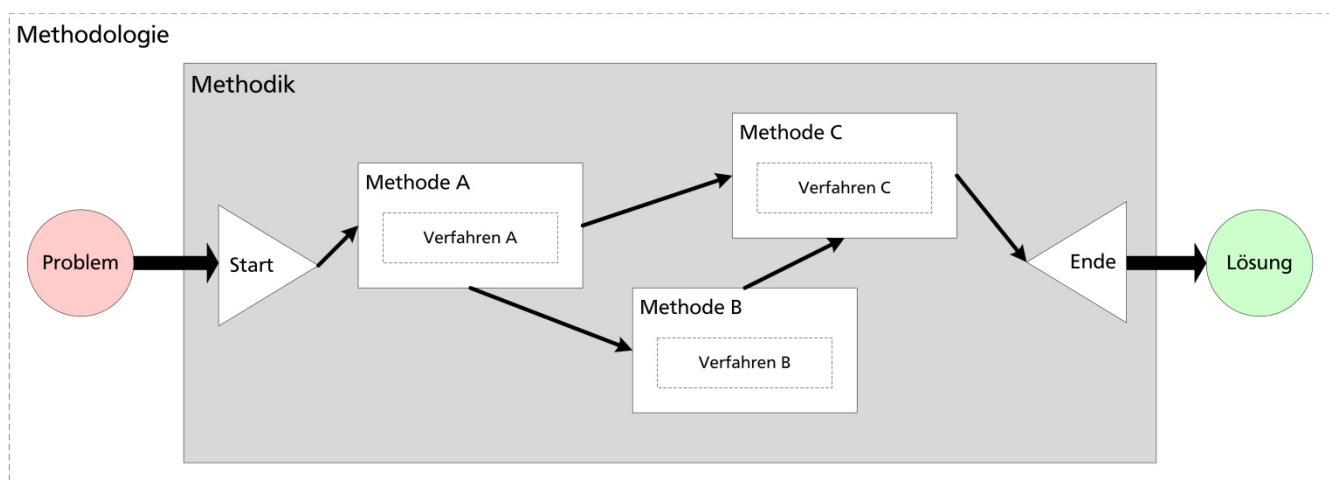


Abbildung 2: Schematische Einordnung der Begriffe Methodologie, Methodik, Methode und Verfahren (eigene Darstellung).

Die Erstellung eines Handlungsrahmens unter Einbeziehung verschiedener (Einzel-)Methoden zur Strategiebewertung ist das Ziel dieser Arbeit, weshalb der Begriff der Methodik als zutreffend erachtet wird.

### 2.1.2. Bewertung

Das **Bewerten** ist eine Tätigkeit, durch die eine Beziehung zwischen einem wertenden **Subjekt** und einem gewerteten **Objekt** hergestellt wird. Ein **Wert** ist dabei eine vom Menschen hergestellte Beziehung zwischen einem Gegenstand und einem Maßstab, welche durch den sachlichen Gehalt eines Wertträgers geprägt ist. (vgl. Bechmann (1981), S. 103 und Kraft (1951), S. 12ff.) Beispielsweise lässt sich der Wert eines Fahrzeugs (Objekt bzw. Gegenstand) aus Sicht eines potentiellen Käufers (Subjekt) durch Geld (Wertträger) und den persönlichen Maßstab des Käufers zum Ausdruck bringen.

Wertungen lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

- **Individualistische Wertung**, welche die Werthaltung eines Individuums zu einer bestimmten Zeit gegenüber einem Wertträger aufweist, ohne dass der Anspruch der allgemeinen Gültigkeit erhoben wird.
- Werturteile, welche eine **intersubjektive bzw. allgemeine Gültigkeit** besitzen. (vgl. bzgl. der Auflistung Bechmann (1981), S. 104f.)

Einem **Werturteil** soll eine Geltung zukommen, die verbindlich ist, von anderen Subjekten möglichst befolgt wird und dadurch das Verhalten der Subjekte beeinflusst (vgl. Kraft (1951), S. 203). Geltung bedeutet somit, dass ein Werturteil als allgemein, intersubjektiv und unpersönlich charakterisiert werden kann (vgl. Bechmann (1981), S. 105). Um diese Anforderungen zu erfüllen, bietet es sich an, Bewertungsmethoden zur Generierung eines Werturteils zu verwenden. **Bewertungsmethoden** tragen dazu bei, dass der Bewertungsvorgang sowohl formal als auch inhaltlich strukturiert und reglementiert wird. Bewertungsmethoden sind somit „*operationalisierte Anweisungen für Handlungsprozesse, die eine vergleichende, ordnende und quantifizierende Einstufung von Objekten nach Wertgesichtspunkten zum Ziel haben*“ (Bechmann (1981), S. 106). Mit dem Instrumentarium einer Bewertungsmethode lassen sich die Anforderungen an ein Werturteil besser erreichen als durch reine individualistische Wertungen, bei denen Transparenz und Nachvollziehbarkeit für externe Personen im Sinne der Intersubjektivität nicht gegeben sind. Die verschiedenen Bewertungsmethoden, die im Kontext dieser Arbeit dabei zur Anwendung kommen können, werden ausführlich in Kapitel 3 behandelt. Das wertende Subjekt muss für eine Bewertung die folgenden Eigenschaften besitzen:

- die **Sachkenntnis** (es wird vorausgesetzt, dass das bewertende Subjekt eine Sachkenntnis über den Wertträger besitzt),
- die **Stellungnahme** (das wertende Subjekt bezieht gegenüber dem Objekt in positiver, negativer oder neutraler Weise Stellung),
- das **Wertbewusstsein** (das wertende Subjekt ist sich über den Sinn einer positiven und negativen Stellungnahme bewusst). (vgl. bzgl. der Auflistung Bechmann (1981), S. 104)

Für das Zustandekommen einer Wertung bedarf es mindestens sowohl eines Objekts als auch eines wertenden Subjekts (Bewerter). Das Bewertungsobjekt ist aufgrund seiner Komplexität durch den Bewerter meist nicht vollständig erfassbar, weshalb nur entscheidungs- und bewertungsrelevante Sacheigenschaften identifiziert und in einem **Sachmodell** abgebildet werden. Ein Sachmodell kann als **vereinfachtes Abbild der Realität** verstanden werden, welches eine Strukturähnlichkeit zur Realität aufweist und eine mögliche exogene Veränderung berücksichtigt, damit es als Grundlage der Bewertung dienen kann. (vgl. Domschke/Drexler (2005), S. 3 und Rothengatter et al. (2006), S. 4f.)

Um eine Relation zwischen einem wertenden Subjekt und einem zu bewertendem Objekt erreichen zu können, ist es notwendig, die Komplexität des realen Sachverhalts zu reduzieren, um das Problem und die Bewertung handhabbar zu machen. Dies hat automatisch zur Folge, dass ein Informationsverlust eintritt, welcher nicht zu verhindern ist. Es ist daher notwendig, zunächst ein **Wert- oder Zielsystem als normative Basis** zu definieren, in denen alle wertungsrelevanten Aspekte berücksichtigt werden,

anhand derer eine **Bewertung** und letztlich auch eine Entscheidung möglich ist. Da bei der Abbildung der Realität bereits die grundlegende Richtung für die Bewertung und Entscheidung festgelegt wird, sind insbesondere Aspekte wie die Abbildungsgenauigkeit, die Abbildungsselektivität sowie mögliche Gewichtungen kritisch zu hinterfragen. Auch wenn eine vollständige Abbildung der Realität nicht möglich ist, so kann die Genauigkeit durch die Berücksichtigung von einer Vielzahl von situationsspezifischen Attributen erhöht werden, was aber nicht zwangsläufig bedeutet, dass die Bewertung dadurch ‚richtiger‘ wird. Vielmehr ist neben der Anzahl der zu berücksichtigenden Sachverhalte ausschlaggebend, dass solche **Sachverhalte berücksichtigt** werden, die einen **wesentlichen Einfluss** auf das Bewertungsergebnis nehmen und solche negiert werden, welche die Bewertung komplexer und intransparenter, aber nicht besser machen. (vgl. Bechmann (1981), S. 102)

Die **Wertung** ist das Resultat aus dem Zusammenwirken von **Sachkenntnis**, **Wertbewusstsein** und **Stellungnahme** (vgl. Bechmann (1981), S. 103f.). Neben diesen drei Komponenten können noch zwei weitere Elemente Einfluss auf die Bewertung nehmen. Das ist zum einen das Vorhandensein des beschriebenen **Zielsystems**, das entweder vom Subjekt selbst oder von externer Seite als Wertungsreferenz definiert und in den Bewertungsprozess implementiert wird. Zum anderen können die bereits beschriebenen **Bewertungsmethoden** zur Ermittlung eines Werturteils integriert werden. Diese sind im Gesamtprozess der Bewertung wichtig, da sie, je nach Art und Ausgestaltung der Bewertungsmethode, mehr oder minder detaillierte Bewertungsregeln zur Wertzuordnung und Wertsynthese bzw. Aggregation beinhalten, um letztlich ein wertendes Urteil fällen zu können. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Elementen ist der folgenden Abbildung 3 zu entnehmen, in der objektbezogene Elemente schwarz, subjektbezogene Elemente rot, optionale methodenbezogene Elemente grün und optionale zielsystembezogene Elemente blau markiert sind.

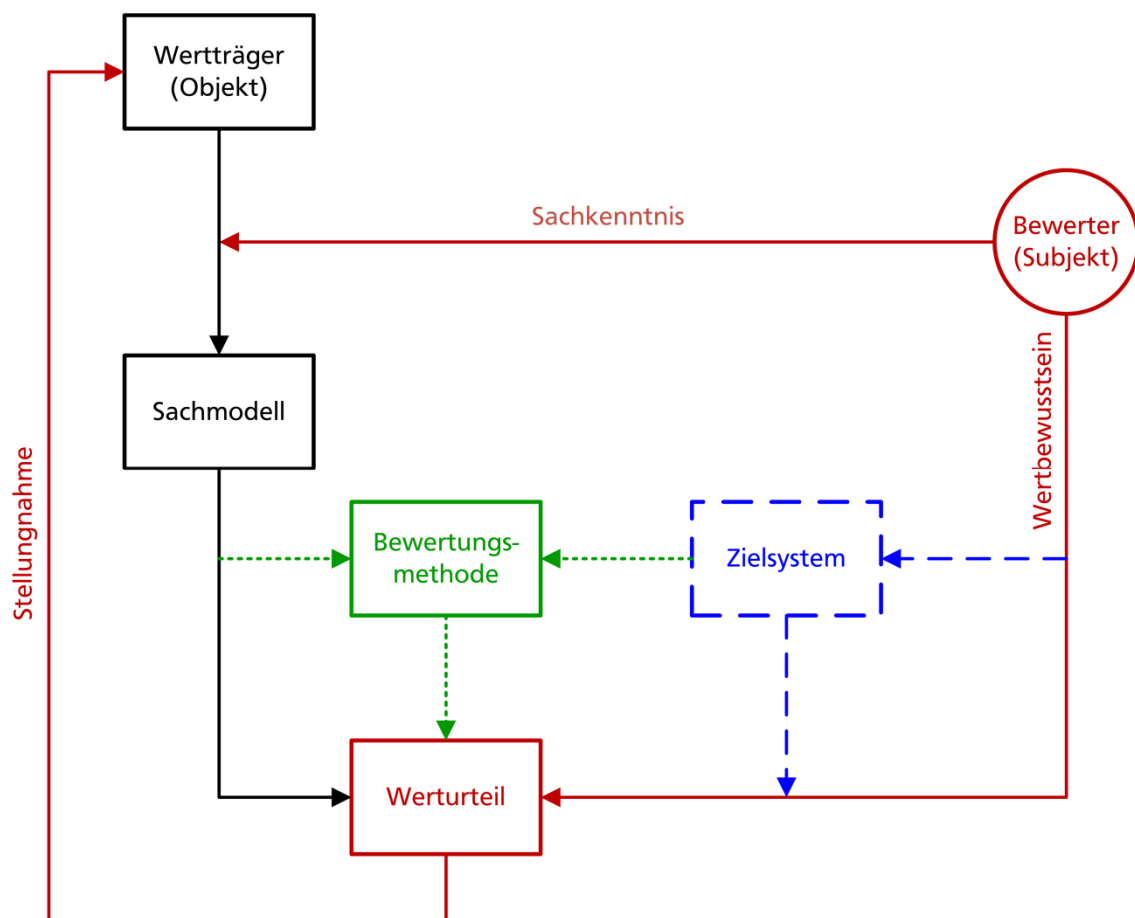


Abbildung 3: Dimensionen einer Wertung (modifiziert nach Bechmann (1981), S. 104 und Knospe (1998), S. 7).

Neben dem Begriff der Bewertung gibt es noch weitere Begriffe, denen eine ähnliche Bedeutung beigemessen wird. Zu diesen gehören u. a. die Prognose, die Abschätzung oder Einschätzung. Diese Begriffe beschreiben mögliche zukünftige Auswirkungen von Maßnahmen unter Berücksichtigung verschiedener, einflussnehmender Entwicklungen. Allerdings fehlt in diesem Fall das Werturteil, welches im Sinne der Entscheidungstheorie notwendig ist, um eine oder mehrere Maßnahmen einordnen und eine Auswahl treffen zu können (vgl. Rothengatter et al. (2006), S. 1ff.). Da es im Rahmen dieser Arbeit darum geht, durch eine bestimmte Vorgehensweise eine Entscheidung bzw. Auswahl zugunsten oder gegen eine Strategie zu treffen, ist die Herstellung eines Werturteils unabdingbar, weshalb der Begriff der Bewertung als zielführend angesehen wird.

Motivation für eine **Bewertung** von Strategien ist es, eine möglichst gesicherte **Grundlage** zur **Entscheidungsfindung** zu schaffen. Dies ist insofern wichtig, da von dieser Entscheidung mitunter die Auswahl der Maßnahmen und der zu involvierenden Institutionen, die Gestaltung der Kommunikationsnetze und Handlungsanweisungen, die Entscheidung über zukünftige Investitionen in Soft- und Hardwareprodukte und schließlich die gesamte Effektivität einer Strategie maßgeblich abhängt.

Dabei ist zu beachten, dass eine **Bewertung nicht mit der Entscheidung gleichzusetzen** ist, letztere aber maßgebend **beeinflusst**. Bewertungs- und Entscheidungsphasen sind somit eng miteinander verflochten. Nach Scholles (2005) kann diesbezüglich die Informationsebene von der parallel ablaufenden Prozessebene unterschieden werden. Auf der **Informationsebene** werden Sachverhalte vorbereitend ermittelt und bewertet, während auf der **Prozessebene** Sachverhalte festgelegt, zu involvierende Akteure oder sonstige Betroffene durch Partizipations- und Kooperationsmethoden beteiligt, Maßnahmen ausgewählt und schließlich eine Entscheidung getroffen wird. Als Entscheidungsgrundlage dient dabei oftmals ein Soll-Ist-Vergleich aktueller, geplanter und prognostizierter Zustände. **Bewertungsmethoden** sollen daher die Kommunikation, Kooperation und Partizipation auf der Prozessebene ermöglichen und gleichzeitig die Rationalität und damit einhergehend die Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen erhöhen. (vgl. Scholles (2005), S. 97f.)

Die in dieser Arbeit vorgestellten **Bewertungsmethoden** und deren Ergebnisse dienen somit in der Regel als **Entscheidungshilfen**, in den seltenen Fällen, wie etwa dem Eliminationsverfahren (s. Abschnitt 3.2.2.3), als endgültiges Entscheidungsinstrument. Die aus den Methoden ermittelten Ergebnisse müssen in der Regel von den Entscheidungsträgern und von weiteren Beteiligten kommuniziert und **unter Abwägung der verschiedenen Interessen und Zielvorstellungen** in Übereinkunft beschlossen werden. Dies hat zur Folge, dass nicht zwangsläufig die aus einem Bewertungsprozess heraus generierte beste **Alternative gewählt** wird, sondern eine, deren Ergebnisse **für alle Beteiligten akzeptabel** erscheinen. (vgl. Scholles (2005), S. 105 und Scheiner (2003), S. 8)

### 2.1.3. Dynamisches Straßenverkehrsmanagement

Der **Verkehr** bezeichnet generell die Ortsveränderung von Personen, Gütern, Nachrichten und Energien (vgl. FGSV (2012b), S. 28). Dieser Begriff ist nicht zu verwechseln mit dem des **Transports**, welcher die Beförderung (passive Ortsveränderung) von Personen und Gütern bezeichnet (vgl. Boltze (2013a), S. 9). Für den Begriff des **Verkehrsmanagements** sind in den vergangenen Jahrzehnten sowohl im Englischen als auch im Deutschen verschiedene Begriffe entwickelt und verwendet worden, wie beispielsweise das ‚Road Traffic Control‘ und ‚Urban Traffic Management‘ in den 1960er und 1970er Jahren oder das ‚Transportation System Management‘ als erweiterter Begriff, der neben der Angebotsseite auch die Nachfrageseite sowie den Güterverkehr berücksichtigt hat. In Deutschland lag der Fokus in dieser Zeit noch auf der Koordination von Lichtsignalanlagen in urbanen Gebieten, was mit dem Begriff ‚Verkehrsbeeinflussung‘ umschrieben wurde. Weitere Begriffe, die ab den 1980er verwendet worden sind, sind das ‚Travel Demand Management‘, welches begriffsgemäß das Verkehrsnachfragemanagement darstellt und vornehmlich in den Vereinigten Staaten verwendet wurde sowie das ‚Congestion Management‘, welches sich auf die Reduzierung des Verkehrsaufkommens in Spitzenstunden beschränkt hat. (vgl. Khuat (2006), S. 9 und Minhans (2008), S. 42f.)

Auch wenn im Laufe der Zeit verschiedene Begriffe verwendet worden sind, so werden ähnliche Einflüsse auf die Verkehrsnachfrage und das Verkehrsangebot damit zum Ausdruck gebracht. Folglich umfasst das **Verkehrsmanagement** nach heutigem Verständnis „die Beeinflussung des Verkehrsgeschehens durch ein Bündel von Maßnahmen mit dem Ziel, die Verkehrsnachfrage und das Angebot an Verkehrssystemen optimal aufeinander abzustimmen“ (FGSV (2012b), S. 122). Die **Verkehrsnachfrage** ist dabei als „die Anzahl der realisierten Ortsveränderungen der Verkehrsteilnehmer“ definiert (FGSV (2012b), S. 28). Die Beeinflussung des **Verkehrsangebotes** im Personen- und Güterverkehr wird v. a. durch die Bereitstellung und durch den Betrieb der Verkehrsinfrastruktur bewerkstelligt. Das Verkehrsmanagement umfasst Maßnahmen der Verkehrsvermeidung, Verkehrslenkung sowie der temporalen, modalen und räumlichen Verkehrsverlagerung. Wie im ersten Kapitel bereits erläutert wurde, bezieht sich die vorliegende Arbeit vornehmlich auf den **Personenverkehr**. Dieser beschreibt gemäß der Definition des Verkehrs die Ortsveränderung von Personen, welche durch das **Verkehrssystem** als die zur Ortsveränderung notwendige Gesamtheit von Verkehrsmitteln und Verkehrsanlagen bewerkstelligt wird (vgl. Boltze (2013a), S. 9). Die Beeinflussung der Verkehrsnachfrage im Personenverkehr wird als **Mobilitätsmanagement** bezeichnet (FGSV (2012b) S. 23). Die **Mobilität** beschreibt generell die Fähigkeit und Bereitschaft, Ortsveränderungen durchzuführen (vgl. Boltze (2013a), S. 2). Analog zum Mobilitätsmanagement wird die Beeinflussung der Verkehrsnachfrage im Güterverkehr als **Transportmanagement** bezeichnet, wie es in der nachfolgenden Abbildung 4 zusammenfassend dargestellt ist (vgl. Boltze (2013a), S. 280).

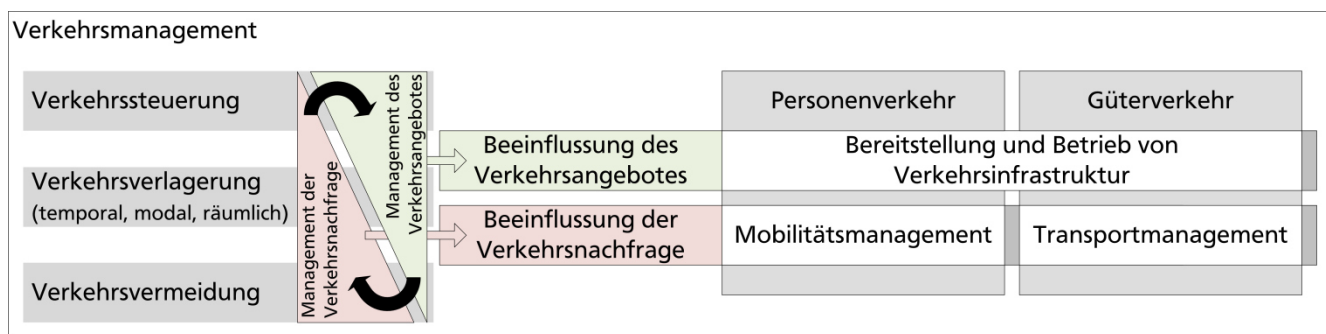


Abbildung 4: Elemente des Verkehrsmanagements  
(zusammenfassende Darstellung basierend auf Boltze (1998), F. 3 und Boltze (2013a), S. 279).

Das Verkehrsmanagement lässt sich weiter unterteilen in das strategische Verkehrsmanagement, das taktische Verkehrsmanagement und das operative Verkehrsmanagement. Das **strategische Verkehrsmanagement** gibt die generelle Ausrichtung und den Rahmen für die untergeordneten Managementebenen vor. Im taktischen Verkehrsmanagement geht es um die Umsetzung der vom strategischen Verkehrsmanagement aufgestellten Leitstrategien in Form von verkehrstechnischen und datenverkehrstechnischen Maßnahmen. In den Bereich des operativen Managements fällt schließlich die konkrete Durchführung der entwickelten Strategien. (vgl. Grahl (2014), S. 2 und Grahl/Müller (2013), S. 28f.)

Das **dynamische Verkehrsmanagement** ist eine Spezifizierung des Verkehrsmanagements und hat seine Ursprünge in den 1990er Jahren in Zusammenhang mit den Pilotprojekten der Initiative ‚Mobilität in Ballungsräumen‘ (vgl. Grahl (2014), S. 1). Das dynamische Verkehrsmanagement ist ereignisbasiert und es soll durch temporäre, dynamische Maßnahmen (z. B. Wechselwegweisungen) im Fall planbarer und nicht planbarer Störfallereignisse erreicht werden, das Verkehrsangebot und die Verkehrsnachfrage im Gleichgewicht zu halten. Das dynamische Verkehrsmanagement lässt sich weiter differenzieren in die Strategieplanung und das Strategiemanagement. In der **Strategieplanung** werden die Strategien samt Maßnahmen, systemtechnischen Komponenten, Kommunikations- und Entscheidungsregeln und die dazugehörigen Prozesse auf Basis spezifischer Probleme bzw. Störfallsituationen konzipiert und ausgewählt. Daher kommt auch der Bewertung innerhalb der Strategieplanung eine wichtige Rolle zu. Auf die Strategieplanung wird gerade im Hinblick auf die

Bedeutung für die Strategiebewertung im Unterkapitel 2.3.2 ausführlicher eingegangen. Das **Strategiemanagement** ist definiert als „die Auswahl, Abstimmung, Aktivierung, Überwachung und Aufhebung vorab entwickelter Verkehrsmanagementstrategien. Es dient der vorausschauenden Bewertung des Verkehrszustandes, der möglichen Vermeidung von erwarteten Verkehrsproblemen und der kooperativen Lösung eingetretener Störungen“ (FGSV (2011), S. 5).

Neben dem dynamischen Verkehrsmanagement sei an dieser Stelle der Vollständigkeit halber das statische Verkehrsmanagement erwähnt, welches nicht verkehrabhängig und ereignisbasiert, sondern durch grundlegende Maßnahmen die Verkehrsnachfrage und das Verkehrsangebot dauerhaft beeinflusst (vgl. Boltze (1998), S. 1 und Minhans (2008), S. 44). Eine zusammenfassende Übersicht der verschiedenen Ebenen des Verkehrsmanagements ist Abbildung 5 zu entnehmen.

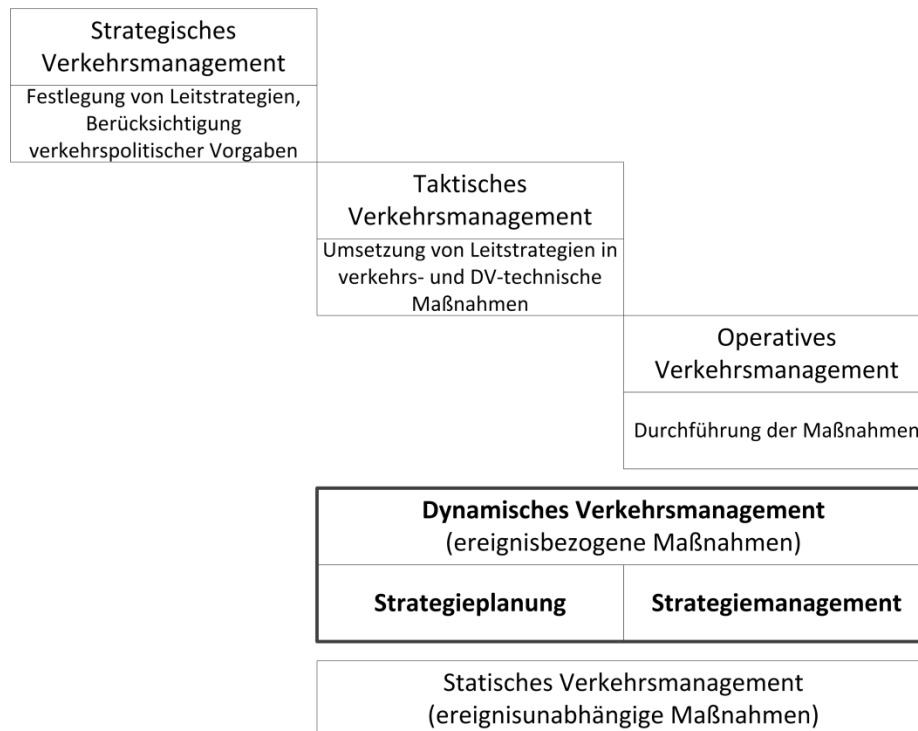


Abbildung 5: Handlungsebenen des Verkehrsmanagements (entnommen aus Grahl (2014), S. 2).

#### 2.1.4. Strategie

Der Begriff ‚Strategie‘ stammt ursprünglich aus dem **militärischen Kontext** und leitet sich aus dem griechischen Wort ‚strategos‘ ab, was so viel bedeutet wie ‚Kunst der Heerführung‘ (vgl. Buchholz (2013), S. 233 und Hungenberg (2012), S. 5). Der Strategiebegriff ist heutzutage weit verbreitet und kommt nicht nur im Bereich Verkehr vor, sondern wird häufig auch in anderen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Bereichen verwendet, wie beispielsweise dem Sport oder dem Militär. Der Begriff wird in den verschiedenen Sachzusammenhängen oft umgangssprachlich gebraucht, ohne die wirkliche Bedeutung und Sinnhaftigkeit des Begriffs zu reflektieren (vgl. Mintzberg et al. (1998), S. 27f.). Carl von Clausewitz (1780-1831) setzte sich mit dem Strategiebegriff im militärischen Kontext näher auseinander. V. Clausewitz versteht die Strategie als den Gebrauch des Gefechts zum Zweck des Krieges – es muss dem kriegerischen Akt ein Ziel setzen. Im Rahmen eines Kriegsplans wird eine Reihe von Handlungen entwickelt, die zur Erreichung des Ziels notwendig erscheinen (vgl. v. Clausewitz (1980), S. 345).

Weit verbreitet ist der Strategiebegriff im **wirtschaftswissenschaftlichen Diskurs**. Einzug erhielt der Begriff dort in den 1950er Jahren an der Harvard Business School und wurde von Andrews in den 1960er Jahren weiter konkretisiert. Im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext gibt eine Strategie die Ausrichtung und den Handlungsrahmen für einen mittel- bis langfristigen Planungshorizont einer

Organisation vor, mit dem Ziel, Vorteile in einem sich stets veränderten Umfeld durch eine geeignete Konfiguration von Ressourcen und Kompetenzen zu erreichen, um somit die Erwartungen beteiligter Interessengruppen zu erfüllen. (vgl. Johnsen et al. (2006), S. 9; eigene Übersetzung)

Eine **Strategie** im Bereich des Straßenverkehrsmanagements kann als Handlungskonzept verstanden werden, welches ein Bündel an vordefinierten Maßnahmen enthält, um eine vorab definierte Störfallsituation zu verbessern. Dabei kann eine **Störfallsituation** als eine Kombination von bestimmten Ereignissen, Problemen und Bedingungen verstanden werden, in der ohne den Einsatz verkehrsbezogener Maßnahmen ein stabiler Verkehrsablauf und/oder stabile Umweltbedingungen nicht mehr möglich sind. Die Kombination einer Störfallsituation und einer für diese Situation entwickelten Strategie wird als **(Strategie-)Szenario** bezeichnet, wie es Abbildung 6 illustriert. (vgl. ZIV et al. (2000) und Andree et al. (2001), S. 611)

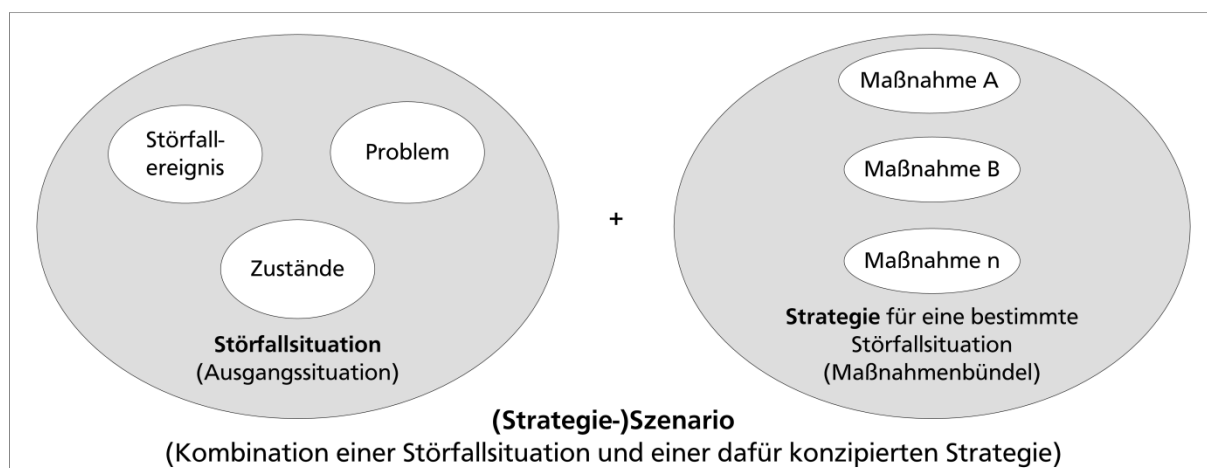


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Störfallsituation, Strategie und Szenario (vgl. ZIV et al. (2000) und Andree et al. (2001), S. 611).

Bei **Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements** geht es um das Beeinflussen einer aktuellen Verkehrsnachfrage und eines vorhandenen Verkehrsangebots durch Maßnahmen, die, ausgelöst durch bestimmte **ereignisbasierte**, verkehrsrelevante Störfallsituationen aktiviert und mit Hilfe von Leit- und Informationssystemen umgesetzt werden (vgl. Andree et al. (2001), S. 610). Die Strategien sind auf **kurzfristige** und spezifische Maßnahmen für bestimmte Verkehrssituationen begrenzt und verfolgen das Ziel, für einen **bestimmten Zeitbereich** einen **stabilen Verkehrszustand** und somit die bestmögliche Mobilität zu gewährleisten (FGSV (2011), S. 5). Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements werden vorwiegend in Städten oder Ballungsräumen angewendet und basieren auf einem vordefinierten Regelzustand, bei dem sich die Verkehrsnachfrage und das Verkehrsangebot weitgehend in Übereinstimmung befinden (vgl. FGSV (2011), S. 5).

Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement sind wichtig, um auf **schwer vorhersehbare** bzw. mehr oder **minder planbare Ereignisse** möglichst gut vorbereitet zu sein und damit möglichst schnell durch geeignete Maßnahmen reagieren zu können. Ort, Ausmaß, Zeit und Dauer eines Störfalls sind allerdings nicht immer präzise prognostizierbar und machen aus diesem Grund die Erarbeitung passgenauer Strategien schwierig. Nicht zuletzt aus diesem Grund kommt der sorgfältigen und zuverlässigen Bewertung, welche zur Auswahl einer geeigneten Strategie führt, eine besondere Bedeutung zu.

## 2.2. Strategieeigenschaften

Es stellen sich an dieser Stelle die zentralen Fragen, welche Strategie für welche **Situationen** und unter Berücksichtigung verschiedener **Rahmenbedingungen** am besten geeignet ist und wie man vorgehen sollte, um schließlich zuverlässige, schnell umsetzbare und effektive situationsspezifische Strategien zu ermitteln. Letztere Fragestellung soll im Rahmen dieser Forschungsarbeit beantwortet werden. Dazu ist es zunächst notwendig, die **Eigenschaften und Charakteristika** von Strategien zu



untersuchen, um im weiteren Verlauf die Kriterien zu identifizieren, die bei der Strategiebewertung berücksichtigt werden müssen.

### 2.2.1. Militärischer und wirtschaftswissenschaftlicher Kontext

#### Militärischer Kontext

V. Clausewitz stellte schon zu seiner Zeit fest, dass der Strategiebegriff zwar einfach zu verwenden, aber schwierig umzusetzen sei. Dies liegt vor allem daran, dass bei der **Strategie** neben der reinen **materiellen** Auseinandersetzung auch weitere Faktoren, wie die **politische** und **geistige** Haltung der Akteure und vor allem die „*geräuschlose Harmonie des gesamten Handelns*“ zu berücksichtigen sei und diese einen entscheidenden Einfluss auf die Erreichung der Ziele haben könne (vgl. v. Clausewitz (1980), S. 345ff.). Baldegger fasst die wesentlichen Komponenten der Strategie in diesem Zusammenhang wie folgt zusammen:

- die eigenen **Kräfte** sind zu bündeln und gezielt einzusetzen,
- der **Kampfplatz** ist so auszuwählen, dass die eigenen Stärken genutzt und Schwächen möglichst vermieden werden können,
- dem **Überraschungsmoment** ist eine entscheidende Bedeutung beizumessen,
- der **Organisation und Kommunikation** kommt eine wesentliche Rolle zu,
- strategische **Ziele** und **verfügbare Mittel** sind sorgsam abzugleichen,
- **Innovationen** können entscheidende Vorteile verschaffen. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Baldegger (2007). S. 129)

#### Wirtschaftswissenschaftlicher Kontext

Im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext erfolgte die Ausarbeitung eines ersten umfassenden Strategieentwurfs durch das Business Policy Konzept, in welchem eine Unternehmensstrategie in die Formulierung und Implementierung unterteilt worden ist. Bei der **Formulierung** geht es um die Vorbereitung und Entscheidung einer Strategie, in der generelle Chancen und Risiken, Umfeldbedingungen sowie Stärken und Schwächen des eigenen Unternehmens analysiert werden. Weiterhin sind die Werte und Erwartungen des Entscheiders hinsichtlich der Zielformulierung zu identifizieren sowie die gesellschaftliche Verantwortung eines Unternehmens zu berücksichtigen. Bei der **Implementierung** geht es um die konkrete Umsetzung einer Strategie. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind hierbei insbesondere die Organisationsstrukturen sowie die Prozesse, Kultur und Regeln innerhalb einer Organisation zu analysieren. (vgl. Andrews (1987), S. 22, Baldegger (2007), S. 130 und Johnsen et al. (2006), S. 10f.)

Als **Ergebnis** der Strategieformulierung stehen vor allem der Strategiezweck und das Strategieziel, der Einsatzbereich sowie die geplanten Maßnahmen innerhalb einer Strategie, aus denen sich wiederum Vorgaben für die Implementierung ableiten lassen. Dieser Zusammenhang ist in der folgenden Abbildung 7 dargestellt. Die Unterscheidung in Strategieformulierung und Strategieimplementierung wird bis heute grundsätzlich beibehalten und ist auch sinngemäß im Straßenverkehrswesen durch die Begriffe der Strategieplanung und der Strategieumsetzung bzw. des Strategiemanagements vorzufinden. (vgl. FGSV (2011), S. 11ff. i. V. m. S. 21 ff.)

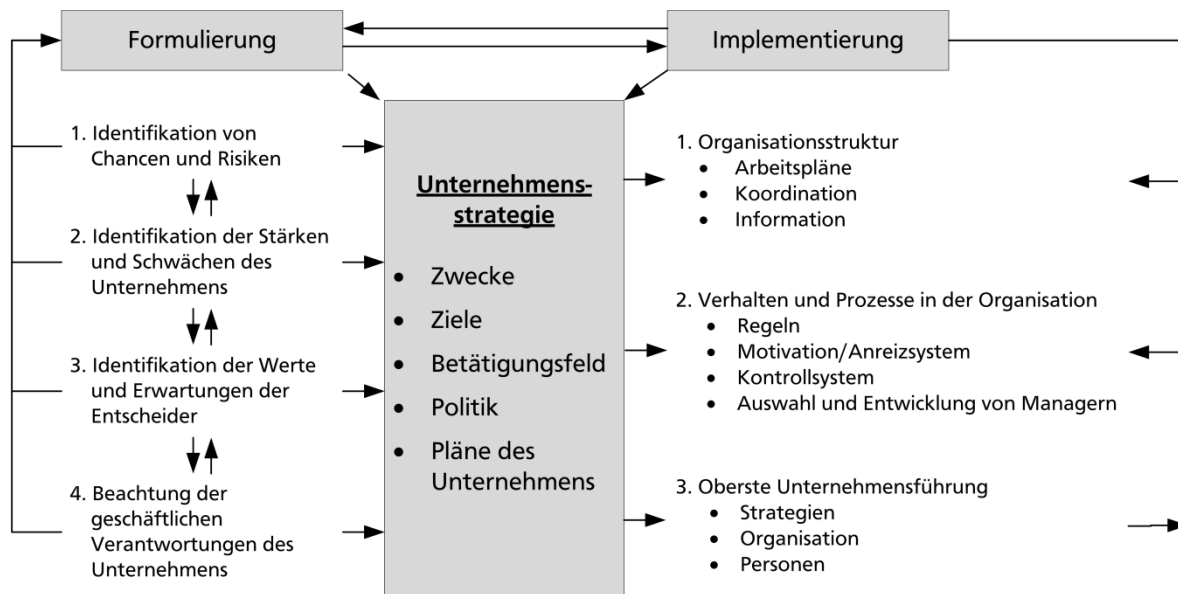


Abbildung 7: Harvard-Modell einer Strategie im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext (vgl. Andrews (1987), S. 22).

Bezogen auf den wirtschaftswissenschaftlichen Kontext können zusammenfassend folgende **Charakteristika** von Strategien festgestellt werden:

- Strategien sind für **mittel- bis langfristige** Planungszeiträume angelegt.
- Strategien sind **zielorientiert** und richten sich an den Werten und Erwartungen der Akteure bzw. Interessensvertreter aus.
- Durch eine Strategie soll ein Wettbewerbsvorteil oder eine verbesserte Stellung im Markt erreicht werden. Sie sollten daher **innovativ und intuitiv** sein, und somit einem Unternehmen ein Alleinstellungsmerkmal verleihen.
- Durch eine Strategie soll ein Unternehmen unter verschiedenen Marktteilnehmern leicht **identifizierbar** sein.
- Eine Strategie muss mit den vorhandenen bzw. planbaren Ressourcen und Strukturen **umsetzbar** sein, und soll keine neuen Probleme generieren.
- Strategien sind aufgrund von verschiedenen Wettbewerbern, sozialen, ökologischen und politischen Einflussfaktoren sowie der verschiedenen beteiligten Bereiche sehr **komplex**.
- Strategien geben einen grundsätzlichen **Handlungsrahmen** eines Unternehmens vor, und nehmen erheblichen Einfluss auf operative Entscheidungen.
- Strategien sind durch Unsicherheiten über künftige Entwicklungen geprägt und müssen auf Veränderungen im Umfeld (wirtschaftlich, sozial, politisch) möglichst **flexibel** ausgerichtet sein.
- In diesem Sinne sind Strategien **antizipativ**, d. h. zukünftige unternehmensinterne und -externe Entwicklungen werden bei der Strategieformulierung berücksichtigt.
- Strategien sind **integrativ**, d. h. sie beziehen sich nicht auf Einzelbereiche innerhalb und außerhalb eines Unternehmens.
- Strategien müssen **konsistent** sein, d. h. Strategieziele, Handlungsmöglichkeiten und Unternehmensgrundsätze müssen übereinstimmen.
- Strategien sind zudem **selektiv**, d. h. es können aus einer Vielzahl von Maßnahmen nur einige realisiert werden, weshalb aus der Menge an Optionen nur die aussichtsreichsten wahrgenommen werden sollten. (vgl. bzgl. der Auflistung Baldegger (2007), S. 130, Mintzberg et al. (1998), S. 27f. und Johnsen et al. (2006), S. 10f.)

Eine Strategie ist nicht vollständig planbar, sondern **evolutionär**. Sie muss aufgrund interner und externer Veränderungen **anpassbar und flexibel** sein, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Deshalb ist eine Strategie auch nicht mit einem (niedergeschriebenen) Plan gleichzusetzen, den es ‚eins-zu-eins‘ umzusetzen gilt. Mintzberg und Waters drücken diesen Sachverhalt so aus: „*Our conclusion is that strategy formation walks on two feet, one deliberate, the other emergent*“ (Mintzberg/Waters (1985), S. 271). Dies bedeutet sinngemäß, dass eine Strategie auf zwei Beinen geht, ein vorsätzliches (planbares) und ein sich ergebendes (flexibles).

### 2.2.2. Heutiger verkehrswissenschaftlicher Kontext

Im Gegensatz zu den Strategien im Straßenverkehrsmanagement beziehen sich Strategien im wirtschaftswissenschaftlichen und auch militärischen Kontext auf die Erlangung von Vorteilen gegenüber Konkurrenten bzw. Gegnern. Dieser Aspekt stellt einen wesentlichen Unterschied zum Verkehrsmanagement dar, bei dem es nicht um die Gewinnung von Wettbewerbsvorteilen bzw. einer Verbesserung einer Wettbewerbsposition gegenüber Konkurrenten oder gar um die ‚Besiegung‘ eines Gegners geht. Im Bereich des Verkehrsmanagements steht die **Verbesserung des Allgemeinwohls** von Mensch und Natur im Vordergrund. Insofern erfüllen Strategien im Straßenverkehrsmanagement keinen Selbstzweck, sondern sind dafür ausgelegt, die Situation für die Verkehrsteilnehmer, für die Betroffenen bzw. die vom Verkehr beeinflussten Bereiche, zu verbessern. Insofern sind die beschriebenen Attribute der Innovativität und der Identifizierbarkeit im Rahmen des Straßenverkehrsmanagements von untergeordneter Bedeutung. Weiterhin ist dem **Überraschungsmoment** aus dem militärischen Kontext heraus nur im übertragenen Sinn eine Bedeutung beizumessen. Allerdings geht es im Fall von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements darum, dass diese so konzipiert sind, dass auf ‚überraschende Momente‘ möglichst schnell reagiert werden kann.

Auch wenn hinsichtlich einiger Merkmale ein Unterschied festzustellen ist, sind viele der identifizierten **Strategieeigenschaften** aus dem militärischen und wirtschaftswissenschaftlichen Kontext auch für den Bereich des **Straßenverkehrs** zutreffend:

- Eine ganz wesentliche Bedeutung kommt, auch im Bereich des Straßenverkehrs, der Definition des **Strategieziels** zu, aus dem sich letztlich auch der **Strategiezweck** ableitet. Die Zielausrichtung bezieht sich auf die Verkehrsteilnehmer bzw. die vom Verkehr beeinflussten Zielbereiche, zu denen hauptsächlich die Verkehrsqualität, die Verkehrssicherheit, die Wirtschaftlichkeit und die Ökologie zählen (s. dazu auch Unterkapitel 2.3.1).
- Das Ziel einer kurzfristigen und v. a. schnellen Strategieaktivierung und -umsetzung im Störfall, um möglichst schnell einen stabilen und geordneten Verkehrsfluss zu ermöglichen, erfordert eine gewisse **Einsatzflexibilität** in puncto Ort, Zeit und Einsatzdauer.
- Weiterhin sollten die Strategien in diesem Sinn eine möglichst kurze **Aktivierungsdauer** und ggfs. Deaktivierungsdauer aufweisen.
- Ebenso wie in den anderen Disziplinen werden Strategien im Verkehrsmanagement für **mittel- bis langfristige Zeiträume** entwickelt. Dies ist nicht mit dem Sachverhalt zu verwechseln, dass Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement für kurzfristig auftretende Störfallsituationen eingesetzt werden sollen. Dennoch soll die Effektivität einer konzipierten Strategie möglichst über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten werden.
- Strategien im Straßenverkehrsmanagement sind ebenfalls mit Unsicherheiten verbunden und somit **antizipativ**, d. h. mögliche technische, soziale, ökologische, wirtschaftliche und verkehrsbezogene Veränderungen, beispielsweise hinsichtlich der Antriebstechnologie, des demographischen Wandels, des Klimawandels, der Wohlstandsentwicklung oder der Mobilität, müssen vorausschauend berücksichtigt werden.

- Strategien können im Straßenverkehrsbereich, auch wenn keine anderen ‚konkurrierenden Marktteilnehmer‘ im wirtschaftlichen Sinne vorhanden sind, eine hohe **Komplexität** aufweisen. Diese kann insbesondere durch das Zusammenspiel verschiedener Maßnahmen und deren gewünschten Wirkungen sowie ungewollten Nebenwirkungen, externen sowie internen Einflüssen, und v. a. durch eine hohe Anzahl an involvierten Akteuren bedingt sein.
- Analog zu den Strategien im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext muss die **Umsetzbarkeit** angesichts der **internen** sowie **externen Gegebenheiten** gewährleistet sein. Zu den internen zählen insbesondere die Kompetenzen, Strukturen und Ressourcen der verantwortlichen Akteure, die für eine Strategieumsetzung notwendig sind. Zu den externen zählen die Akzeptanz von den von einer Strategie direkt und indirekt Betroffenen sowie die technische Machbarkeit.
- Im Sinne der Umsetzbarkeit müssen Strategien eine gewisse **Integrierbarkeit** aufweisen, d. h. sie sollten in die bestehenden oder realisierbaren technischen Systeme sowie Organisations- und Kommunikationsstrukturen eingefügt werden können.
- Nicht zuletzt sind auch Strategien im Verkehrsmanagement **selektiv**. Aus einer Vielzahl von möglichen Maßnahmen und Prozessen müssen diejenigen identifiziert und ausgewählt werden, welche die definierten Ziele erreichen und gleichzeitig von allen direkt oder indirekt Beteiligten bzw. Betroffenen akzeptiert werden.

Gemeinsam ist den Prinzipien aus den unterschiedlichen Bereichen, einschließlich des Verkehrsmanagements, dass ein in der **Zukunft liegendes Ziel** durch den Einsatz verschiedener **Maßnahmen, Ressourcen und Aktivitäten** erreicht werden soll, um einen **verbesserten Zustand** gegenüber einer Ausgangssituation unter Verwendung geeigneter **Kommunikations- und Organisationsstrukturen** zu erreichen. Somit kommt der Zieldefinition und der Auswahl der geeigneten Maßnahmen eine grundlegende Bedeutung zu, die nicht nur Einfluss auf die Strategieentwicklung hat, sondern zudem Maßstäbe für die Bewertung setzt. Allerdings wird durch die Analyse der Strategieeigenschaften im militärischen und wirtschaftlichen Kontext auch deutlich, dass zu einer erfolgreichen Strategie mehr als nur die Herstellung eines Produktes bzw. die Planung und Umsetzung von mehr oder minder sichtbaren verkehrlichen Maßnahmen gehören. Viele **Faktoren**, die auf den ersten Blick nicht ersichtlich sind, nehmen ebenfalls Einfluss auf die Effektivität und Umsetzbarkeit einer Strategie, die folglich auch bei einer Bewertung berücksichtigt werden müssen. Zu diesen gehören Aspekte wie das **Fachwissen** und die **Zuverlässigkeit** der involvierten Akteure, die **Akzeptanz** auf Seiten der Verkehrsteilnehmer und der Gesellschaft oder die Berücksichtigung etwaiger **Zielkonflikte** zwischen verschiedenen Interessengruppen.

### 2.3. Strategieentwicklung und Strategieumsetzung

Die Strategieentwicklung und auch Strategieumsetzung wurde bereits in verschiedenen Veröffentlichungen thematisiert. Zu den wichtigsten zählen in Deutschland die Publikationen der FGSV (2003) ‚Hinweise zur Strategieentwicklung für das dynamische Verkehrsmanagement‘ und (2011) ‚Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement‘. Weitere Veröffentlichungen mit Bezug zur Thematik von Verkehrsmanagementstrategien finden sich u. a. bei Andree, Boltze und Jentsch (2001) ‚Entwicklung von Strategien für ein dynamisches Verkehrsmanagement‘, bei Boltze, Schäfer und Wolfermann (2006) ‚Leitfaden Verkehrstelematik – Hinweise zur Planung und Nutzung in Städten und Kreisen‘ sowie bei Grahl und Jentsch (2012) ‚Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement – Grundlagen und Erfahrungen‘. Die wesentlichen Erkenntnisse werden im Folgenden dargestellt und Bezüge zum Thema der Forschungsarbeit hergestellt.

### 2.3.1. Ausgangssituation und Prozessinitiierung

Die Entwicklung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement basiert auf dem generellen **Planungsprozess** im Verkehrsmanagement, welcher in die folgenden Stufen eingeteilt ist:

- Vororientierung,
- Problemanalyse,
- Maßnahmenuntersuchung,
- Abwägung und Entscheidung sowie
- Umsetzung und Wirkungskontrolle. (vgl. bzgl. der Aufzählung FGSV (2001a), S. 15)

Das methodische Vorgehen der Strategieentwicklung kann in die Bereiche Prozessinitiierung und Strategieplanung, das der Strategieumsetzung in die Bereiche der Implementierung und des Strategiebetriebs unterteilt, und den einzelnen Stufen des allgemeinen Planungsprozesses im Verkehrsmanagement gemäß der folgenden Abbildung 8 zugeordnet werden. Bereichsübergreifend greift das Qualitätsmanagement in die einzelnen Prozesse mit dem Ziel ein, die Qualität der Prozesse und Produkte zu überwachen und ggfs. Mängel zu beseitigen. (FGSV (2011), S. 37)

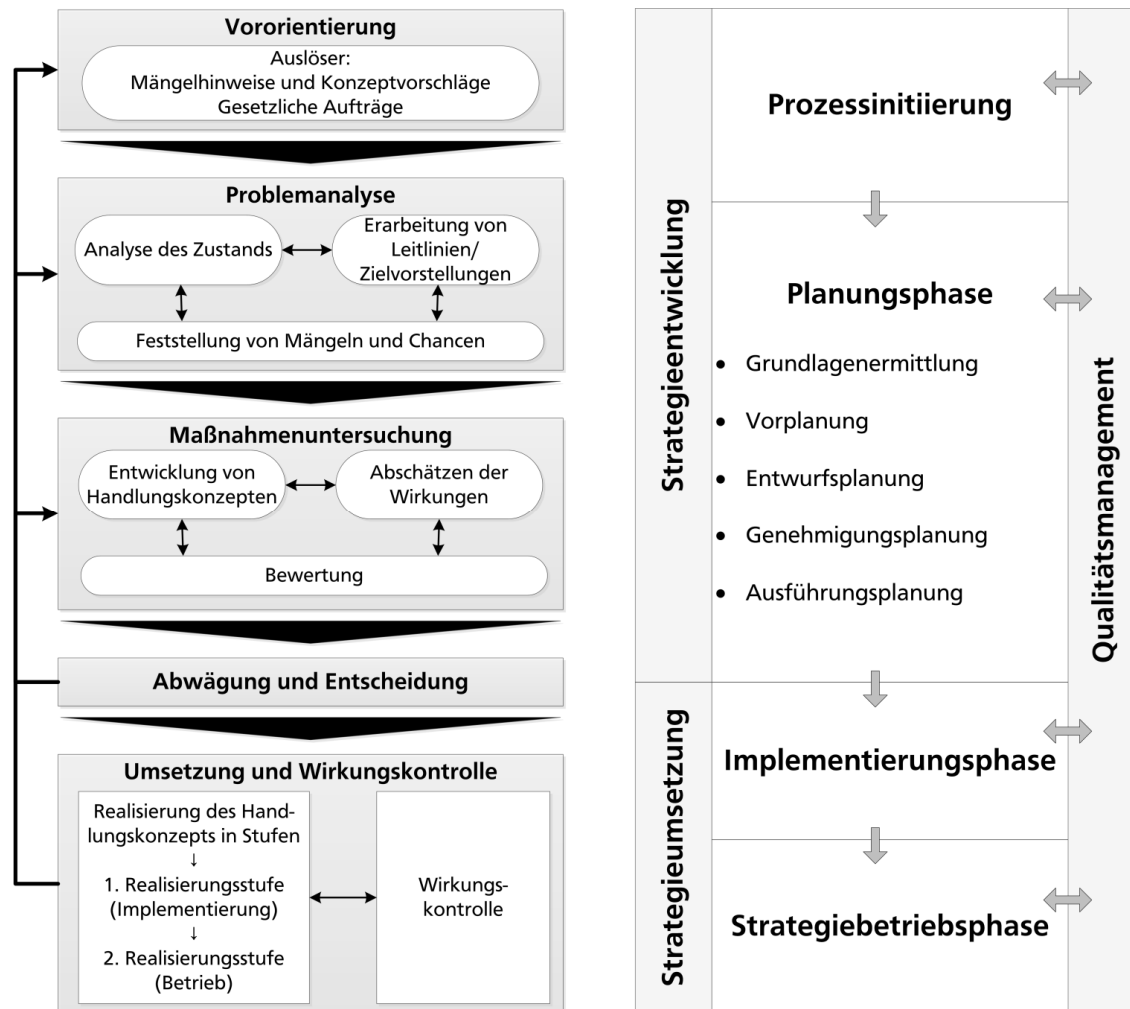


Abbildung 8: Prozesse der Verkehrsplanung sowie der Strategieentwicklung und -umsetzung (vgl. FGSV (2001a), S. 15 und FGSV (2011), S. 8).

In der Orientierungsphase findet die **Prozessinitiierung** statt, in der die Ziele für die Verkehrsmanagementstrategien aufgrund vorliegender oder zu erwartender Störfallereignisse formuliert werden. Bei der **Zielformulierung** ist darauf zu achten, dass übergeordnete politische Vorgaben integriert werden. Weiterhin sind die Ziele bereits an dieser Stelle zu priorisieren und Kriterien und

Messgrößen zu definieren, anhand derer die **Zielerreichung** einer Strategie ermittelt werden kann. (vgl. FGSV (2011), S.7)

Die Definition und Priorisierung einzelner Ziele sollte bei der Strategieentwicklung und -umsetzung unter Involvierung und in Abstimmung mit allen direkt oder indirekt **Beteiligten** erfolgen. Diese umfassen Akteure, Verkehrsteilnehmer und sonstige Betroffene und sind in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Akteure		
	Stadt (Aufgabenträger)	Baulastträger Autobahn, Landstraße, Hauptverkehrs- und Erschließungsstraße, Straßenverkehrsbehörde, Umweltbehörde, ÖV-Betreiber, Tiefbauamt
	Kommunale Dienste	Polizei, Feuerwehr, Müllabfuhr
	Auftragnehmer	Parkhausbetreiber, Veranstalter, Rundfunkanstalten, Taxiunternehmer
Verkehrsteilnehmer		
	motorisiert	MIV, ÖV
	nicht motorisiert	Radverkehr, Fußgängerverkehr
sonstige Betroffene		
	Gesellschaft	Private Anlieger, Interessensverbände (z. B. Umwelt)
	Unternehmen, Organisationen	Flughafenbetreiber, gewerbliche Anlieger, Interessensverbände (z. B. Wirtschaft)

Tabelle 1: Direkt und indirekte Beteiligte im dynamischen Straßenverkehrsmanagement (vgl. FGSV (2011), S. 7f. und Grahl (2014), S. 3).

Ein **Ziel** ist als eine **Vorstellung über gewünschte** und deshalb **zu erhaltende oder zu erreichende Zustände** bestimmter Situationsmerkmale zu verstehen (vgl. Heinen (1976), S. 45). Zu den Oberzielen im Straßenverkehrswesen zählen

- die Schonung **natürlicher Ressourcen** und Reduzierung der Umwelt- und Umfeldbelastungen,
- die Erhöhung der **Verkehrsgqualität** und Befriedigung der **Mobilitätsbedürfnisse**,
- die Erhöhung der **Verkehrssicherheit** sowie
- die Verbesserung der **Wirtschaftlichkeit**. (vgl. bzgl. der Auflistung FRUIT (1993), S. 8 und Boltze (2013b), S. 1)

Dabei verfolgen die verschiedenen Beteiligten mitunter **unterschiedliche Ziele**. Die Allgemeinheit bzw. sonstige Betroffene erwarten sichere und leistungsfähige Verkehrsanlagen, eine sozial- und umweltverträgliche Verkehrsabwicklung sowie die Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte. Aus der Gesamtheit der genannten Ziele ergibt sich für die Akteure als oberstes Ziel die Erfüllung des Unternehmensauftrags. Weiterhin sind die Betriebssicherheit, die Wirtschaftlichkeit und eine hohe Nutzerakzeptanz als weitere Ziele auf Seiten der Akteure von großer Bedeutung. Eine hohe Nutzerakzeptanz lässt sich dabei durch eine hohe Sicherheit, geringe und gute Reisezeiten, hohen Komfort sowie geringe Kosten für die Verkehrsteilnehmer erreichen. Die letztgenannten Aspekte spiegeln somit die generellen Zielvorstellungen der Verkehrsteilnehmer wider. (vgl. Boltze (2014a), F. 21)

Die **Zielvorstellungen** der einzelnen Beteiligten sind in der nachfolgenden Abbildung 9 zusammenfassend dargestellt.

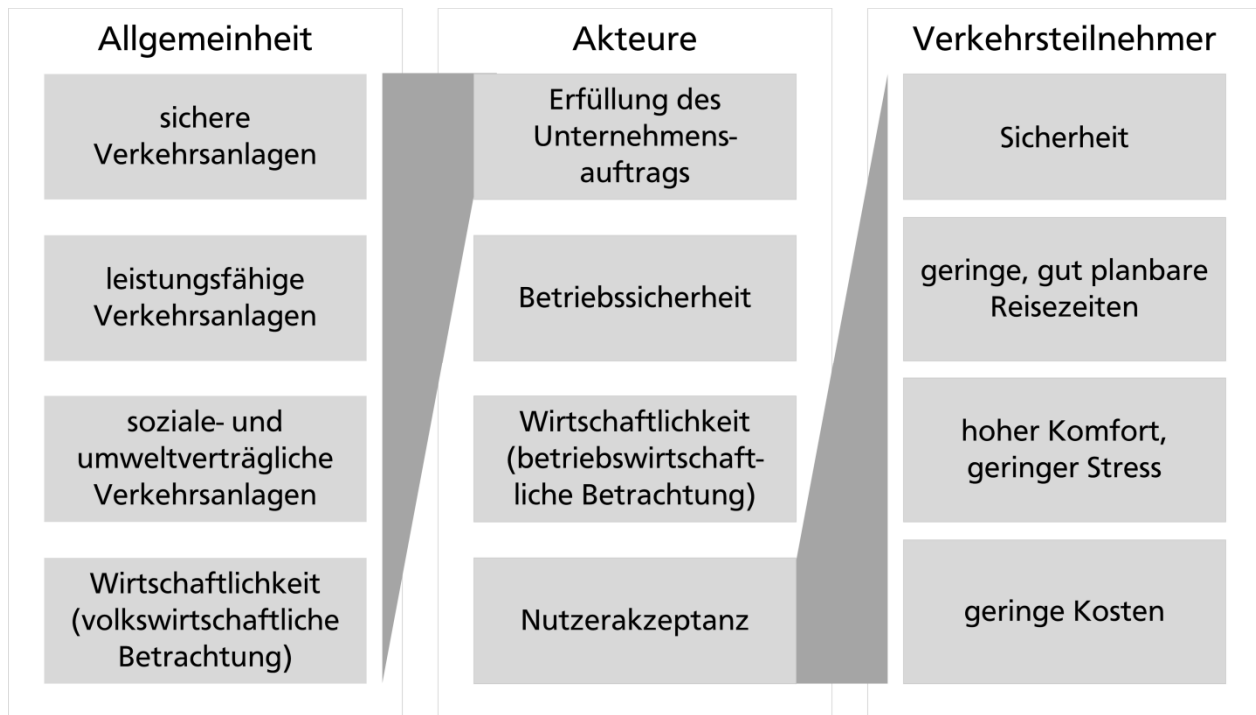


Abbildung 9: Ziele verschiedener Beteiligten im Verkehrsmanagement (vgl. Boltze (2014a), F. 21).

Für die Strategieentwicklung kann es zunächst nützlich sein, ein **Handlungskonzept** zu entwickeln, in dem grundsätzlich die möglichen **Störfallsituationen** für ein Untersuchungsgebiet benannt und potentiell geeignete **Maßnahmen** für die Störfallbetriebsphase identifiziert und den einzelnen Störfallsituationen zugeordnet werden. Weiterhin können **notwendige technische Leit-, Steuerungs- und Informationssysteme** den verschiedenen Maßnahmenkategorien zugeordnet werden. Somit lässt sich letztlich feststellen, welche Maßnahmen sich mit der bestehenden systemtechnischen Infrastruktur realisieren lassen bzw. welcher Handlungsbedarf besteht, um notwendige Maßnahmen für bestimmte Strategien zu implementieren. Der **Handlungsbedarf** ist nicht nur auf technische Komponenten beschränkt, sondern kann sich u. a. auch auf personelle oder finanzielle Aspekte erstrecken. Eine beispielhafte Benennung und Zuordnung möglicher Problem- und Maßnahmenkategorien, Systeme und dem etwaigen Handlungsbedarf ist der Abbildung 48 und Abbildung 49 der **Anlage 1** dieser Arbeit zu entnehmen. Der maßgebende Zweck der dargestellten Matrizen besteht darin, die für die Strategieentwicklung verantwortlichen Personen beim Planungsprozess zu unterstützen.

Für die Strategiedefinition ist es weiterhin notwendig, eindeutige **Kriterien und Grenzwerte** festzulegen, anhand derer die Entscheidung zur Aktivierung und Deaktivierung einer Strategie erfolgt. In diesem Zusammenhang sind ferner **Kommunikationsprozesse, Verantwortlichkeiten und Aufgabenverteilungen** zwischen den beteiligten Akteuren zu bestimmen. Alle relevanten Informationen können schließlich in einem Dokument, das auch als **Strategiemaske** bezeichnet wird, zusammengefasst werden. (vgl. FGSV (2003), S. 18f.)

### 2.3.2. Phase der Strategieplanung

Die Entwicklung der Strategie und die Bearbeitung der genannten Punkte kann gemäß den Hinweisen zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement in verschiedenen Planungsstufen durchgeführt werden (s. Abbildung 8), die, um den Bezug zur Strategiebewertung herstellen zu können, im Folgenden kurz beschrieben werden. Die nachkommenden Ausführungen beziehen sich somit auch weitestgehend auf die FGSV-Papiere 2003 und 2011.

### 2.3.2.1. Grundlagenermittlung

#### Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und der Auswahl von Sektoren

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes erfolgt anhand verkehrlicher Zusammenhänge (z. B. Quelle-Ziel-Beziehungen), organisatorischer-institutioneller und verkehrspolitischer Strukturen (z. B. Einzugsgebiet des ÖPNV, verwaltungsrechtliche Grenzen) sowie technisch-physischer Aspekte (z. B. Vernetzung von Lichtsignalanlagen und Leitzentralen). Innerhalb des Untersuchungsgebietes kann es angebracht sein, Sektoren abzugrenzen, welche sich aus regionalen Siedlungs- und Wirtschaftsschwerpunkten, dem strategischen Netz (s. u.), aus Art, Umfang und Lage der erfassten Verkehrsprobleme oder aus den technischen Gegebenheiten (z. B. Anschlussbereiche der Verkehrsrechner) ergeben. (vgl. FGSV (2003), S. 7f.)

#### Bestimmung des strategischen Netzes

Das strategische Netz für die bestehende und geplante Infrastruktur umfasst Bereiche, die entweder von bedeutsamen Problemen betroffen sind oder zur Problemlösung herangezogen werden können. Dazu gehören u. a. Straßen mit großer Kapazität, Knotenpunkte mit geeigneter Lichtsignalsteuerung, Linien des öffentlichen Nahverkehrs sowie weitere verkehrsrelevante Punkte, wie beispielsweise Flughäfen, Einkaufszentren, Sehenswürdigkeiten oder Stadien. Erfassungs-, Steuerungs-, Informations- und Leitsysteme umfassen die technische Infrastruktur innerhalb der Strategieumsetzung und sind somit ebenfalls in das strategische Netz mit aufzunehmen. (vgl. Andree et al. (2001), S. 610)

#### Technische Bestandsaufnahme

Die technische Bestandsaufnahme bezieht sich auf die verfügbare oder geplante technische Infrastruktur. Dabei sind in erster Linie die Systeme zur Verkehrserfassung, der Verkehrslenkung und der Verkehrssteuerung sowie Verkehrsinformations- und Bezahlssysteme zu nennen. Es soll dabei untersucht werden, ob die vorhandenen technischen Systeme dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, und ob eine eventuelle Modernisierung notwendig und gerechtfertigt erscheint. Die technische Bestandsaufnahme kann u. a. die folgenden Teilsysteme enthalten:

- **Verkehrserfassung:** Video-, Infrarot- oder Schleifendetektion, Floating Car Data (FCD), Floating Phone Data (FPD), Global Positioning System (GPS), Global System for Mobile Communication (GSM) Data.
- **Leit- und Steuerungssysteme:** Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA), Zuflussregelungsanlagen, Netzbeeinflussungsanlagen (NBA), additive und substitutive Wechselwegweiser (WWW), Parkleitsysteme (PLS), Lichtsignalanlagen (LSA), rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL) u. a. zur Verbesserung der Anschlusssicherung und zur Optimierung des Betriebsablaufs.
- **Verkehrsinformationssysteme:** Internet, Printmedien, Mobilitätszentralen, mobile Navigationsgeräte, Mobilfunkgeräte, elektronische Fahrplanauskunftssysteme (EFA), dynamische Fahrgastinformationen (DFI), Verkehrsinformationstafeln, Radio und Fernsehen (z. B. RDS/TMC, DAB).
- **Bezahlssysteme:** Pkw- und Lkw-Maut, mobiles Ticketing im ÖPNV, sonstige bargeldlose Bezahlssysteme. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Boltze et al. (2006), Kapitel 3 und Grahl (2014), S. 2)

Ein weiterer Teil der technischen Bestandsaufnahmen umfasst die Straßen- und Schieneninfrastruktur und dabei insbesondere die Kapazität. Die **Kapazität** der Straßen- und Schienennetze, beispielsweise für den Schwerverkehr, muss für Maßnahmen des dynamischen Verkehrsmanagements gewährleistet sein. Daher sind geplante infrastrukturelle Baumaßnahmen, z. B. eine Erhöhung der Anzahl der Fahrstreifen, in die mittel- und langfristigen Planungen mit einzubeziehen. Die Kapazität des ÖPNV-Netzwerks ist ebenfalls von großer Bedeutung und sollte während der technischen Bestandsaufnahme ermittelt werden. (vgl. FGSV (2003), S. 9f. und Andree et al. (2001), S. 612f.)



### Aufnahme der Zuständigkeitsbereiche

Organisatorisch-institutionelle Faktoren haben einen großen Einfluss auf die Wirksamkeit des Verkehrsmanagements. Daher ist eine Definition und klare Abgrenzung der Verantwortungsbereiche für die eindeutige Zuteilung von Aufgaben und für die Abstimmungs- und Kommunikationsprozesse von großer Wichtigkeit. Dabei gilt es nicht nur die Zuständigkeitsbereiche innerhalb des eigenen Planungsgebietes zu definieren, sondern sich auch mit angrenzenden Aufgabenträgern abzustimmen und Vereinbarungen zu treffen, gerade im Hinblick auf gebietsübergreifende dynamische Verkehrsmanagementstrategien. (vgl. Boltze et al. (2006), S. 18)

### Ermittlung der Verkehrsnachfrage

Die Ermittlung der Verkehrsnachfrage sowie die Identifizierung des Mobilitätsverhaltens sind wichtige Informationen bei der Entwicklung von Strategien. Die Informationen nehmen z. B. Einfluss auf die Routenumlegungen oder die Gestaltung des Angebots mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Dazu sind vor allem die Quelle-Ziel-Beziehungen, der Fahrtzweck, der Fahrtzeitpunkt, die Routenwahl, die Verkehrsmittelwahl sowie Modal-Split und der Schwerverkehrsanteil zu ermitteln. (vgl. FGSV (2003), S. 10)

### Erfassung von Ereignissen und Problemen

Bezüglich der Ereignis- und Problemanalyse sind zwei verschiedene Bereiche zu unterscheiden. Zum einen die ‚offline‘ **Problemerkfassung**, die bereits in der Vorbereitungs- bzw. Entwicklungsphase notwendig ist, um Probleme zu identifizieren und zu verorten, damit in den nachfolgenden Schritten entsprechende Strategien entwickelt werden können. Zum anderen die **online-Problemerkfassung (Echtzeit)**, die notwendig ist, um die für die Störfallsituation ausgerichtete Strategie zu aktivieren. Für die Erfassung von Ereignissen und Problemen bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, wie u. a. die Expertenbefragung, die Auswertung von Verkehrsmeldungen, Unfalldaten und Daten der Erfassungssysteme sowie Kontrollfahrten. (vgl. FGSV (2003), S. 10ff.)

Ereignisse und Probleme können generell in die folgenden Kategorien unterteilt werden, die sich in vielen Fällen auch überschneiden können:

- Überlastung im Straßennetz,
  - Überlastung im Netz des öffentlichen Verkehrs,
  - Überlastung oder Ausfall von Stellplätzen,
  - Engstellen im Straßennetz (z. B. Baustellen, Unfälle),
  - Engstellen im Netz des öffentlichen Verkehrs (z. B. Störungen),
  - Notfallsituationen (z. B. Feuer, Bombenentschärfung, Wasserrohrbruch),
  - Energie-/Systemausfall (z. B. Lichtsignalanlagen, Straßen-, S- oder U-Bahn),
  - veranstaltungs- und freizeitbedingte Probleme (z. B. Fußballspiele, Konzerte, Messen),
  - Witterungs- und Umweltverhältnisse (z. B. Regen, Schnee, Lärm- und Schadstoffemissionen).
- (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung FGSV (2003), S. 10f. und FGSV (2011), S. 5)

Trotz möglicher Überschneidungen, beispielsweise bei durch Großveranstaltungen bedingten Überlastungen im Straßennetz, ist es sinnvoll, die Kategorien zu differenzieren, da Strategien, die auf eine Großveranstaltung ausgerichtet sind, sich von solchen unterscheiden, die sich einzig auf eine Überlastung im Straßennetz beziehen (vgl. FGSV (2003), S. 11).

Für die Entwicklung möglichst effektiver Strategien sind präzise Informationen über Ort, Zeitpunkt und Dauer der Störfälle wünschenswert. Dies ist für einige Ereignis- und Störfallkategorien, wie geplanten Baustellen oder Sportereignissen, weitestgehend gegeben. Andere Ereignisse, wie unangemeldete Demonstrationen und insbesondere Unfälle, zeigen, dass die Vorhersehbarkeit in vielen Fällen allerdings nicht oder zumindest nur sehr bedingt möglich ist. **Planbare Ereignisse** sind für die **Integration von multi- oder intermodalen Maßnahmen** in eine Strategie in der Regel besser geeignet als unvorhersehbare, bei denen die Detektion eines Störfalls sowie die Entscheidung und die Aktivierung einer geeigneten Strategie innerhalb weniger Minuten erfolgen sollen. In diesen Fällen ist

beispielsweise kaum ausreichend Zeit vorhanden, um den öffentlichen Verkehr aufgrund der betriebsbedingten Vorlaufzeiten in eine Strategie zu integrieren. (vgl. FGSV (2003), S.11)

### 2.3.2.2. Vorplanung

Während der Vorplanung sind für die durch die Grundlagenermittlung identifizierten Probleme entsprechend geeignete **Maßnahmen zu identifizieren**. Daher sind in dieser Phase aus einem Portfolio möglicher Maßnahmen solche zu identifizieren, welche einen Beitrag zur Zielerreichung erwarten lassen und umsetzbar erscheinen. Die Umsetzbarkeit hängt davon ab, ob die für die Strategie benötigte Infrastruktur vorhanden ist bzw. wie groß der Aufwand ist, um die benötigte Infrastruktur auf- oder auszubauen.

Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und Verkehrslenkung können aus den Bereichen des Motorisierten Individualverkehrs (MIV), des Öffentlichen Verkehrs (ÖV), des Nichtmotorisierten Individualverkehrs (NMIV) sowie des Intermodalen und Multimodalen Personenverkehrs (IMPV und MMPV) kommen. Eine Zusammenstellung möglicher Maßnahmen für das dynamische Verkehrsmanagement ist der folgenden Abbildung 10 zu entnehmen.

<p><b>Öffentlicher Verkehr (ÖV)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlagerung von Fahrgästen innerhalb des ÖV</li> <li>• Umleitung von Fahrzeugen des ÖV</li> <li>• strategische ÖV-Bevorrechtigung</li> <li>• Kapazitätsanpassung im ÖV</li> <li>• Sonderverkehre und Sonderhalte</li> <li>• Anschlussicherung im ÖV</li> <li>• Einsatz von Ersatzverkehren</li> <li>• Steigerung der Erreichbarkeit und Attraktivität des ÖV</li> <li>• Anpassung der Fahrpreise (z.B. Studenten-, Jobticket)</li> </ul>	<p><b>Motorisierter Individualverkehr (MIV)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umleitung von Teilverkehrsströmen des MIV</li> <li>• Erhöhung der Leistungsfähigkeit des MIV (z.B. durch Fahrstreifensignalisierung)</li> <li>• Verkehrskoordination (Abschnittsweise grüne Welle und/oder im Verkehrsnetz)</li> <li>• Flexibilität der Umlaufzeiten und Anpassung der Grünphasen</li> <li>• Ermöglichung von temporären Sonderspuren</li> <li>• Regelung der Geschwindigkeit und/oder des Fahrverhaltens im MIV</li> <li>• Zufahrtsregelung im MIV (z.B. temporär für verschiedene Fahrzeugtypen)</li> <li>• Überholverbote</li> <li>• dynamische Anpassung von Parkraum</li> <li>• Freischalten von Einsatzrouten</li> <li>• dynamische Mautsysteme</li> </ul>
<p><b>Nichtmotorisierter Individualverkehr (NMIV)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrradbevorrechtigungen im Verkehrsablauf</li> <li>• temporäre Sonderfahrspuren für den Fahrradverkehr</li> <li>• temporäre Einrichtung von Fußgängerzonen</li> <li>• finanzielle Förderung der Fahrradnutzung</li> <li>• Bevorrechtigungen an Lichtsignalanlagen</li> </ul>	<p><b>Inter- und Multimodaler Personenverkehr (IMPV und MMPV)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freigabe oder Nutzungsänderung von Verkehrsflächen</li> <li>• Verlagerung des Fahrtantrittszeitpunkts (z.B. durch Empfehlungen über verschiedene Medien)</li> <li>• Verkehrsträgerübergreifende Zustandsinformationen, ablenkende Maßnahmen</li> <li>• Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl</li> <li>• Bereitstellung temporärer P+R-Flächen</li> </ul>

Abbildung 10: Mögliche Maßnahmen im Bereich des dynamischen Verkehrsmanagements (ergänzt nach FGSV (2003), S. 11f.).

Eine Unterscheidung zwischen zwingenden und wünschenswerten Maßnahmen wird bereits in diesem Stadium, basierend auf der übergeordneten Zieldefinition, empfohlen. Weiterhin kommt der Dokumentation der Störfallsituation sowie der Begründung der Entscheidung für oder gegen bestimmte Maßnahmen eine bedeutende Rolle für eine Qualitätssicherung und spätere Nachvollziehbarkeit zu. (vgl. FGSV (2011), S. 15f.)

Für die Auswahl der durchführbaren Maßnahmen bzw. Strategien bietet es sich an, zunächst solche Maßnahmen(-bündel) auszusuchen, die durch die existierende bzw. geplante Infrastruktur umgesetzt werden können. Ist es für die Zielerreichung notwendig, weitere Maßnahmen zu implementieren, ist

ein Handlungsbedarf unter Berücksichtigung von Kosten, Personalressourcen und organisatorischen sowie politischen Verbindlichkeiten zu definieren. Es ist durch eine geeignete Bewertung festzustellen, durch welche Maßnahmen die definierten Ziele und Wirkungen erreicht werden können. Darauf basierend ist zu entscheiden, welche Maßnahmen im Planungsprozess weiterhin berücksichtigt werden sollen. (vgl. FGSV (2011), S. 16ff.)

Die Erläuterungen bezüglich der Vorplanung machen deutlich, dass bereits **in dieser Phase** der Strategieentwicklung eine **Bewertung durchzuführen** ist, aus der hervorgeht, welche Maßnahmen(-bündel) weiter zu betrachten bzw. bereits zu diesem Zeitpunkt zu eliminieren sind, und welcher Handlungsbedarf sich daraus ableiten lässt.

### 2.3.2.3. Entwurfsplanung

In dieser Phase sollen nun die ausgewählten Maßnahmen(-bündel) weiter konkretisiert und erneut bewertet werden. Unter einer **Konkretisierung** werden die folgenden Aspekte verstanden:

- die Definition eines eindeutigen **Ortsbezuges** hinsichtlich der Störfälle und der zu ergreifenden Maßnahmen,
- die detaillierte **Ausgestaltung** von Einzelmaßnahmen und Gesamtstrategien hinsichtlich der zeitlichen Abfolge und der Einbeziehung sowie Aufgabenzuteilung einzelner Akteure,
- die Definition von **Kriterien und Messgrößen** zur Strategieaktivierung und -deaktivierung,
- Erstellung von funktionalen **Ablaufplänen**, aus denen Entscheidungsprozesse und technische, organisatorische und informelle Übergabepunkte beschrieben werden,
- die Definition von **Kommunikationswegen und Schnittstellen** innerhalb und zwischen technischen Systemen sowie die Sicherstellung der Kompatibilität von Daten verschiedener Akteure. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung FGSV (2011), S. 18)

Weiterhin sollen in der Entwurfsplanung konkrete **Betriebskonzepte** erstellt werden, in denen Rollen, zu erbringende Leistungen, Abläufe, notwendige Hard- und Softwarekomponenten festgelegt werden. Diese prozessorientierte Festlegung sollte im Rahmen des Konzeptes formalisiert und dokumentiert werden. (vgl. FGSV (2011), S. 19)

Auf dieser Planungsstufe erfolgt eine **weitere Bewertung**. Im Gegensatz zur Vorplanung soll die **Genauigkeit** der Bewertung und die **Aussagekraft** der Ergebnisse **erhöht** werden. Die Strategieentwürfe sind zunächst dahingehend zu überprüfen, ob sie den übergeordneten Zielen entsprechen. Nach welchen Kriterien dies genau geschehen soll, ist den gesichteten Veröffentlichungen nicht vollständig zu entnehmen und ist Gegenstand der Ausführungen in Kapitel 4. Innerhalb der Strategiebewertung nimmt die verkehrliche Bewertung in dieser Phase, also inwieweit die Wirkungen einzelner Maßnahmen(-bündel) zur Zielerreichung beitragen, erneut eine gewichtige Rolle ein. (vgl. FGSV (2011), S. 19) Durch die Bewertung am Ende der Entwurfsplanung wird eine Strategieauswahl getroffen, welche in den weiteren Planungsstufen weiter konkretisiert wird.

Bei erhöhtem Handlungsbedarf, z. B. in Form von Infrastrukturerweiterungen, ist die wirtschaftliche Bewertung, beispielsweise in Form einer Nutzen-Kosten-Bewertung, von erhöhter Wichtigkeit (s. dazu auch Kapitel 3). Bei der Nutzen-Kosten-Bewertung ist zu berücksichtigen, dass einzelne, kostenrelevante Strategieelemente nicht nur während der Strategieanwendung, sondern bestenfalls auch im Regelzustand zur Anwendung kommen sollten. Weiterhin ist in dieser Phase darauf zu achten, dass zum Zwecke der Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit die einzelnen Bewertungsprozesse, -schritte und -ergebnisse ausreichend dokumentiert werden. (vgl. FGSV (2011), S. 19 und die Ausführungen in Kapitel 5)

### 2.3.2.4. Genehmigungsplanung

In dieser Planungsstufe erfolgt die **konkrete Abstimmung** der zuvor positiv bewerteten Strategie. Insbesondere sind **verbindliche Vereinbarungen** u. a. hinsichtlich der Finanzen, Organisation, Aufgabenverteilung, Zuständigkeiten, Abläufe sowie hinsichtlich des Datenaustauschs und der

Datenüberlassung zu treffen. Für die Realisierung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements ist das Zusammenwirken von verschiedenen Systemen, beispielsweise zur Verkehrslageerfassung oder zur Verkehrsbeeinflussung, erforderlich. Dafür ist es wiederum notwendig, dass technische und organisatorische Strukturen existieren, die eine schnelle Aktivierung von Strategien im Bedarfsfall unterstützen. Insbesondere für Strategien, die mehrere Zuständigkeitsbereiche umfassen, sind eine integrierte Strategieentwicklung, die gegenseitige Kenntnis der Verkehrslage sowie aktuelle und geplante Steuerungszustände der relevanten Systeme von hoher Bedeutung. Daher ist die **Ausgestaltung der Kooperations- und Kommunikationswege** sowie der Datenformate frühzeitig in den Planungsprozess zu integrieren. Dies betrifft den gesamten Prozess der **Vernetzung**, welcher eng verzahnt ist mit dem der Strategieentwicklung und der Strategieumsetzung. (vgl. FGSV (2011), S. 19f.)

#### 2.3.2.5. Ausführungsplanung

Während der letzten Planungsstufe werden die zuvor erarbeiteten **Konzepte und Vereinbarungen** noch detaillierter ausgestaltet, was bedeutet, dass Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten, Entscheidungsbefugnisse, Handlungsabläufe und insbesondere Entscheidungskriterien zur Strategieaktivierung und -deaktivierung sowie zur Strategieüberwachung **verbindlich festgelegt** werden. Weiterhin ist eine Priorisierung zu erstellen, auf deren Grundlagen Auswahlentscheidungen für den Fall getroffen werden können, wenn mehrere Strategien für ein Untersuchungsgebiet erstellt und für eine bestimmte Störfallsituation möglich sind.

Weitere Aktivitäten während der Ausführungsplanung beinhalten die **Erarbeitung von Betriebsdokumenten**, wie beispielsweise Handbücher, Ablaufpläne, Organigramme, und die konkrete **Planung** von benötigten **systemtechnischen Soft- und Hardwareausrüstungen**. Die Planung und Ausführung der systemtechnischen Ausrüstung kann verschiedene Akteure und Funktionsebenen betreffen, weshalb ein intensiver Austausch und organisatorische sowie technische Schnittstellen und Kompatibilitäten gewährleistet sein müssen. (vgl. FGSV (2011), S. 20)

#### 2.3.3. Phase der Strategieimplementierung

Nachdem die Strategien ausgewählt worden sind, folgt im Anschluss die Implementierung aller notwendigen Komponenten, d. h. der **Aufbau bzw. die Anpassung der notwendigen Systeme und Strukturen**, sofern dies erforderlich ist. Die Implementierung umschließt somit die organisatorisch-institutionelle Ebene und insbesondere die technisch-physischen Teilsysteme, die für eine Strategieaktivierung notwendig sind. Interne Teilsysteme und deren Daten befinden sich im Zuständigkeits- und Verfügbarkeitsbereich der Verkehrsmanagementzentrale, während externe Teilsysteme und deren Daten von außenstehenden Akteuren bezogen und somit in das Gesamtsystem zu integrieren sind. Teilsysteme umfassen u. a. solche zur Verkehrslageermittlung, für das Strategiemanagement, zur Verkehrssteuerung und Verkehrslenkung im individual sowie öffentlichen Verkehr oder zur Strategieüberwachung. (vgl. FGSV (2011), S. 25ff.)

Auf der **Managementebene** sind **verbindliche Definitionen, Abläufe und Vereinbarungen** zur Störfallerkennung sowie zur Auswahl, Auslösung, Überwachung und Aufhebung von Verkehrsmanagementstrategien zu treffen und ggfs. probeweise anzuwenden. Dazu sind entsprechende EDV gestützte **Programme** oder manuelle **Dokumente** zu **entwickeln**. Bei vollautomatischen Systemen wird die Ausführung der genannten Elemente für die Strategieaktivierung und den Strategiebetrieb im Gegensatz zur manuellen oder teilautomatischen Strategieaktivierung vollständig durch ein System ausgeführt. (vgl. FGSV (2011), S. 21)

Während der Implementierungsphase können **Probleme auftreten oder identifiziert** werden, die zuvor trotz sorgfältiger Planung nicht erkannt oder unterschätzt worden sind. Aus diesem Grund ist es notwendig, eine **Zwischenbewertung** vorzunehmen, bei der eine Strategie auf Grundlage der eingetretenen Probleme oder geänderter Rahmenbedingungen nochmals bewertet werden muss. Hinzu kommt, dass durch den möglichen **Aufbau oder die Erweiterung der systemtechnischen Infrastruktur** (Hard- und Software) die **Funktionalität der Systeme** vor der regulären Inbetriebnahme **überprüft** und sichergestellt werden sollte. Basierend auf dem Ausgang der

Zwischenbewertung kann es notwendig sein, in eine der Planungsstufen zurückzuspringen, um Änderungen an der Strategie vorzunehmen, damit die identifizierten Probleme behoben oder umgangen werden können. Für kleinere Probleme, welche u. a. die Effektivität und die Kosten einer Strategie nicht negativ beeinflussen, können Justierungen auch ohne einen größeren Aufwand vorgenommen werden, sofern dies rechtlich gestattet ist. Sind keine Probleme festzustellen oder zu erwarten bzw. keine Änderung an der Strategie und den notwendigen Systemen vorzunehmen, kann die Strategie für den Betrieb freigegeben werden.

### 2.3.4. Phase des Strategiebetriebs

Nach der Realisierung bzw. Implementierung der Strategie erfolgt der Strategiebetrieb, womit die konkrete Ausführung und Anwendung einer Strategie in einer Störfallsituation gemeint ist. Die folgende Abbildung 11 stellt die einzelnen Phasen einer Störfallsituation und dazugehöriger Strategiebetriebsphase im dynamischen Verkehrsmanagement und die wichtigsten Elemente innerhalb der Prozesskette dar.

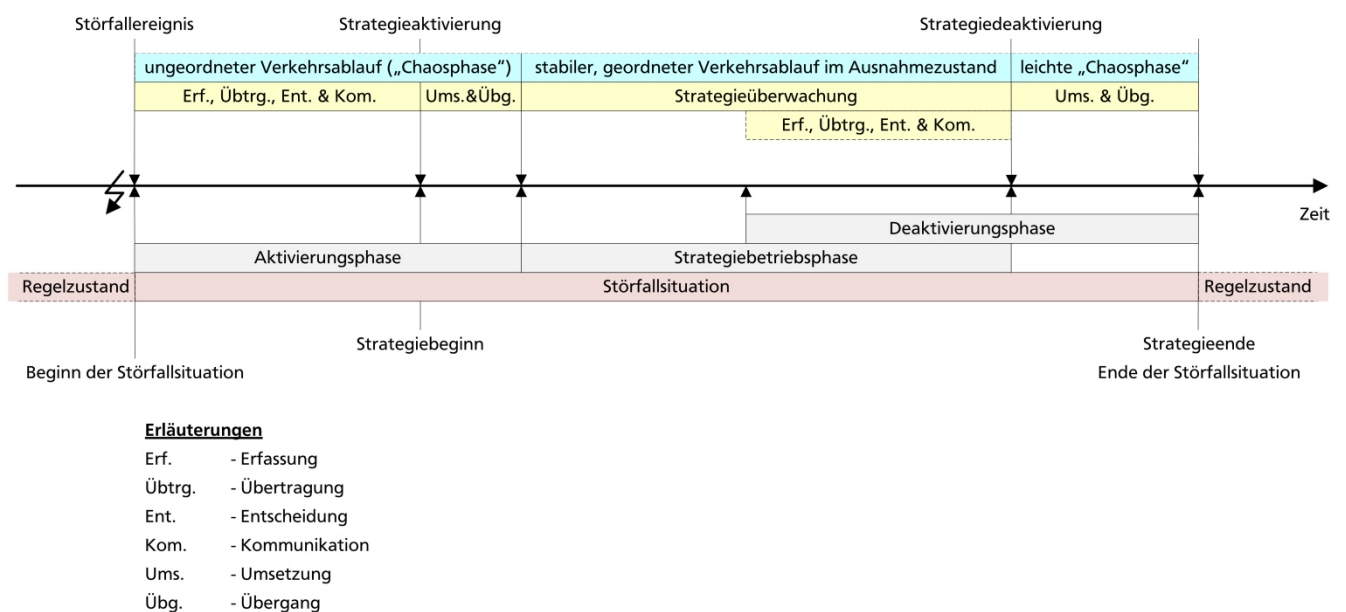


Abbildung 11: Schematischer Ablauf des Strategieeinsatzes im Falle einer Störfallsituation (basierend auf Chu/Fornauf (2012), S. 48).

Gemäß der Definition aus dem vorangegangenen Kapitel wird der **Regelzustand** des Verkehrsablaufs durch ein **Störfallereignis** unterbrochen. Der Unterschied zwischen einer Störfallsituation und einem Regelzustand besteht darin, dass für den Störfallzustand Leit-, Steuerungs-, Bezahl- und/oder Informationssysteme zum Einsatz kommen können, ohne die ein stabiler Verkehrsfluss bzw. eine ausreichende Verkehrsqualität nicht gewährleistet werden kann.

Für den Strategiebetrieb ist zunächst eine **Erfassung** der Verkehrslage erforderlich, auf deren Grundlage Störfälle erkannt und die dafür entwickelte Strategie aktiviert werden kann. Neben der Verkehrslageerfassung rückt mittlerweile auch die Erfassung von Umweltschadstoffen in den Fokus des allgemeinen Interesses, nicht zuletzt aufgrund gesetzlicher Vorgaben. Beim Überschreiten von umweltbezogenen Grenzwerten können ebenfalls dafür definierte dynamische Strategien aktiviert werden.

Nachdem der Störfall erfasst wurde, sind alle störfallrelevanten Informationen an die verantwortlichen Akteure zu **übertragen**. Auf Grundlage der vorliegenden Informationen wird im Anschluss die **Entscheidung** getroffen, ob und welche Strategie zum Einsatz kommen soll. Die Entscheidungsfindung hängt in hohem Maße von den zur Verfügung stehenden Informationen ab sowie von den zuvor festgelegten Entscheidungsregeln, den an der Entscheidung involvierten Institutionen und dem Grad der Vernetzung.

Ist eine Entscheidung bzw. Strategieauswahl getroffen und an die verantwortlichen Akteure **kommuniziert** worden, beginnt die **Umsetzung** der Strategie, in der die in einer Strategie enthaltenen Maßnahmen und die dafür notwendigen systemtechnischen Komponenten, beispielsweise zur Verkehrsführung oder zur Information der Verkehrsteilnehmer, aktiviert werden. Der Beginn der Umsetzung kann mit dem eigentlichen Start einer Strategie gleichgesetzt werden. Die Umsetzung von Maßnahmen kann dabei entweder automatisiert erfolgen (closed-loop) oder durch manuelle Eingriffe des Personals (open-loop) (vgl. Boltze et al. (2006), S. 25). Die Dauer der Umsetzung hängt von den einzusetzenden Maßnahmen, der Anzahl der zu informierenden Akteure und den eingerichteten Kommunikationsstrukturen ab.

Der gesamte Zeitraum, inklusive der Erfassung, der Übertragung, der Entscheidung, der Umsetzung und des Übergangs wird als **Aktivierungsphase** bezeichnet. Der Übergang endet, sobald alle strategierelevanten Systeme und Personen im Einsatz sind, und ein stabiler Verkehrsfluss hergestellt wurde. Die Aktivierungsphase sollte so kurz wie möglich sein, um möglichst schnell von einem ungeordneten zu einem stabilen Zustand zu gelangen. Für unvorhersehbare Störfallereignisse kommen in erster Linie unimodale Maßnahmen in Betracht. Für (teilweise) planbare Störfallereignisse können auch inter- bzw. multimodale Maßnahmen eingesetzt werden (vgl. FGSV (2003), S. 11). Auch wenn es sich im Rahmen dieser Arbeit um Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements handelt, bedeutet dies nicht, dass nicht auch Strukturen und Maßnahmen des statischen Verkehrsmanagements integriert werden können (vgl. FGSV (2003), S. 13). Eine ausführlichere Auseinandersetzung mit der Strategieaktivierung erfolgt in Kapitel 4.4.1.

Während der Aktivierungsphase haben die Verkehrsteilnehmer ein **Informationsdefizit** und verfügen kaum über alternative, optimierte Handlungsanweisungen. Dies hat zur Folge, dass sich je nach Störfallsituation aufgrund von falschem oder zögerlichem Fahrverhalten die Verkehrslage verschlechtert. Der Zustand der mangelnden Informationsversorgung der Verkehrsteilnehmer kann daher auch als ‚**Chaosphase**‘, einem Zustand des ungeordneten Verkehrsablaufs, beschrieben werden.

Die ausgewählten Maßnahmen werden anschließend über Leit-, Steuerungs- und Informationssysteme solange **betrieben** und **überwacht**, bis die Störungsursache beseitigt und ein normalisierter Regelzustand wieder möglich ist. Für den Verkehrszustand während des Strategiebetriebs wird als Antonym für den Regelzustand der Begriff des **(stabilen) Ausnahmezustandes** verwendet. Stabil bedeutet dabei, dass ein geordneter Verkehrsfluss ermöglicht wird, auch wenn durch Kapazitätsrestriktionen die Qualität des Verkehrsablaufs schlechter ist als im Regelzustand. Während des Strategieeinsatzes wird in der Regel der Störungsgrund, entweder aktiv (z. B. durch Räumung einer Unfallstelle) oder passiv (z. B. durch Unterschreitung von Immissionsgrenzwerten, zu denen indirekt auch Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements beitragen können), beseitigt. Der Beginn der Ursachenbeseitigung kann dabei unmittelbar mit dem Auftreten des Störfallereignisses beginnen und muss daher nicht zwangsläufig auf den Zeitpunkt des Strategiebeginns oder den Beginn des stabilen Ausnahmezustandes fallen.

Sobald der Störungsgrund nicht mehr vorliegt, und ein normaler Verkehrsablauf im Regelzustand wieder gewährleistet werden kann, beginnt die Phase der **Deaktivierung** der Strategie. Auch hierfür ist es notwendig, dass der Verkehrszustand erfasst wird, um festzustellen und zu entscheiden, ob die Deaktivierung eingeleitet werden kann. Die temporär für die Strategie eingesetzten Maßnahmen, Systeme und Informationen werden nach erfolgter Entscheidung sukzessiv zurückgenommen sowie die Beendigung der Strategie unter den Beteiligten kommuniziert und entsprechende Handlungsanweisungen erlassen. Ähnlich wie bei der Aktivierungsphase ist die Dauer der Deaktivierungsphase abhängig von der Komplexität der Strategie sowie vom Vernetzungsgrad und den Abstimmungsprozessen unter den beteiligten Akteuren. Im Einzelnen sind während der Deaktivierung in Analogie zur Aktivierungsphase grundsätzlich die Elemente Erfassung, Übertragung, Entscheidung, Umsetzung und Übergang enthalten.

Sobald alle störfallbedingten Behelfsmaßnahmen eingestellt wurden, und sich der Verkehrsablauf im Sinne eines **Regelzustandes** wieder normalisiert hat, kann die gesamte Störfallsituation, welche mit dem Auftreten des Störfallereignisses begonnen hat, als beendet angesehen werden.

Durch die sukzessive Rücknahme von Informationen und Handlungsanweisungen mittels der entsprechenden Systeme kann es auch in der Phase der Deaktivierung, vom Übergang des Ausnahmezustandes zum Regelzustand, zu ungeordneten Verkehrsabläufen kommen. Dies hängt u. a. auch von der Dauer des stabilen Ausnahmezustands ab und davon, inwieweit sich die Verkehrsteilnehmer an die Behelfsmaßnahmen der Strategie gewöhnt und darauf eingestellt haben. Im Gegensatz zur Aktivierungsphase können die möglichen Auswirkungen auf den Verkehrsablauf während der Deaktivierungsphase allerdings besser abgeschätzt und dementsprechend besser geplant werden, beispielsweise in dem der Zeitpunkt des Beginns der Deaktivierung so gewählt wird, dass möglichst geringe Probleme zu erwarten sind. Aus diesem Grund sind die Auswirkungen in dieser Phase i. d. R. kleiner, weshalb der Begriff der ‚leichten Chaosphase‘ für diesen Übergangszustand verwendet wird.

Die Umsetzung der Strategien erfolgt ebenso wie die Strategieentwicklung und die Entwicklung der Vernetzung in mehreren Stufen, die in Wechselwirkung miteinander stehen. Der komplette Zusammenhang zwischen den Prozessen der Strategieentwicklung (Prozess A), der Konzeption der Vernetzung (Prozess B) und der Strategieumsetzung (Prozess C) ist in der folgenden Abbildung 12 zusammengefasst dargestellt.

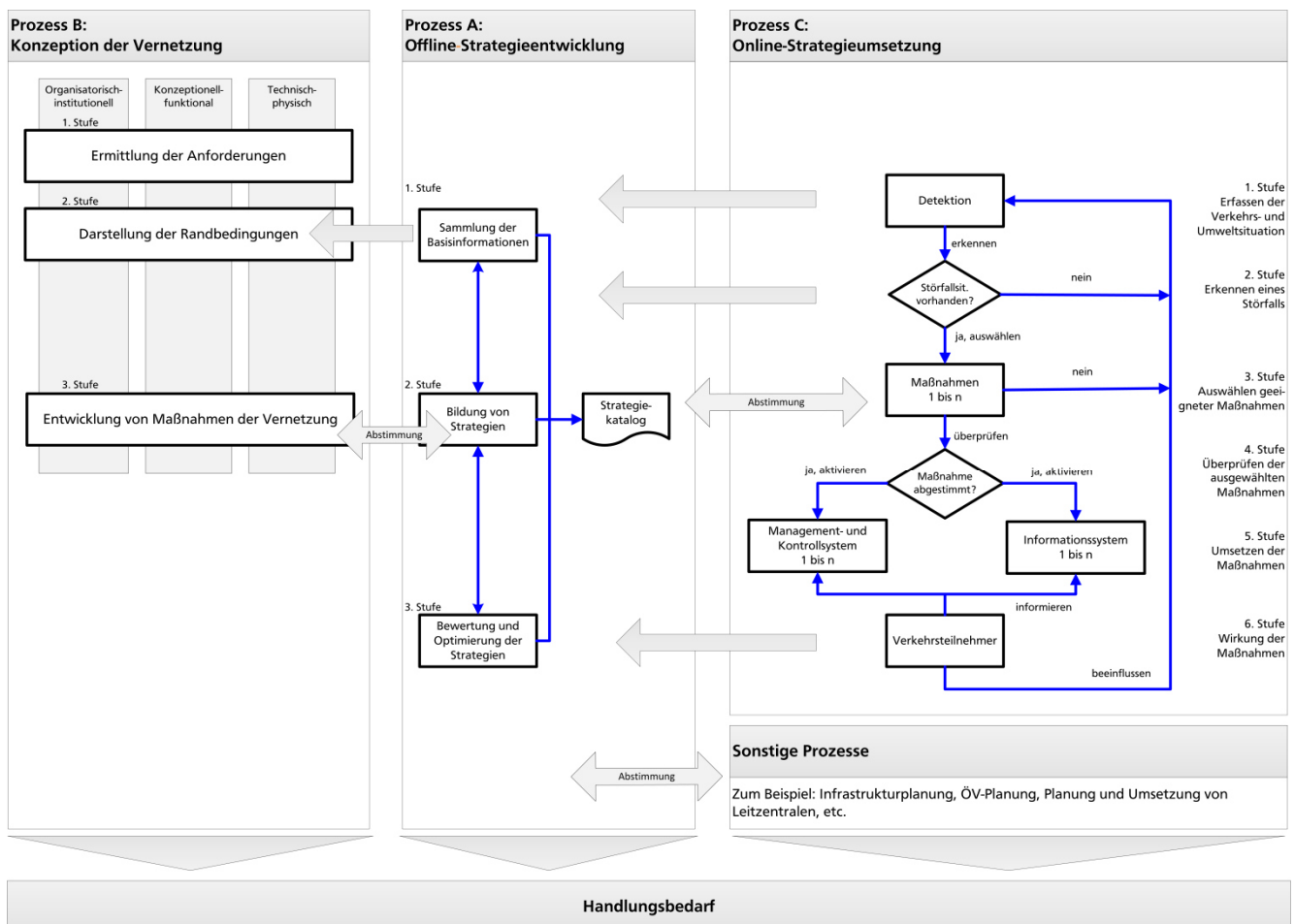


Abbildung 12: Zusammenhang zwischen Strategieentwicklung, Vernetzung und Strategierealisierung (leicht modifiziert nach Boltze/Breser (2005), S. 29 und FGSV (2003), S. 14).

Die Konzeption der Vernetzung wirkt übergreifend in alle Entwicklungs- und Umsetzungsstufen hinein und ist daher von hoher Bedeutung. Aus diesem Grund wird der Aspekt der Vernetzung im nachfolgenden Kapitel eingehender erläutert.

### 2.3.5. Konzeption der Vernetzung

Der Prozess der **Vernetzung** ist eng verzahnt mit dem der Strategieentwicklung und der Strategieumsetzung. Für eine effiziente Konzeption einer Vernetzung müssen zum einen die Vernetzungsanforderungen einer Strategie bekannt sein, zum anderen muss die Strategieentwicklung die existierende oder realisierbare Vernetzung berücksichtigen. (vgl. Boltze/Breser (2005), S. 22ff.)

Für die Vernetzung von Telematiksystemen stehen, wie Abbildung 13 veranschaulicht, verschiedene Formen zur Verfügung:

- die **lokale Vernetzung** (direkte Verbindung mehrerer Systeme),
- die **polyzentrische Vernetzung** (Anbindung der Systeme an unterschiedliche, miteinander verbundene Zentrale),
- die **monozentrische Vernetzung** (Verbindung mehrerer Systeme über eine gemeinsame Zentrale) und
- **Mischformen** (Kombination aus den drei zuvor beschriebenen Formen). (vgl. bzgl. der Auflistung Boltze/Breser (2005), S. 21)

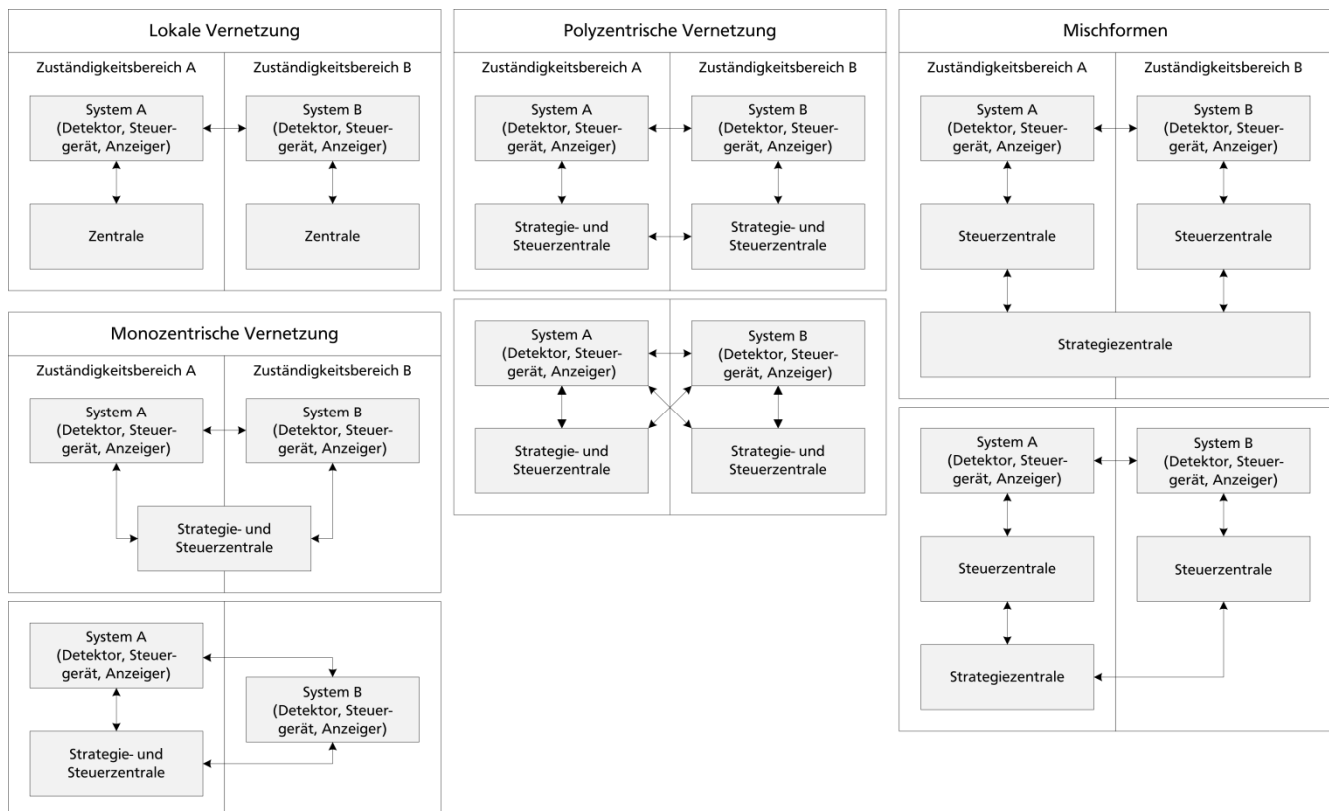


Abbildung 13: Grundformen der Vernetzung (vgl. Boltze/Breser (2005), S. 22ff.).

Welche Form der Vernetzung gewählt wird, hängt letztlich von konzeptionell-funktionalen (z. B. Wirkungen), technisch-physischen (z. B. technischer Aufwand) sowie organisatorisch-institutionellen (z. B. Zuständigkeiten und Kompetenzen) Faktoren ab (vgl. Boltze et al. (2006), S. 24).

Der **Aufbau der Vernetzung** vollzieht sich analog zur Strategieentwicklung in mehreren Schritten. Zunächst müssen die **Anforderungen** an eine Vernetzung ermittelt werden, wie beispielsweise die Funktionsfähigkeit und der technische Aufwand zur lokalen Steuerung und zur Netzsteuerung sowie die vorhandenen Kompetenzen und Kooperations- und Organisationsanforderungen. Im nächsten Schritt müssen **Randbedingungen** ermittelt und überprüft werden, zu denen analog zur Strategieentwicklung u. a. die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes, die Untersuchung des strategischen Netzes und der Zuständigkeitsbereiche sowie die Ermittlung der Erfassungssysteme,



Steuerungs-, Leit- und Informationssysteme im Rahmen einer technischen Bestandsaufnahme gehören. (vgl. Boltze et al. (2006), S. 28ff.)

Im letzten Schritt erfolgt die **Entwicklung von Maßnahmen zur Vernetzung**. In dieser Phase geht es u. a. darum,

- auf der **konzeptionell-funktionalen** Ebene die möglichen Verbindungen zwischen Systemen und Zentralen sowie die auszutauschenden Daten zu identifizieren,
- auf der **technisch-physischen** Ebene die Schnittstellen, Datenformate sowie die Kommunikationstechnik zu entwickeln und aufzubauen,
- auf der **organisatorisch-institutionellen** Ebene die Kooperationsvereinbarungen für alle Beteiligten auszuarbeiten, die den organisatorischen Rahmen sowie Planungs- und Abstimmungsprozesse verbindlich festlegen. (vgl. bzgl. der Auflistung Boltze et al. (2006), S. 24)

### 2.3.6. Zielerreichungs- und Wirkungskontrolle

Nachdem Strategien implementiert und in den Betrieb genommen worden sind, ist nach gegebener Zeit zu überprüfen und zu bewerten, ob die Strategieziele und die anvisierten Wirkungen erreicht worden sind. Es bietet sich an, diese Bewertung nicht nur einmalig, sondern in **regelmäßigen Abständen**, z. B. im Rahmen eines Qualitätsmanagements, vorzunehmen. Der Begriff der **Qualität** leitet sich aus dem lateinischen Begriff ‚qualitas‘ ab, was so viel wie Beschaffenheit bzw. Güte bedeutet (vgl. Duden (1996), S. 598 und Brüggemann/Bremer (2012), S. 3). Gemäß DIN EN ISO 9000:2005 wird die Qualität als Grad bezeichnet, zu welchem Anforderungen fortwährend erfüllt werden. Daraus ergibt sich, dass sich die Qualität aus der **Gegenüberstellung von Soll-Anforderungen und Ist-Zuständen** ergibt (vgl. Gücker et al. (1995), S. 1). Das Qualitätsmanagement ist zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit Beginn der tayloristischen Arbeitsteilung zum ersten Mal in Erscheinung getreten, und ist seitdem in verschiedenen Disziplinen, inklusive der des Straßen- und Verkehrswesens, eingeführt und kontinuierlich weiterentwickelt worden (vgl. Brüggemann/Bremer (2012), S. 122ff.). Das **Qualitätsmanagement** ist definiert als die Abstimmung von „Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bzw. Qualität“, welche das Festlegen von Qualitätspolitik, Qualitätsziel, Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätsprüfung und Qualitätsverbesserung umfasst (DIN EN ISO 9000:2005).

Eine **kontinuierliche Wirkungs- und Erfolgskontrolle** ist notwendig, um die geforderte **Zielerreichung** zu überprüfen, einen etwaigen **Handlungsbedarf** zu identifizieren und entsprechende Änderungen bzw. Verbesserungen an einer Strategie vorzunehmen. Daher ist eine **Strategiebewertung** nicht nur vor und während der Implementierung, sondern auch im Anschluss, während bzw. **nach der Betriebsphase** notwendig, um eine dauerhafte Zielerreichung zu gewährleisten. Strategien sind demnach permanent zu überprüfen, ggfs. an sich ändernde Rahmenbedingungen anzupassen und somit ständig zu verbessern. Diese sich **ändernden Bedingungen** können u. a. technische Weiter- und Neuentwicklungen im Bereich der Fahrzeugtechnik, der Leit-, Steuerungs- und Erfassungstechnik oder der Informationssysteme umfassen, aber auch auf Veränderungen in der Verkehrszusammensetzung, im Mobilitätsverhalten oder der Infrastruktur (z. B. durch Alterung oder Neu-, Um- oder Ausbau) basieren. Der gesamte Prozesskreislauf mit den Elementen der Strategieplanung, der Strategieimplementierung, des Strategiebetriebs, der Strategieüberprüfung bzw. -bewertung sowie der Strategieanpassung bzw. -verbesserung entsprechen dem vom amerikanischen Physiker und Statistiker Deming entwickelten **Prinzip der ständigen Verbesserung** (vgl. Geiger/Kotte (2008), S. 11 und Jentsch (2009), S. 9).

Bei der Bewertung geht es in erster Linie um die **Überprüfung**, ob die entwickelten Strategien die definierten **Ziele erreicht** und die gewünschten **Wirkungen erfüllt** haben, was beispielsweise durch einen **Vorher-Nachher-Vergleich** oder **Soll-Ist-Vergleich** überprüft werden kann. Dazu bietet sich eine Differenzierung in einen ‚Nullfall‘, ‚Ohnefall‘ und ‚Mitfall‘ an. Der **Nullfall** beschreibt dabei einen Verkehrszustand ohne Störfallsituation, der **Ohnefall** einen Verkehrszustand mit einer

Störfallsituation, aber ohne den Einsatz einer Störfallstrategie. Der **Mitfall** schließlich beschreibt einen Verkehrszustand mit einer Störfallsituation und unter dem Einsatz einer Störfallstrategie. Aus den Ergebnissen der drei Fälle lässt sich zum einen der ‚**Problemwirkungsbereich**‘ aus der Differenz zwischen Nullfall und Ohnefall, und zum anderen der ‚**Maßnahmenwirkungsbereich**‘ aus der Differenz zwischen Ohnefall und Mitfall ermitteln. (vgl. FGSV (2003), S. 21f.)

Weiterhin sind auch organisatorisch-institutionelle sowie systemtechnische Prozesse in die Bewertung mit einzubeziehen. Sind Änderungen an einer Strategie vorzunehmen, so sind diese vor der Inbetriebnahme bzw. ggfs. vor der Implementierung erneut zu bewerten. (vgl. (FGSV 2011), S. 30f.)

Basierend auf den Begriffen des Qualitätsmanagements bezieht sich auch die Zielerreichungs- und Wirkungskontrolle einer Strategie nach erfolgter Inbetriebnahme auf **Produkte** und **Prozesse** einer Strategie. Produkte umfassen im Allgemeinen Hardware (z. B. Straßen, Tunnel, Beschilderungen), Software (z. B. Signalprogramme) oder Dienstleistungen (z. B. Verkehrsinformationen). Prozesse umfassen grundsätzlich die Planung, die Implementierung und den Betrieb (vgl. DIN EN ISO 9004).

Bezugnehmend auf das Thema der Strategiebewertung und auf die in den Kapiteln 2.3.2 bis 2.3.4 dargestellten Stufen ist abschließend zu klären, welche Produkte und Prozesse im Allgemeinen diesen einzelnen Stufen zuzuordnen sind. Diese **grundsätzliche Zuordnung** ist in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

		Wesentliche Prozesse	Wesentliche Produkte
Phasen der Strategieentwicklung und Strategieumsetzung	Planungsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besprechen und Diskutieren</li> <li>• Datenerfassung, -übertragung, -verarbeitung und -aufbereitung</li> <li>• Analysieren und Auswertungen</li> <li>• Berechnen, Programmieren und Modellieren/Simulieren</li> <li>• Bewerten, Abwägen und Entscheiden</li> <li>• Überwachen</li> <li>• Dokumentieren</li> <li>• Absprechen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideen, Vorschläge, Diskussionspapiere</li> <li>• Diskussions-, Berechnungs-, und Analyseergebnisse</li> <li>• Modelle und Simulationen</li> <li>• Pläne, Betriebskonzepte</li> <li>• Leitfäden, Handlungsanweisungen (Work-flows, Kommunikations- und Entscheidungsabläufe und -regeln)</li> <li>• Strategien</li> <li>• Betriebsdokumente</li> <li>• Vereinbarungen</li> </ul>
	Implementierungsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschaffen</li> <li>• Aufbauen (physisch, strukturell)</li> <li>• Vernetzen</li> <li>• Programmieren</li> <li>• Überwachen</li> <li>• Dokumentieren</li> <li>• Absprechen</li> <li>• Bewerten, Abwägen und Entscheiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastruktur</li> <li>• Schilder</li> <li>• Software</li> <li>• Signalprogramme</li> <li>• Verträge</li> <li>• Vernetzung</li> <li>• Entscheidungsregeln</li> </ul>
	Betriebsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassen</li> <li>• Entscheiden</li> <li>• Auswählen</li> <li>• Aktivieren und Deaktivieren</li> <li>• Abstimmen</li> <li>• Überwachen und Kontrollieren</li> <li>• Überprüfen</li> <li>• Bewerten, Abwägen und Entscheiden</li> <li>• Verwalten</li> <li>• Informieren</li> <li>• Kommunizieren</li> <li>• Dokumentieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• visuelle und akustische Handlungsanweisungen (Routenempfehlungen)</li> <li>• visuelle und akustische Informationen</li> <li>• verkehrliche Maßnahmen (z. B. Ersatzverkehre, Sperrungen, Pförtnerungen)</li> <li>• Entscheidungen</li> <li>• (Schalt-)Befehle</li> </ul>

Tabelle 2: Auswahl wesentlicher Prozesse und Produkte im Rahmen der Strategieplanung, -implementierung und des Strategiebetriebs (eigene Darstellung).

## 2.4. Definition und Typisierung von Störfall- und Strategieszenerarien

In den vorangegangenen Unterkapiteln sind bereits einige Gründe für den Einsatz dynamischer Strategien benannt und ferner Strategieeigenschaften analysiert worden. Diese Erkenntnisse sollen in diesem Abschnitt nochmals aufgegriffen und, darauf aufbauend, verschiedene Szenarien für den Strategieeinsatz identifiziert werden. Dadurch soll eine **bessere Strukturierung und Typisierung** erreicht werden, die es im späteren Verlauf erlaubt, einzelne Bewertungsmethoden den verschiedenen Szenarien zuzuordnen. Je nach Strategieszenerario ergeben sich nicht nur unterschiedliche Anforderungen an die Ausgestaltung einer Strategie, sondern damit einhergehend auch an die Strategiebewertung.

### 2.4.1. Störfallrisiko

Gemäß der Definition eines Störfallszenarios aus Kapitel 2.1.4 sind für eine Typisierung die **Art des Störfallereignisses**, die daraus **resultierenden Probleme**, die sich **ergebenden und begleitenden Zustände** sowie die für eine spezifische Störfallsituation **vorgesehenen Maßnahmen** zu berücksichtigen. Mögliche Ereignisse, die zur Entstehung einer Störfallsituation in Betracht kommen können, sind bereits im Abschnitt 2.3.1 benannt worden. Allerdings geben erst die mit einem Störfallereignis einhergehenden Zustände und Probleme ein umfängliches Bild über die **Anforderungen** und den nötigen Umfang **einer Strategie**. Je größer diese ausfallen, desto größer können auch die Anforderungen und Erwartungen sein, die an eine Strategiebewertung gerichtet werden. Dabei steigen die Anforderungen und Erwartungen an eine Strategie prinzipiell umso mehr, je höher das Risiko für ein Störfallereignis ist. Der Begriff **Risiko** stammt ursprünglich von dem arabischen Wort ‚rizq‘ und bezeichnet den von Gottes Gnaden abgeleiteten Lebensunterhalt (vgl. Krause/Borens (2009), S. 180). Nach heutigem allgemeinem Verständnis ist das Risiko ein Ereignis mit negativen Auswirkungen und ergibt sich aus dem Produkt der **Eintrittswahrscheinlichkeit** eines Störfalls und der zu erwartenden **Schadensschwere** bzw. Folgeschwere. (vgl. Krause/Borens (2009), S. 180 i. V. m. Krause (2009), S. 21f. und Chu/Fornauf (2012), S. 45ff.) Je höher das Risiko ist, desto umfangreicher und genauer ist eine Strategiebewertung durchzuführen, um angemessen auf eine Störfallsituation und deren Auswirkungen reagieren zu können. Daher sind die beiden Faktoren der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Schadensschwere zunächst genauer zu betrachten.

#### 2.4.1.1. Eintrittswahrscheinlichkeit

Störfallsituationen, die regelmäßig oder zumindest oft auftreten, nehmen in der Regel einen großen Einfluss auf die Befindlichkeiten der Verkehrsteilnehmer und sonstiger Betroffener. Die Häufigkeit einer Störfallsituation und damit verbunden auch die Eintrittswahrscheinlichkeit weiterer Störfallsituationen hängen von verschiedenen Faktoren ab. Das Störfallereignis ist dabei der wesentliche Faktor und soll aus diesem Grund gemäß der Eintrittswahrscheinlichkeit typisiert werden.

#### Spontane Störfallereignisse

Die Häufigkeit und Eintrittswahrscheinlichkeit sind aufgrund der schweren Prognostizierbarkeit von plötzlich eintretenden, spontanen Störfallereignissen nur schwer abzuschätzen. Verallgemeinernd kann man aber davon ausgehen, dass spontane Störfallereignisse, beispielsweise hervorgerufen durch Unfälle, plötzliche Infrastrukturschäden oder Demonstrationen, zwar unregelmäßig und plötzlich, aber zumindest in bestimmten Untersuchungsgebieten (z. B. in Ballungszentren) aufgrund der hohen Zahl an Verkehrsteilnehmern und Einwohnern vergleichsweise oft auftreten können. Bei **Unfällen** können historische Daten sowie weitere Rahmenbedingungen, wie die zulässige Höchstgeschwindigkeit, die Geometrie der Straßenverkehrsanlagen, die Übersichtlichkeit des Verkehrsgeschehens oder das Verkehrsaufkommen Aufschluss über die Eintrittswahrscheinlichkeit geben. Bei plötzlich auftretenden **Infrastrukturschäden** kann insbesondere das Alter der Infrastruktur ein mögliches Indiz für die Gefahr eines Schadensfalles sein. Ebenso kann eine angespannte gesellschaftliche Gemütslage u. a. bedingt durch die aktuelle Wirtschaftslage, politische Unzufriedenheit, internationale Konflikte oder überregionale Umweltkatastrophen die Wahrscheinlichkeit von **Demonstrationen** steigern. Für einige spontane Störfallereignisse können prinzipiell gute Erfahrungswerte angenommen werden, da beispielsweise Unfälle und Schäden der Infrastruktur durchaus gängige Störfallereignisse sind. Die Schwierigkeit liegt vielmehr in der zeitlichen und räumlichen Verortbarkeit und, damit einhergehend,

in der schwierigen Prognostizierbarkeit dieser Art von Störfallereignissen und den daraus resultierenden Problemen.

### Regelmäßige Störfallereignisse

Pendlerverkehre in wirtschaftsstarke Ballungsräumen führen häufig und regelmäßig zu werktäglichen **Überlastungen** in morgendlichen und abendlichen Spitzenstunden. Das hohe, geballte Verkehrsaufkommen, gepaart mit unzureichenden Kapazitäten der vorhandenen Infrastruktur in den Ballungsgebieten, führt u. a. auf den Ein- und Ausfallachsen zu erheblichen Verzögerungen bzw. Zeitverlusten, und nicht zuletzt zu steigenden verkehrsbedingten Emissionen. Der gleiche Sachverhalt lässt sich auch auf ferienbedingte **Urlaubsverkehre** übertragen, die zu periodisch wiederkehrenden Überstauungen, beispielsweise auf Bundesautobahnen, führen. Auch in Städten und Regionen, die aufgrund regelmäßiger **Großveranstaltungen** (z. B. periodisch wiederkehrende Messen, Fußballspiele oder Konzerte wie ‚Rock am Ring‘) mit einer hohen Verkehrsnachfrage rechnen müssen, ist eine erhöhte Eintrittswahrscheinlichkeit von Störfallereignissen gegeben. Aufgrund der Regelmäßigkeit des Auftretens solcher Störfallereignisse sind gewisse Erfahrungswerte vorhanden, und die negativen Auswirkungen lassen sich zeitlich und räumlich verhältnismäßig gut verorten und prognostizieren.

### Sporadische Störfallereignisse

Diese Art von Störfallereignissen tritt selten und unregelmäßig auf, erfordert aber dennoch aufgrund ihres Ausmaßes einen sehr hohen verkehrsplanerischen Aufwand, da für einen begrenzten Zeitraum mit einer enormen Verkehrsnachfrage zu rechnen ist. Sporadische Störfallereignisse umfassen beispielsweise **mehrtägige Großveranstaltungen**, wie olympische Sommer- oder Winterspiele, Fußballwelt- oder Europameisterschaften oder Großveranstaltungen wie die Weltausstellung. Aber auch **Baustellen**, beispielsweise für Instandsetzungs- oder Erweiterungsarbeiten der Infrastruktur, die für eine begrenzte Zeit betrieben werden müssen, können in diese Kategorie subsumiert werden. Bei Baustellen ist generell zu überprüfen, ob sie in den Bereich des dynamischen Verkehrsmanagements fallen. Bei Großbaustellen, welche über mehrere Wochen oder Monate andauern, können auch ‚**quasi-statische**‘ Maßnahmen durch das Verkehrsmanagement eingesetzt werden, die nur für die Dauer der Baustelle eingerichtet werden. Den negativen verkehrlichen Auswirkungen von Tagesbaustellen hingegen, kann durch Maßnahmen des dynamischen Verkehrsmanagements begegnet werden. Diese Art von Störfällen ist räumlich und zeitlich gewiss relativ gut zu prognostizieren, die Probleme und negativen Auswirkungen lassen sich aber aufgrund der Dimension und mangelnden Erfahrung nur bedingt gut abschätzen. Zwar können Erfahrungswerte vergleichbarer Ereignisse aus anderen Regionen herangezogen werden, deren Übertragung auf das eigene Untersuchungsgebiet muss aber aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen kritisch hinterfragt werden.

### Umwelt- und Witterungsereignisse

Diese Kategorie stellt eine Sondergruppe dar, weil sie sich nicht ohne weiteres in die bereits beschriebenen Szenarien einordnen lässt. Zu diesem Typus gehören Störfallereignisse, welche beispielsweise durch gesetzliche **Grenzwertüberschreitungen**, **Nebel**, **Glätte**, starke **Regen- oder Schneefälle** hervorgerufen werden. Je nach geographischer und klimatischer Lage sind einige Untersuchungsgebiete stärker von meteorologischen Einflüssen betroffen als andere. Die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens eines solchen Störfallereignisses ist in solchen Gebieten entsprechend höher einzustufen. Das Gleiche gilt auch für die Schadstoffemissionen eines Gebietes. Durch die Ansiedlung von Industrieunternehmen und Fabriken, durch hohes Verkehrsaufkommen sowie ungünstigen meteorologischen und topographischen Gegebenheiten ist die Wahrscheinlichkeit für das Überschreiten gesetzlicher Grenzwerte größer. Auf Grundlage dieser Zustände und Randbedingungen lässt sich das zeitliche Auftreten zunächst grob abschätzen. Kurz vor dem Auftreten eines solchen Störfallereignisses kann die Abschätzung durch entsprechende meteorologische Vorhersagen präzisiert werden. Dadurch ist eine gewisse Vorbereitungszeit gegeben, in der die Dauer und Schwere eines solchen Störfallereignisses und damit die entsprechende Strategie bestimmt werden kann. Eine weitere Besonderheit dieses Störfallszenarios ist, dass sich die dazugehörigen Störfallereignisse nicht auf einzelne Punkte oder Abschnitte, sondern über gesamte Netze oder zumindest Teilnetze erstrecken.

### Weitere Aspekte

Es ist davon auszugehen, dass **Verständnis und Toleranz** auf Seiten der betroffenen Personen in Störfallsituationen, die nur selten auftreten und ungeachtet weiterer Einflussgrößen, wie Dauer und Folgen einer Störfallsituation, prinzipiell höher sind als für Störfallsituationen, die häufig auftreten. Diese Überlegung führt zu der Annahme, dass die Anforderungen an eine Strategie und auch an eine Bewertung steigen, je höher die Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit des Auftretens einer Störfallsituation ist.

Weiterhin spielt, wie es punktuell schon erwähnt worden ist, die **Prognostizierbarkeit** einer Störfallsituation zur Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit eine wesentliche Rolle. Während einige Störfallereignisse kaum prognostizierbar sind, wie beispielsweise Unfälle oder plötzlich auftretende Schäden der Infrastruktur oder sonstige Ereignisse (z. B. spontane Demonstrationen, Bombenfund), sind andere aufgrund ihres regelmäßigen Auftretens vergleichsweise gut zu prognostizieren (z. B. regelmäßige Großveranstaltungen (Fußballspiele, Konzerte) oder periodische Überlastungen (z. B. infolge von Berufs- oder Urlaubsverkehren). Weitere Störfallereignisse lassen sich zwischen diesen beiden Gruppierungen verorten. Dies gilt für Situationen, die konkret erwartet werden, deren exaktes Eintreten oder deren Auswirkungen aufgrund der mangelnden Informationen über die Ausprägung der Störfallsituation aber nur schwer abgeschätzt werden können. Dies trifft insbesondere auf Baustellen sowie auf witterungs- oder umweltbedingte Störfallereignisse zu.

Von der Prognostizierbarkeit hängt letztlich auch die **Planbarkeit** eines Störfallereignisses und somit auch eines Strategieeinsatzes ab. Nach der in diesem Kapitel vorgenommenen Definition der Eintrittswahrscheinlichkeit ist ein Strategieeinsatz, insbesondere für sporadische und regelmäßige Störfallereignisse bzw. Störfallsituationen, planbar. Der Strategieeinsatz für spontane Störfallsituationen ist aufgrund der schwierigen Prognostizierbarkeit hingegen nur schwer bis gar nicht planbar. Die Umwelt- und Witterungsverhältnisse können als Sonderfall sowohl den planbaren als auch den nicht planbaren Störfallsituationen zugeordnet werden, je nachdem, in welchem geografischen Gebiet man sich befindet, und inwieweit mit umwelt- und witterungsbedingten Störfallsituationen zu rechnen ist. Die folgende Tabelle 3 gibt einen abschließenden und zusammenfassenden Überblick über planbare und nicht planbare Störfallereignisse und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten.

planbar	nicht planbar
<u>sporadisch</u> Großveranstaltungen (z. B. Weltmeisterschaften, Weltausstellung), angekündigte (Groß-) Baustellen, angekündigte Demonstrationen, <b>Umwelt- und Witterungsereignisse</b> (in bestimmten Regionen).	<u>spontan</u> Unfälle, unangekündigte Demonstrationen, Baustellen (Straßenschäden, Wasserrohrbrüche), <b>Umwelt- und Witterungsereignisse</b> (in bestimmten Regionen).
<u>regelmäßig</u> Sportereignisse (z. B. Fußball-Bundesligaspiele), Konzerte, Überlastungen durch Ferienverkehre, Überlastungen durch Berufsverkehre.	

Tabelle 3: Zuordnung von planbaren und nicht planbaren Störfallereignissen und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten (eigene Darstellung).

### 2.4.1.2. Schadensschwere

Die Schadensschwere hängt von verschiedenen Faktoren, deren Ausprägungen und deren Zusammenwirken ab. Im Wesentlichen zählen zu diesen Faktoren die Anzahl an betroffenen Personen, die Folgen einer Störfallsituation für diese Personen sowie die Dauer eines Störfalls bzw. der Strategiebetriebsphase. Auf diese drei Faktoren wird im folgenden Abschnitt genauer eingegangen.

#### Anzahl betroffener Personen

Die Entwicklung von Strategien ist umso dringlicher, je mehr Personen von einem Störfall direkt oder indirekt betroffen sind. Dazu zählen vor allem die Verkehrsteilnehmer und die Anwohner, die durch ein Störfallereignis und der dazugehörigen Strategie involviert sind. Eine Störfallsituation ist damit umso gravierender, je größer das **Verkehrsaufkommen** und je größer und dichter das Besiedlungsgebiet ist, in dem sich ein Störfall ereignet oder welches durch eine Strategie, beispielsweise durch Umleitungen, betroffen ist. In diesem Zusammenhang spielt der Aspekt des **Zeitpunktes** eines Störfallereignisses eine bedeutende Rolle. Störfälle, die jenseits des hohen Verkehrsaufkommens stattfinden, beispielsweise in der Nacht, betreffen weitaus weniger Verkehrsteilnehmer als Störfallsituationen, die während einer Spitzenstunde auftreten.

#### Folgen einer Störfallsituation

Die schlichte Anzahl an betroffenen Personen gibt für sich genommen noch keine abschließende Kenntnis über die Schadensschwere einer Störfallsituation. Dazu ist es notwendig, die negativen Folgen **für den Einzelnen** zu berücksichtigen. Prinzipiell ist nicht die Störfallursache ausschlaggebend für die negativen Folgen, sondern die damit verbundenen Auswirkungen auf den einzelnen Verkehrsteilnehmer und andere Personen. Dies hängt wiederum damit zusammen, welche **Konsequenzen durch Störfallereignisse** entstehen. Diese lassen sich in die folgenden vier Kategorien einteilen.

- **Vollsperrung**

Eine Vollsperrung kann in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens und der zur Verfügung stehenden Umleitungsalternativen zu erheblichen Beeinträchtigungen führen. Insbesondere auf Bundesautobahnen, wo alternative Fahrmöglichkeiten beschränkt sind, kann dies zu Stauungen mit erheblichen Wartezeiten und Zeitverlusten führen. Innerorts können die Auswirkungen durch die Sperrung von einzelnen Strecken aufgrund einer höheren Anzahl an Umleitungsmöglichkeiten und alternativer Verkehrsmittel sowie durch einen vergleichsweise geringeren Zeitverlust durch die höhere Netzdichte ggfs. kleiner ausfallen.

- **Reduzierung der Kapazität**

Eine Reduzierung der Kapazität bedeutet, dass nicht die komplette, sondern nur Teile der Infrastruktur nutzbar sind, was beispielsweise bei Sperrungen von einzelnen Fahrstreifen infolge von Unfällen oder Baustellen der Fall ist. Die Folgeschwere hängt auch in diesem Fall von dem Verkehrsaufkommen und der damit verbundenen Kapazitätsauslastung ab. Eine Reduzierung der Kapazität muss nicht zwangsläufig zu Behinderungen und Verzögerungen im Verkehrsablauf führen, solange die Verkehrsstärke durch die verbleibende Restkapazität bewältigt werden kann. Aus diesem Grund ist eine Reduzierung der Kapazität vor allem zu Zeiten sehr hohen Verkehrsaufkommens, beispielsweise bei Großveranstaltungen oder im Berufs- und Ferienverkehr, besonders kritisch.

- **Netzüberlastung**

Netzüberlastungen treten dann auf, wenn die Verkehrsnachfrage die vorhandene Kapazität übersteigt und, daraus folgend, der Verkehrsfluss massiv gestört wird. Dies ist ebenfalls infolge von Großveranstaltungen und des Berufs- und Ferienverkehrs der Fall. Im Gegensatz zur Reduzierung der Kapazität ist die Infrastruktur im gesamten Netz bzw. Teilnetz voll verfügbar, aber unzureichend, wodurch z. B. Umleitungsmaßnahmen keine entlastende Wirkung erzeugen.

- **Sonstige Beschränkungen**

Zu den sonstigen Beschränkungen zählen Anweisungen und Empfehlungen, die von den regulären Vorgaben abweichen. Dazu zählen beispielsweise temporäre Fahrverbote oder Einschränkungen für einzelne Nutzergruppen (z. B. Durchfahrtsverbote für Lkw oder für Fahrzeuge, die eine bestimmte Abgasnorm nicht erfüllen), die Erlaubnis der Fahrzeugnutzung gegen die Entrichtung temporär erhöhter Straßennutzungsgebühren sowie Überholverbote und Geschwindigkeitsbeschränkungen infolge von schlechten Witterungsverhältnissen.

### Dauer

Die Schadensschwere hängt neben der Anzahl von betroffenen Personen und den individuellen Folgen für die Verkehrsteilnehmer (z. B. Reisezeitverlängerung, hohe Wartezeiten, Zufahrtsbeschränkungen, monetäre Belastungen) und für weitere betroffene Personen (z. B. durch Lärm, Erschütterungen, Schadstoffbelastungen) auch von der Dauer der Störfallsituation und somit von der Dauer der negativen Folgen ab. Beispielhafte Störfallereignisse für einen **kurzfristigen**, maximal wenige Stunden andauernden Strategiebetrieb sind Unfälle, temporäre Verkehrsüberlastungen durch Berufsverkehre, Urlaubsverkehre, regelmäßige Veranstaltungen (Konzerte, Fußballspiel) sowie angemeldete Demonstrationen. Für einen **längerfristigen**, mehrere Stunden bis wenige Tage andauernden Strategiebetrieb können insbesondere Störfallereignisse wie Baustellen, Großereignisse (z. B. olympische Spiele, Weltausstellung) sowie Witterungs- und Umweltprobleme sorgen.

### **2.4.2. Komplexität**

Die **Anforderungen an die Strategiebewertung** hängen in erheblichem Maße von der **Komplexität der Störfallsituation** und der Strategie ab. Die Komplexität nimmt dabei Einfluss auf die Anforderung der Bewertungstiefe (Genauigkeit der betrachteten Strategiewirkungen) und die Bewertungsbreite (Umfang der zu betrachtenden Strategiewirkungen). Die **Strategiekomplexität** wird im Wesentlichen bestimmt durch die Art und Anzahl der Maßnahmen (Maßnahmenbündel) und dem Grad der Vernetzung. Die **Störfallkomplexität** wird durch den Wirkungsbereich, die Verkehrsnachfrage und dem zugrundeliegenden Verkehrsnetz maßgeblich bestimmt.

#### **2.4.2.1. Komplexität des Maßnahmenbündels**

Die Anzahl der in einer Strategie beinhalteten Maßnahmen kann ebenso stark variieren wie die Anzahl der benötigten und verwendeten Systeme oder die Anzahl der involvierten Akteure. Strategien können daher aus sehr wenigen Maßnahmen mit geringem technischem Aufwand und unter Einbeziehung von nur einigen wenigen relevanten Akteuren bestehen. Jedoch sind auch höchst komplexe Strategien möglich und entsprechend bei der Bewertung zu berücksichtigen, gerade auch in Verbindung mit den zuvor beschriebenen zeitlichen und örtlichen Bedingungen sowie dem Umfang der tangierten Verkehrsteilnehmer und sonstiger Betroffener. Prinzipiell können bei **punkt- oder streckenbezogenen Strategien** weniger Maßnahmen und Abstimmungsprozesse angenommen werden, als bei großräumigen **netz- oder teilnetzbezogenen Strategien**, die neben intermodalen Maßnahmen gegebenenfalls auch die Kooperation zwischen verschiedenen Regionen erfordern.

Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass für Strategien im **Nachtverkehr** aufgrund des niedrigeren Verkehrsaufkommens weniger Maßnahmen erforderlich sind als für den **Tagverkehr**. Für innerörtliche Strategien ergeben sich meist mehr Handlungsoptionen als für den außerörtlichen Verkehr, weshalb auch hierfür per se von einer größeren Komplexität ausgegangen werden kann, auch wenn dies nicht unabhängig von dem Wirkungs- und Einzugsbereich gesehen werden kann.

Neben der Einsatzzeit einer Strategie spielt auch die **Einsatzdauer** eine Rolle, wenn es um die Anforderungen und Komplexität einer Strategie geht. Ein kurzzeitiger, maximal einige Stunden andauernder Strategiebetrieb bedeutet in der Regel, dass lediglich Maßnahmen aktiviert werden, die sehr schnell und vergleichsweise einfach umzusetzen sind, und daher auch keinen größeren Koordinierungs- und Abstimmungsaufwand auf Seiten der Akteure erfordern. Im Gegensatz dazu können für länger andauernde Strategien, welche sich mehrere Tage erstrecken, auch komplexere

Maßnahmen eingesetzt werden, die eine gewisse Vorlaufzeit bis zur vollständigen Einsatzfähigkeit benötigen (z. B. für einen Schienenersatzverkehr, Sonderbusse, etc.).

#### 2.4.2.2. Komplexität der Vernetzung

Schließlich spielen für die Auswahl, Aktivierung und Umsetzung verschiedener Maßnahmen auch die Art und der Umfang der Vernetzung eine Rolle. In diesem Zusammenhang sind insbesondere zuständigkeitsübergreifende Maßnahmen und die **Anzahl der involvierten Akteure** für eine Strategie zu benennen. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass bei einer hohen Anzahl an Akteuren auch die Ausgestaltung einer Strategie komplexer und anspruchsvoller sein dürfte. Zuständigkeitsübergreifende Strategien können die Anforderungen an eine Strategie ebenfalls deutlich erhöhen, da Abstimmungs-, Kommunikations- und Entscheidungsregeln zwischen verschiedenen Akteuren vorab geklärt, und die entsprechenden Prozesse im Störfall durchlaufen werden müssen. Zuständigkeitsübergreifende Strategien sind insbesondere bei (teil-)netzbezogenen Störfallsituationen, intermodalen Maßnahmenbündeln sowie im außerörtlichen Verkehr denkbar, sobald baulastträgerübergreifende Maßnahmen und Kooperationen erforderlich werden. Auch für Sonderfälle, beispielsweise wenn Stadtautobahnen in einer Strategie berücksichtigt werden müssen, ist ein höherer Vernetzungs- und Kooperationsgrad erforderlich. Weiterhin sind bei der Komplexität der Vernetzung auch die Anzahl und das Zusammenspiel der **systemtechnischen Komponenten** zu betrachten. Je mehr (Teil-)Systeme miteinander agieren, desto komplexer und störanfälliger ist die Umsetzbarkeit einer Strategie.

#### 2.4.2.3. Komplexität des Wirkungsumfangs

Bei der Strategieentwicklung und -bewertung ist auch die Komplexität des Wirkungsumfangs zu berücksichtigen, welche umso höher ausfällt, je mehr Wirkungsbereiche in einer Strategie betrachtet werden müssen. Die Komplexität des Wirkungsumfanges hängt eng mit dem **Einsatzort**, der Höhe des **Verkehrsaufkommens** und damit verbunden mit den von einer Strategie **betroffenen Personen** zusammen. Während sich kleinere Strategien primär auf die Verkehrsteilnehmer und somit auf die Sicherstellung einer möglichst hohen Verkehrsqualität und Mobilität fokussieren, können für räumlich große, gebietsübergreifende Strategien insbesondere auch Umwelt- und Umfeldwirkungen (z. B. Lärm, Schadstoffe, Erschütterungen) zum Tragen kommen. Je mehr Wirkungsbereiche gleichzeitig von einer Strategie abgedeckt werden sollen, desto größer ist die Gefahr möglicher **Zielkonflikte**, welche wiederum während der Strategieentwicklung und -bewertung entsprechend in Betracht gezogen werden müssen. Je größer das zu berücksichtigende Untersuchungsgebiet ist, desto mehr nimmt demzufolge der Schwierigkeitsgrad der Strategieentwicklung und -bewertung zu, da die Komplexität und die möglichen gewollten und ungewollten Auswirkungen mit steigendem Wirkungs- und Einzugsbereich zunehmen. Dies impliziert auch, dass insbesondere bei netzbezogenen Strategien die Auswirkungen auf andere Verkehrsträger, speziell die des Schienenverkehrs, bei der Konzeption und Bewertung ins Kalkül zu ziehen sind.

#### 2.4.2.4. Komplexität der Verkehrsnachfrage

Die Komplexität der Verkehrsnachfrage hängt zum einen von der allgemeinen **Verkehrsbelastung** und zum anderen von der Zusammensetzung des Verkehrs ab (z. B. MIV, Lkw, ÖV). Für die Gesamtbelastung spielt zunächst der Zeitraum, für den eine Strategie entwickelt wird, eine sehr bedeutende Rolle. Es kann hierbei unterschieden werden, ob eine Strategie für den Zeitraum hoher Verkehrsbelastungen (z. B. werktägliche Spitzenstunden) oder gemäßiger bis niedriger Verkehrsbelastungen konzipiert wird (z. B. Nachtverkehr). Es ist daher davon auszugehen, dass Strategien vornehmlich für den Tagesverkehr konzipiert werden, da hier prinzipiell mit einer höheren Verkehrsnachfrage zu rechnen ist und die Auswirkungen eines Störfallereignisses auf die Verkehrsteilnehmer und andere Betroffene als größer einzuschätzen sind. Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements kommen für den Nachtverkehr in Betracht, wenn es beispielsweise infolge von Unfällen, Nachtbaustellen oder Schwerlasttransporten zu erheblichen Kapazitätsbeschränkungen bis hin zu Sperrungen kommt, was insbesondere für Bundesautobahnen aufgrund der geringeren Umleitungsalternativen im Vergleich zum engmaschigen innerörtlichen Straßennetz zutrifft.



Die **Verkehrszusammensetzung** ist besonders im innerstädtischen Bereich heterogener als beispielsweise auf Landstraßen oder Bundesautobahnen. Dies liegt hauptsächlich an dem Angebot des ÖPNV und den Möglichkeiten, bestimmte Wege, beispielsweise auch mit dem Fahrrad, zurückzulegen. Durch die heterogene Verkehrsnachfrage und die größere Anzahl an möglichen inter- oder multimodalen Wegeketten ist die Komplexität gerade in diesem Bereich in urbanen Räumen größer als in ländlichen Regionen.

#### 2.4.2.5. Komplexität des Verkehrsnetzes

Prinzipiell können dynamische Strategien für einzelne Knotenpunkte, Strecken/Korridore, Teilnetze oder gesamte Netze entwickelt werden. Der **Einsatzort** nimmt somit maßgeblichen Einfluss auf die Komplexität des Verkehrsnetzes. Ländliche, überörtliche Gebiete einschließlich Autobahn- oder Landstraßennetze sind aufgrund ihrer weitmaschigen Struktur als weniger komplex einzuschätzen als dicht besiedelte, innerstädtische Gebiete. Somit ergeben sich zum einen, aufgrund der geringeren Fahralternativen, weniger Möglichkeiten zur Verkehrsumlenkung, zum anderen erschwert möglicherweise gerade dieser Umstand der begrenzten Alternativrouten die Entwicklung einer effektiven Strategie. Im innerstädtischen Bereich ist, bedingt durch die hohe **Straßennetzdichte** und dem Angebot weiterer Verkehrsmittelnetze (v. a. Fahrradwegenetz, Straßenbahn-, U- und S-Bahn-Netze) der Aufwand zur Findung einer geeigneten Strategie aufgrund der höheren Anzahl an Alternativen als höher einzuschätzen. Generell kann festgestellt werden, dass, je komplexer das Verkehrsnetz ist (hohe Dichte des Straßennetzes, gepaart mit der Existenz weiterer, alternativer Verkehrsmittelnetze), desto schwieriger und anspruchsvoller wird der Bewertungs- und Entscheidungsprozess ausfallen.

#### 2.4.3. Ermittlung von Strategie- und Bewertungsanforderungen

Der Zweck dieses Unterkapitels besteht darin, eine **Klassifizierung von Störfall- und Strategieszenerarien** zu entwickeln, welche die Auswahl geeigneter Bewertungsmethoden im späteren Verlauf dieser Arbeit unterstützt. Dazu soll in erster Linie die **Einschätzung des Risikos** für das Auftreten bestimmter Störfallsituationen dienen. Je höher das Risiko ist, desto umfangreicher und detaillierter sind die Strategien auszuarbeiten und zu bewerten. Weiterhin nimmt die **Komplexität** Einfluss auf die Ausrichtung der Bewertung. Diesbezüglich gilt grundsätzlich, dass ein hohes Störfallrisiko oftmals durch eine hohe Störfallkomplexität gekennzeichnet ist und meist entsprechend komplexere Strategien erforderlich sind. Allerdings gibt es auch Fälle, in denen einfache Strategien für komplexe Störfallsituationen ausreichend sind. Dies ist ebenfalls im Bewertungsprozess zu berücksichtigen und wird in Kapitel 5.1.2 dieser Arbeit eingehender untersucht.

Die Notwendigkeit der Erstellung und Bewertung von Strategien richtet sich nach der Höhe des zu erwartenden Störfallrisikos. In der folgenden Tabelle 4 wird die **Risikoeinteilung** qualitativ auf Grundlage des **Zusammenspiels von Eintrittswahrscheinlichkeit und Folgeschwere** dargestellt. Dazu sind aufgrund der besseren Handhabbarkeit und Übersichtlichkeit jeweils drei Abstufungen gewählt worden. Die Abstufungen bezüglich der Eintrittswahrscheinlichkeit reichen von ‚selten‘ über ‚gelegentlich‘ bis hin zu ‚häufig‘ bzw. ‚regelmäßig‘. Die Abstufungen bezüglich der Folgeschwere erstrecken sich, beginnend von ‚gering‘ über ‚mittel‘ bis hin zu ‚hoch‘. Weiterhin sind drei Risikoeinstufungen definiert worden, die sich durch die Kombination aus der Häufigkeit des Auftretens und der Folgeschwere ergeben. Die Einstufung startet mit der Einschätzung ‚**Risiko gering**‘ (grüne Markierung), ‚**Risiko mäßig**‘ (gelbe Markierung) und ‚**Risiko hoch**‘ (rote Markierung). Insgesamt ergeben sich somit neun verschiedene Kombinationsmöglichkeiten. Es wird in dieser Arbeit davon ausgegangen, dass Störfallszenarien mit einer starken Folgeschwere in jedem Fall ein hohes Risiko beigemessen werden. Ein Störfallszenario, welches eine mittlere Folgeschwere aufweist, dafür aber sehr oft auftritt, sollte ebenfalls mit einer hohen Risikoeinschätzung versehen werden. Auf der anderen Seite ist das Risiko für Szenarien mit einer geringen Folgeschwere und seltenem bis gelegentlichem Auftreten als gering einzustufen. Für die verbleibenden drei Szenarien (mittelschwere Folgen bei seltenem bis gelegentlichem Auftreten bzw. geringe Folgen bei sehr häufigem Auftreten) wird ein mäßiges Risiko angenommen.

Risikoermittlung		Folgeschwere		
		gering	mittel	stark
Eintrittswahrscheinlichkeit	selten	Szenario 1	Szenario 4	Szenario 7
	gelegentlich	Szenario 2	Szenario 5	Szenario 8
	häufig/regelmäßig	Szenario 3	Szenario 6	Szenario 9

Risiko gering
Risiko mittel
Risiko hoch

Tabelle 4: Qualitative Risikoeinschätzung von Störfallsituationen (in Anlehnung an Chu/Fornauf (2011), S. 30).

Gemäß der obigen Risikoeinteilung sind die Anforderungen an eine Strategie und somit auch an eine Strategiebewertung für die Szenarien eins und zwei am geringsten, für die Szenarien sechs bis neun am höchsten. Für die Szenarien drei bis fünf ergeben sich ein mittleres Risiko und somit auch eine mittlere Anforderung an eine Strategie und eine Bewertung. Diese Ergebnisse werden in Kapitel 5 erneut aufgegriffen, wenn es darum geht, konkrete Bewertungsmethoden entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen den einzelnen Risikogruppen zuzuordnen. Dafür ist es allerdings zunächst notwendig, verschiedene Bewertungsmethoden vorzustellen, welche den verschiedenen Bewertungsanforderungen Genüge tun.

Auf der Grundlage der bisherigen Ausführungen wird im Folgenden eine grundlegende und **beispielhafte Klassifizierung** verschiedener **Störfall- bzw. Strategieszzenarien** auf Basis des zu erwartenden Risikos und der zu erwartenden Komplexität erarbeitet, welche die gängigsten Störfallsituationen abdecken soll. Die Erstellung dieser beispielhaften Klassifizierung beruht zum einen auf Überlegungen des Autors, resultierend aus dem Kontext der bisherigen Ergebnisse dieser Arbeit, und ist zudem im Rahmen einiger Experteninterviews besprochen und verifiziert worden. Die Einschätzung der Folgeschwere, der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Risikos hängt von vielen verschiedenen Einflussgrößen und örtlichen Rahmenbedingungen ab, so dass an dieser Stelle lediglich qualitative, verbal-argumentative Einschätzungen gegeben werden können, die der nachstehenden Abbildung 14 zu entnehmen sind.

		Folgeschwere		
		gering	mittel	hoch
Eintrittswahrscheinlichkeit (Häufigkeit des Auftretens)	selten	<p><b>Szenario 1</b>  <b>Störfall:</b> Spontane Störfälle durch Baustellen oder Schwertransporte während des Nachtverkehrs in urbanen und ländlichen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind nur sehr wenige Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es tritt eine Vollsperrung oder eine Reduzierung der Kapazität für einen kurzen Zeitraum auf  <b>Strategie:</b> Es sind nur sehr wenige Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang sowie die Verkehrsnachfrage sind sehr gering und das betroffene Verkehrsnetz ist klein.</p>	<p><b>Szenario 4</b>  <b>Störfall:</b> Überschreitung von schadstoff- oder lärmbezogenen Grenzwerten in urbanen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind sehr viele Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es treten Beschränkungen (Zu- und Durchfahrtsverbote, Geschwindigkeitsbeschränkungen) für einen unbestimmt überschaubaren Zeitraum in Kraft.  <b>Strategie:</b> Es sind viele (intermodale und überregionale) Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang sowie die Verkehrsnachfrage sind hoch und das betroffene Verkehrsnetz ist sehr groß.</p>	<p><b>Szenario 7</b>  <b>Störfall:</b> Sporadische Großveranstaltungen oder Großbaustellen in urbanen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind sehr viele Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es tritt eine Verkehrsüberlastung oder eine Reduzierung der Kapazität für einen langen Zeitraum auf.  <b>Strategie:</b> Es sind viele (interm.) Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang sowie die Verkehrsnachfrage sind hoch und das betroffene Verkehrsnetz ist groß.</p>
	gelegentlich	<p><b>Szenario 2</b>  <b>Störfall:</b> Spontane Störfälle durch Unfälle während des Nachtverkehrs in urbanen und ländlichen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind nur sehr wenige Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es tritt eine Vollsperrung oder eine Reduzierung der Kapazität für einen kurzen Zeitraum auf.  <b>Strategie:</b> Es sind nur sehr wenige Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang sowie die Verkehrsnachfrage sind sehr gering und das betroffene Verkehrsnetz ist sehr klein.</p>	<p><b>Szenario 5</b>  <b>Störfall:</b> Spontane Störfälle durch Unfälle und Baustellen im Tagesverkehr bei erhöhtem Verkehrsaufkommen in urbanen und ländlichen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind viele Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es tritt eine Vollsperrung oder eine Reduzierung der Kapazität für einen kurzen Zeitraum auf.  <b>Strategie:</b> Es sind wenige Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang ist gering, die Verkehrsnachfrage ist hoch und das betroffene Verkehrsnetz ist klein.</p>	<p><b>Szenario 8</b>  <b>Störfall:</b> Spontane Störfälle durch Unfälle und Baustellen im Tagesverkehr in Spitzenstunden in urbanen und ländlichen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind sehr viele Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es tritt eine Vollsperrung oder eine Reduzierung der Kapazität für einen kurzen Zeitraum auf.  <b>Strategie:</b> Es sind viele Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang ist mäßig, die Verkehrsnachfrage ist sehr hoch und das betroffene Verkehrsnetz groß.</p>
	häufig / regelmäßig auftretend	<p><b>Szenario 3</b>  <b>Störfall:</b> Spontane Störfälle durch Unfälle und Baustellen im Tagesverkehr jenseits der Spitzenstunden in urbanen und ländlichen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind nur wenige Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es tritt eine Vollsperrung oder eine Reduzierung der Kapazität für einen kurzen Zeitraum auf.  <b>Strategie:</b> Es sind wenige Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang sowie die Verkehrsnachfrage sind gering und das betroffene Verkehrsnetz ist klein.</p>	<p><b>Szenario 6a</b>  <b>Störfall:</b> Regelmäßige Störfälle (z. B. durch Veranstaltungen) in urbanen Gebieten  <b>Komplexität:</b> Es sind viele Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es treten Verkehrsüberlastungen in bestimmten Teilnetzen für eine kurze Dauer auf.  <b>Strategie:</b> Es sind viele (intermodale) Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang ist gering, die Verkehrsnachfrage sowie das betroffene Verkehrsnetz sind groß.</p>	<p><b>Szenario 6b</b>  <b>Störfall:</b> Witterungsbedingte Störfälle in urbanen Gebieten.  <b>Komplexität:</b> Es sind viele Verkehrsteilnehmer und andere Personen betroffen. Es treten Beschränkungen für eine längere Dauer im gesamten Netz auf.  <b>Strategie:</b> Es sind viele (interm.) Maßnahmen erforderlich, der Wirkungsumfang ist groß, die Verkehrsnachfrage sowie das betroffene Verkehrsnetz ist ebenfalls groß.</p>

Abbildung 14: Szenariendefinition auf Basis einer beispielhaften, qualitativen Risikoeinschätzung (eigene Darstellung).

Es ist üblich, dass einige der genannten **Störfallereignisse gleichzeitig** auftreten und sich mitunter gegenseitig bedingen. Schwere Verkehrsunfälle gehen beispielsweise oftmals mit schlechten Witterungsverhältnissen oder einem hohen Verkehrsaufkommen einher. Eine Kombination der in diesem Kapitel dargestellten Störfallereignisse wird zum einen aufgrund der Komplexität nicht weiter verfolgt, zum anderen wird dies auch als nicht zielführend erachtet, da es bei der Strategieentwicklung und -bewertung letztlich auf die Beherrschung der sich einstellenden Auswirkungen ankommt. Für die Strategieentwicklung ist es beispielsweise primär wichtig zu wissen, was im Falle einer Straßensperrung zu tun ist, zunächst unabhängig von den Gründen, die zu einer Sperrung führen können. Im Rahmen dieser Arbeit ist der exakte Grund eines Störfallereignisses oder das gleichzeitige Auftreten mehrerer Störfallereignisse von nachrangiger Bedeutung. Es ist vielmehr wichtig

abzuschätzen, welche negativen Wirkungen sich daraus ergeben, da es primär auf die Verringerung dieser von den Störfallereignissen hervorgerufenen negativen Wirkungen ankommt.

Es drängt sich an dieser Stelle die Frage nach **quantitativen Werten** auf, anhand derer sich die verschiedenen Szenarien genauer differenzieren lassen. Diese Frage kann an dieser Stelle aufgrund der vielfältigen situations- und ortsbedingten Besonderheiten nicht einheitlich beantwortet werden. Ab wann genau ein Störfallszenario als komplex gilt (Anzahl der Maßnahmen, Höhe der Verkehrsnachfrage, Größe des betroffenen Verkehrsnetzes, etc.), muss im Einzelfall und unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Maßstäbe analysiert und entschieden werden. Auch im Rahmen der Experteninterviews konnten diesbezüglich keine eindeutigen Erkenntnisse gewonnen werden.

## 2.5. Zwischenfazit

Im Folgenden werden die für die Strategiebewertung und die weitere Bearbeitung relevanten Erkenntnisse aus den Ausführungen dieses Kapitels abgeleitet. Im Wesentlichen lassen sich anhand der bisherigen Erläuterungen erste Aussagen zu den Bewertungszeitpunkten, zu den jeweiligen Bewertungszielen und den Bewertungsanforderungen machen.

Ein Bewertungsschwerpunkt liegt in der Planungsphase, in der es darum geht, eine geeignete Strategie aus möglichen Alternativen auszuwählen, wobei der Bewertungsprozess und die Bewertungsergebnisse lediglich die Entscheidung unterstützen sollen. Dieser Bewertungsschritt wird somit vor der Strategieimplementierung vollzogen und wird auch ‚**ex-ante**‘ **Bewertung** genannt (vgl. FGSV (2012a), S. 5). Die Ausführungen zu den verschiedenen Planungsstufen haben gezeigt, dass sich der Prozess der ex-ante Bewertung in **zwei Stufen** unterteilen lässt. So scheint es sinnvoll, zunächst eine Bewertung vorzunehmen, in der eine gewisse Vorauswahl von Maßnahmen und anderen strategiebezogenen Elementen getroffen wird, bevor in einer weiteren, detaillierteren Bewertung aus den verbliebenen Alternativen diejenige ermittelt wird, welche die Bewertungskriterien erfüllt, die gewünschte Wirkung verspricht und von den Akteuren und Interessengruppen akzeptiert wird.

Im Anschluss erfolgt die Implementierung der Strategie, beispielsweise durch den Auf- und Ausbau der systemtechnischen Infrastruktur, der Entwicklung von Handbüchern oder dem Aufsetzen von Kommunikations- und Entscheidungsregeln. Während dieser Phase können Probleme oder Erkenntnisse auftreten, welche vorher nicht bedacht wurden und Korrekturen an der entwickelten Strategie notwendig machen können. Während dieser Implementierungsphase empfiehlt es sich, eine weitere **Zwischenbewertung** vorzunehmen, um möglichst frühzeitig korrigierend eingreifen zu können, falls leichte oder auch schwere Mängel in der systemtechnischen Infrastruktur, in Handlungsabläufen oder sonstigen Prozessen oder Zwischenprodukten festgestellt werden. Bei gravierenden Mängeln und festgestellten, offensichtlichen Planungsfehlern, ist auch ein Rücksprung in die Planungsphase denkbar, um die Strategie entsprechend zu korrigieren und die festgestellten Mängel zu beseitigen.

Schließlich muss überprüft werden, ob mit der entwickelten und implementierten Strategie die gesetzten Ziele und verkehrsbedingten Wirkungen erzielt werden konnten. Weiterhin ist zu überprüfen, ob auch die Prozesse, die für die Strategieaktivierung, den Strategiebetrieb und die Strategiedeaktivierung nötig sind, in der gewünschten Weise ablaufen oder ggfs. verbessert werden können. Diese Form der Bewertung erfolgt nach der Implementierung und wird daher auch **ex-post Bewertung** genannt (vgl. FGSV (2012a), S. 5). Wie bereits erwähnt, ist diese ex-post Bewertung nicht auf einen einzigen Zeitpunkt beschränkt, sondern sollte im Rahmen eines Qualitätsmanagements turnus- oder/und ereignisbasiert wiederholt werden. Im Vordergrund steht ein Soll-Ist-Abgleich bzw. ein Vorher-Nachher-Vergleich, anhand derer überprüft wird, ob die Ziele bzw. die gewünschten Wirkungen erreicht worden sind. Ob eine Strategie durch sich verändernde Rahmenbedingungen angepasst, komplett neu entwickelt werden muss oder auch beibehalten werden kann, hängt von dem Grad der Veränderung der ursprünglich zugrundeliegenden Ausgangssituation sowie der nachweislich erzielten Wirkung ab. Sollte ein Änderungs- und Verbesserungsbedarf identifiziert worden sein, ist auf Grundlage der vorzunehmenden Änderungen zu überprüfen, ob und inwieweit in den Planungsprozess zurückgekehrt werden muss.

Die folgende Abbildung 15 stellt die in diesem Kapitel dargestellten Informationen und Erkenntnisse zusammenfassend dar.

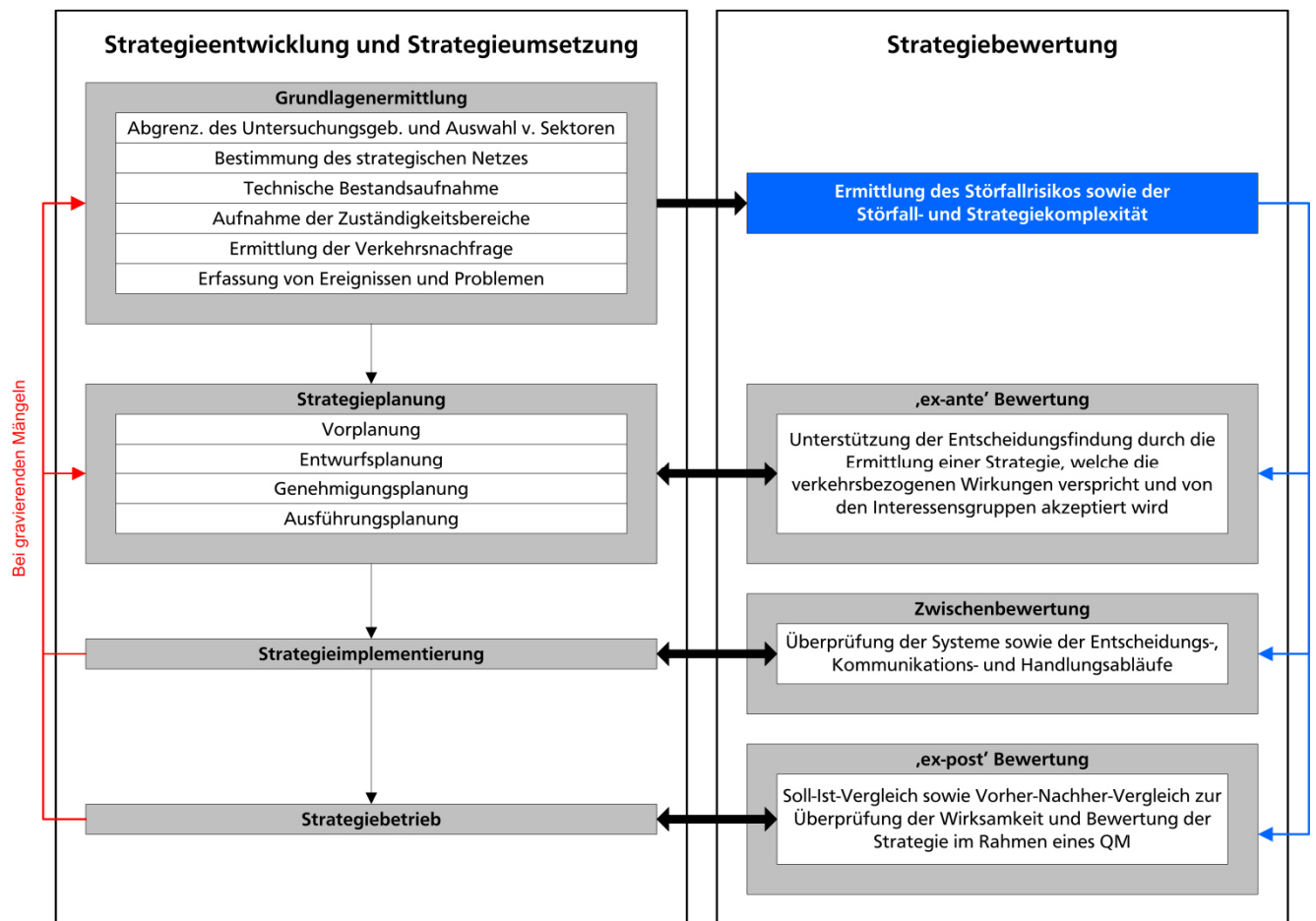


Abbildung 15: Chronologische Einordnung der Strategiebewertungen im Planungs- und Umsetzungsverlauf (eigene Darstellung basierend auf FGSV (2011), S. 8).

Schließlich sind neun verschiedene Störfall- und Strategieszenarien definiert und in verschiedene **Risikogruppen klassifiziert** worden. Die Risikogruppen dienen dabei als Indiz für die Anforderungen, die an die Bewertung gestellt werden. Je größer das Risiko für eine spezifische Störfallsituation ist, desto besser und detaillierter sollten die dafür konzipierten Strategien ausgearbeitet sein. Somit sind auch die Anforderungen an die Bewertung entsprechend hoch, mit welcher letztlich die Grundlage für die Auswahl einer geeigneten Strategie getroffen wird. Auf der anderen Seite sinken die Anforderungen an die Bewertung umso mehr, je geringer das Risiko für eine definierte Störfallsituation ist und je kleiner die Anforderungen an eine entsprechende Strategie sind. Weiterhin nimmt die **Komplexität einer Störfallsituation** einen großen Einfluss auf die Ausgestaltung des Bewertungsprozesses. Die Ausgestaltung der Komplexität einer Störfallsituation gibt einen Aufschluss darüber, wie detailliert (tief) bzw. wie umfangreich (breit) eine Bewertung sein sollte. Auf Basis dieser Überlegungen sind verschiedene Störfallszenarien definiert worden, welche entsprechend ihrer Risikoklassifizierung unterschiedliche Anforderungen an die Strategien und, damit einhergehend, an die Bewertung stellen. Eine zusammenfassende Übersicht zur groben Abschätzung der Bewertungsanforderungen und Bewertungsausrichtung ist der nachfolgenden Abbildung 16 zu entnehmen. Eine weiterführende Analyse bzgl. des Zusammenhangs zwischen dem Störfallrisiko, der Strategie- und der Bewertungsanforderung erfolgt in Kapitel 5 dieser Arbeit.

<b>Störfallrisiko (grundsätzliche Abschätzung der Strategie- und Bewertungsanforderung)</b>				
Das Risiko ergibt sich aus dem Produkt der Faktoren der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Störfallsituation und der Folgeschwere, die aus der Störfallsituation resultiert.	Hinweise Folgeschwere			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl Betroffener</li> <li>Intensität/Schwere der Folgen für den Einzelnen</li> <li>Dauer der Störfallsituation</li> </ul>			
		gering	mittel	hoch
Hinweise Eintrittswahrscheinlichkeit	selten	Risiko gering	Risiko mittel	Risiko hoch
	gelegentlich	Risiko gering	Risiko mittel	Risiko hoch
	häufig	Risiko mittel	Risiko hoch	Risiko hoch
<b>Komplexität einer Störfallsituation (Auswirkungen auf die Strategiekomplexität sowie Bewertungsbreite und Bewertungstiefe)</b>				
<b>Komplexität des Wirkungsumfeldes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>nur Verkehrsteilnehmer (Qualität, Mobilität, Sicherheit)</li> <li>Verkehrsteilnehmer, Anwohner, Umwelt und andere Interessensgruppen (Qualität, Mobilität, Sicherheit, Umfeld, Wirtschaftlichkeit)</li> </ul>				
<b>Komplexität der Verkehrsnachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesamtbelastung</li> <li>Zusammensetzung (MIV, ÖV, nichtmotorisiert)</li> </ul>				
<b>Komplexität des Verkehrsnetzes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>innerörtliches Straßennetz</li> <li>außerörtliches Straßennetz</li> </ul>				
<b>Komplexität einer Strategie (Auswirkungen auf die Bewertungsbreite und Bewertungstiefe)</b>				
<b>Komplexität des Maßnahmenbündels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Art der Maßnahmen (monomodal/intermodal)</li> <li>Anzahl der Maßnahmen</li> </ul>				
<b>Komplexität der Vernetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl der direkt und indirekt beteiligten Akteure</li> <li>Anzahl der interagierenden systemtechnischen Komponenten</li> </ul>				

Abbildung 16: Zusammenfassende Übersicht zur groben Abschätzung der Bewertungsanforderung und –ausrichtung (eigene Darstellung).

---

### 3. Methoden zur Strategiebewertung

---

Wie bereits in der Einleitung dargestellt wurde, ist die Strategiebewertung in verschiedenen **Veröffentlichungen** thematisiert und als wichtiges Instrument im Gesamtprozess der Strategieentwicklung und Strategieumsetzung erkannt worden. Diese Ausführungen liefern allerdings **keine umfassende und geordnete Vorgehensweise**, sondern lediglich einige Empfehlungen, was bei einer Bewertung zu berücksichtigen ist. Es finden sich sowohl in den relevanten strategiebezogenen FGSV-Veröffentlichungen als auch in anderen (internationalen) Publikationen nur vereinzelt Hinweise über zu verwendende Methoden zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement.

Gleichwohl sind neben wenigen strategiespezifischen Ausführungen auch solche vorzufinden, die sich mit **straßenverkehrsrelevanten Bewertungsmethoden** im Allgemeinen befassen. Oftmals stehen dabei **wirtschaftliche Untersuchungen** im Vordergrund, wie in diesem Kapitel noch ausführlich aufgezeigt wird, und beziehen sich meist auf Neu- und Ausbauprojekte der Infrastruktur, aber **nicht auf Strategien** des dynamischen Verkehrsmanagements. Von allgemeingültiger Natur sind die ‚Evaluation von verkehrsbezogenen Maßnahmen‘ (FGSV 2013) und die ‚Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung‘ (FGSV 2010a). In der letztgenannten Veröffentlichung werden auch einige der für die Strategiebewertung in Betracht kommenden Methoden behandelt und den Kategorien der **formalisierten, teilformalisierten und nicht-formalisierten** Methoden zugeordnet.

Basierend auf dieser Kategorisierung werden in diesem Kapitel gängige Bewertungsmethoden vorgestellt, ihre Vor- und Nachteile aufgezeigt sowie im späteren Verlauf ihre Eignung für die Bewertung dynamischer Verkehrsmanagementstrategien qualitativ untersucht. Vorab werden prinzipielle Eigenschaften und Elemente von Bewertungsmethoden erläutert und eine Abgrenzung zu anderen, ähnlich anmutenden Methoden vorgenommen. Weiterhin werden spezifische Bewertungsverfahren aus der Praxis präsentiert und auf ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geprüft.

#### 3.1. Eigenschaften und Abgrenzung von Bewertungsmethoden

Es existieren neben den Bewertungsmethoden noch eine Reihe weiterer Methoden, die im gesamten Strategieentwicklungs- und Strategieumsetzungsprozess zwar eingesetzt werden können, sich aber primär nicht zur Bewertung eignen und somit nicht im Fokus dieser Arbeit stehen. Daher werden zunächst unterschiedliche Methodenkategorien eingeführt und eine **Abgrenzung bzw. Auswahl von potentiellen Bewertungsmethoden** getroffen. Die ausgewählten Methoden werden im weiteren Verlauf eingehender untersucht und qualitativ bewertet. Für diese Bewertung sind in diesem Abschnitt zunächst die grundlegenden Anforderungen und Bestandteile bzw. Elemente von Bewertungsmethoden zu identifizieren und zu beschreiben.

##### 3.1.1. Einordnung

Nach Baldegger (2007) lassen sich auf der Managementebene im betriebswirtschaftlichen Kontext insgesamt zwölf verschiedene Methodenkategorien<sup>1</sup> unterscheiden. Diese sind namentlich Gesamtmodelle, Erhebungs-, Analyse-, Kreativitäts-, Prognose-, Bewertungs-, Entscheidungs-, Darstellungs-, Argumentations-, Gruppen- und Führungsmethoden. Scholles et al. (2008) kommen zu ganz ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich der Kategorien und den dazugehörigen Methoden, auch wenn sich der Sachzusammenhang auf die Raum- und Umweltplanung bezieht (vgl. Scholles et al. (2008), Kapitel 5 bis 9). Die verschiedenen Kategorien und Methoden sind der folgenden Abbildung 17 zu entnehmen.

---

<sup>1</sup> Baldegger verwendet in seinen Ausführungen den Begriff der Bewertungstechnik. Im Kontext dieser Arbeit und gemäß den Ausführungen aus Kapitel 2.1 wird der Begriff der Methode vom Verfasser dieser Arbeit synonym verwendet.

1. Gesamtmodelle	2. Erhebungsmethoden	3. Analysemethoden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfaches Entscheidungsmodell</li> <li>• Phasenmodell</li> <li>• System Engineering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragemethoden/Interviews</li> <li>• Beobachtungen</li> <li>• Dokumentenanalysen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Checklisten</li> <li>• Stärken-Schwächen Analyse (SWOT)</li> <li>• ABC-Analyse</li> </ul>
4. Kreativitätsmethoden	5. Prognosetechniken	6. Bewertungstechniken
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming/Brainwriting</li> <li>• Mindmapping</li> <li>• Morphologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delphi-Methode</li> <li>• Szenarienanalyse</li> <li>• Extrapolationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzwertanalyse</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen</li> <li>• Ökologische Risikoanalyse</li> </ul>
7. Entscheidungsmethoden	8. Darstellungsmethoden	9. Argumentationsmethoden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Methoden</li> <li>• Entscheidungsbaummethode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organigramm</li> <li>• Flow-Charts</li> <li>• Netzplantechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentationsmethoden</li> <li>• Verhandlungsmethoden</li> </ul>
10. Gruppenmethoden	11. Führungsmethoden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenvertrag</li> <li>• Moderationsmethoden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitmanagement</li> <li>• Balanced Scorecard</li> <li>• Management by Objectives</li> </ul>	

Abbildung 17: Abgrenzung von Bewertungs- und anderen Methoden  
(vgl. Baldegger (2007), S. 177f. und zu Teilen auch Becker (2013), S. 277 ff.).

Die dargestellten **Methodenkategorien** lassen sich prinzipiell auch auf das dynamische Straßenverkehrsmanagement übertragen, auch wenn kein marktwirtschaftlicher Kontext vorliegt. Die Übersicht verdeutlicht, dass es eine Reihe von Methoden gibt, die im gesamten Strategieentwicklungs- und Strategieumsetzungsprozess zur Anwendung kommen können, aber nur eine begrenzte Anzahl sich zur Bewertung eignet. Gleichwohl lassen sich auch einzelne Methoden, die gemäß obiger Kategorisierung nicht in den Bereich der Bewertung fallen, durchaus auch für diesen Zweck verwenden. Speziell die **Analysemethoden** können sich bei entsprechender Ausgestaltung auch zur Bewertung nutzen lassen, wie in diesem Kapitel noch erläutert wird. Weiterhin sind auch **Expertenbefragungen** (Delphi-Methode) ein probates **Mittel für die Bewertung**, und nicht nur für die Erstellung einer Prognose. Die aufgeführten Kreativitätsmethoden können im Vorfeld der Bewertung zur ersten Sondierung der Sachlage ebenfalls hilfreich sein, sollen in diesem Kontext, genau wie die übrigen Kategorien und deren Methoden aber nicht weiter betrachtet werden.

Ein besonderes Augenmerk soll in einem Exkurs abschließend noch auf die **Prognosemethoden** gerichtet werden. Dies liegt darin begründet, da die Bewertungen, insbesondere die ex-ante Bewertung, nicht ohne eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklungen durchgeführt werden können und somit der Planungshorizont für den vorgesehenen Strategieeinsatz zu beachten ist. Für mittel- und langfristig angelegte Strategien sind mögliche Veränderungen, beispielsweise im Mobilitätsverhalten, im Verkehrsablauf oder durch fahrzeug- und systemtechnische Entwicklungen, zu berücksichtigen. Daher sind gewisse Annahmen bzw. Prognosen über zukünftige Entwicklungen zu treffen und in der Bewertung zu betrachten. Dabei können spezielle Prognoseverfahren helfen, möglichst realitätsnahe Szenarien zu bilden. Prinzipiell lassen sich **quantitative** von **qualitativen** Prognoseverfahren unterscheiden. Ein gängiges quantitatives Prognoseverfahren stellt die Trendprognose bzw. Trendextrapolation dar, in der aus den bisherigen Entwicklungen und Erkenntnissen Aussagen über zukünftige Szenarien gewonnen werden, was mit Hilfe von linearen, exponentiellen oder logarithmierten Funktionen durchgeführt werden kann (vgl. Becker (2013), S. 285f.). Weiterhin bietet sich als Spezifizierung der Trendextrapolation die Zeitreihenanalyse, und mit ihr die Methode des gleitenden Durchschnitts für solche Fälle an, die einen Trend darstellen, auch wenn die Entwicklung von Unregelmäßigkeiten gekennzeichnet ist (vgl. Becker (2013), S. 286). Im Kontext dieser Arbeit wird die zukünftige Entwicklung allerdings häufig nicht nur von einer, sondern von mehreren Größen beeinflusst, weshalb sich in diesen Fällen qualitative Prognoseverfahren eignen, bei denen mehrere Einflussgrößen gleichzeitig in Betracht gezogen werden können. Für mittel- bis langfristige Planungen



im Verkehrsbereich sind beispielsweise Einflussgrößen, wie die demographische, wirtschaftliche und soziale Entwicklung, die stadt- und raumstrukturelle Entwicklung (z. B. Einwohnerdichte, Siedlungsstruktur) sowie die Entwicklung des Mobilitätsverhaltens zu berücksichtigen. Zu den qualitativen Prognoseverfahren zählen Befragungen, auch Analogieschlussmethoden, bei denen auf Grundlage von Entwicklungen in vergleichbaren Bereichen Rückschlüsse auf die Prognose des eigenen Planungsbereiches gezogen werden, und die sog. **Szenario-Technik**. (vgl. Becker (2013), S. 278ff.) Auf Basis der Einschätzungen zukünftiger Entwicklungen können durch diese Verfahren qualitative ‚wenn-dann-Aussagen‘ abgeleitet werden. Bei der Szenario-Technik werden dadurch minimal bzw. maximal denkbare sowie wahrscheinliche Szenarien entwickelt. Beispiele für ‚wenn-dann‘ Aussagen können u. a. sein:

- ‚wenn sich die Bevölkerungsanzahl verringert, sinkt die allgemeine Verkehrsnachfrage‘ oder
- ‚wenn eine U-Bahn Linie gebaut wird, kommt es zur Verlagerung vom MIV zum ÖV‘.

Eine verbreitete Darstellung zur Illustration der Szenarientwicklung ist der in der nachfolgenden Abbildung 18 dargestellte **Szenariotrichter**. Dieser zeigt qualitativ die steigende Ungenauigkeit und Anzahl möglicher Szenarien, je länger der Planungshorizont gewählt wird, und den Bereich potentieller Szenarien, der innerhalb des oberen und unteren Randes der denkbaren Entwicklungen liegt. (vgl. Köhler (2014), S. 57 ff.)

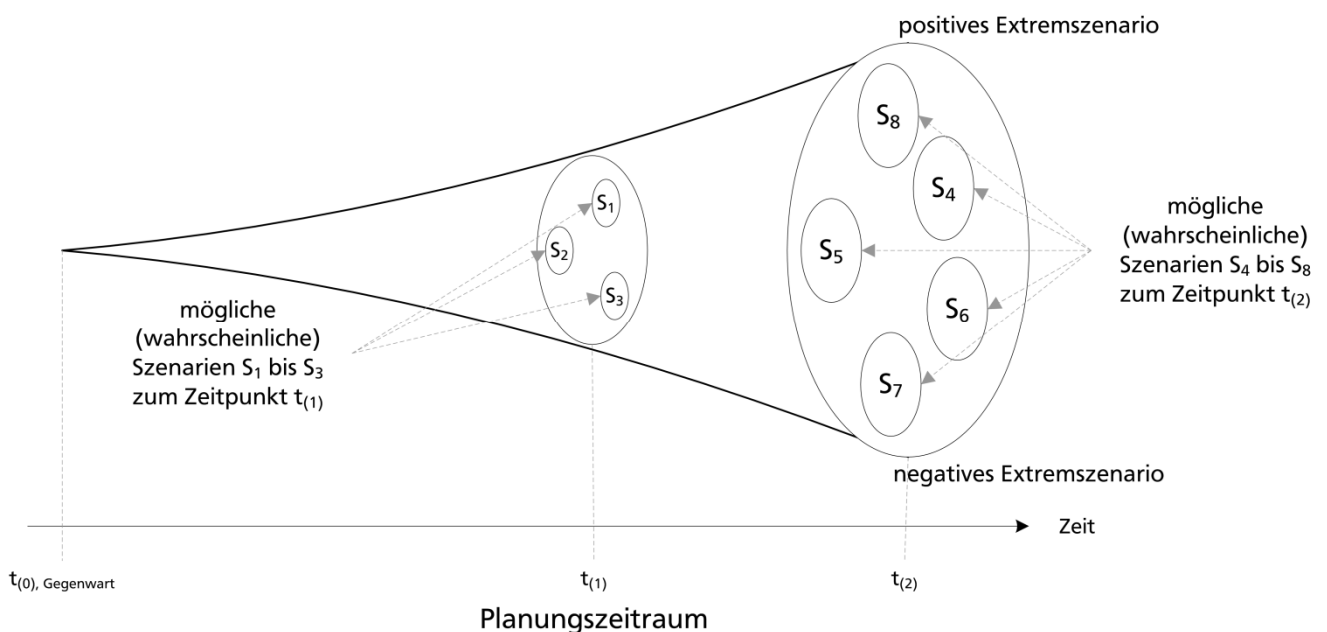


Abbildung 18: Qualitative Darstellung eines Szenariotrichters (eigene Darstellung nach Geschka/Hammer (1990), S. 311ff.).

Je größer der **Planungshorizont** ist, desto geringer ist die Genauigkeit der Aussagen über mögliche Szenarien bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis, wie prognostiziert, auch eintritt. Bei Kurzfristprognosen sollte der Planungshorizont nicht größer als 5 Jahre, bei Mittelfristprognosen nicht größer als 10 Jahre und bei Langfristprognosen nicht größer als 20 Jahre sein (vgl. Köhler (2014), S. 57). Aus den Erkenntnissen einiger Experteninterviews kann für Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements grundsätzlich festgehalten werden, dass der Prognosezeitraum für einfache Strategien, welche mit der bestehenden systemtechnischen Infrastruktur betrieben werden können, recht kurz ist. Für komplexere Strategien, die einen Auf- und Ausbau der systemtechnischen Infrastruktur erfordern, ist der Prognosezeitraum entsprechend länger zu wählen, da u. a. die Investitions- und Betriebskosten berechnet und der Nutzen der Investition nachgewiesen werden sollte.

### 3.1.2. Anforderungen

In einer konkreten Bewertungssituation geht es zunächst darum, eine geeignete Methode auszuwählen, mit welcher die Bewertung vollzogen wird. Es gilt somit zunächst zu überprüfen, ob eine Methode gewisse Anforderungen erfüllt bzw. für einen spezifischen **Bewertungs- und Strategiekontext** geeignet ist, damit ein aussagekräftiges und allgemein akzeptables Bewertungsergebnis erzielt werden kann. In diesem Zusammenhang kann synonym auch der Begriff der **Meta-Kriterien** verwendet werden. Die Meta-Kriterien dienen zwar nicht der direkten Strategiebewertung, unterstützen aber die **Auswahl einer geeigneten Bewertungsmethode** vor dem Hintergrund einer konkreten Bewertungssituation.

Die generellen **Ziele**, die durch einen Bewertungsvorgang erreicht werden sollen, sind bereits in den 1990er Jahren in dem Forschungsprojekt TASTe definiert worden. Demnach werden die **Maximierung der Aussagekraft der Ergebnisse**, die **Minimierung von Fehlern**, die **Minimierung des Aufwandes** sowie die **Maximierung der Akzeptanz** als übergeordnete Oberziele definiert. Diese Oberziele finden in den einzelnen Kategorien der Dateneingabe, der Bewertungsdurchführung, der Bewertungsergebnisse und sonstiger Aspekte ihre weitere Konkretisierung, wie es in der nachfolgenden Abbildung 19 dargestellt ist.

Primäre Ziele				
	Maximierung der Aussagekraft	Minimierung von Fehlern	Minimierung des Aufwandes	Maximierung der Akzeptanz
Sekundäre Ziele				
Eingabe	Berücksichtigung aller relevanter Einflüsse	Erkennen und Berücksichtigen von Fehlern in der Datenbasis	Minimierung des Aufwandes zur Datenbereitstellung	Maximierung der Datenkompatibilität
		Vermeiden von Eingabefehlern		
Durchführung	Genauere Abbildung der Realität	Minimierung von Fehlern bei der Wirkungsermittlung	Minimierung der Investitionskosten für Hard- und Software	Gewährleisten der Nachvollziehbarkeit des Bewertungsprozesses
	Gewährleisten der Konsistenz von verwendeten Modellen		Minimierung der Kosten für eine Durchführung der Bewertung	
Ergebnisse	Einholen von vollständigen und hochwertigen Ergebnissen	Minimierung von Fehlern bei der Darstellung der Ergebnisse	Verkürzen von Entscheidungsvorgängen innerhalb des Planungsprozesses	Gewährleisten der Vergleichbarkeit von Ergebnissen
	Beschreibung der Richtigkeit von Statements	Minimierung von Interpretationsfehlern		
Sonstiges	Ermöglichen der Übertragbarkeit von Ergebnissen auf andere Planungen		Ermöglichen der Fortsetzung des Bewertungsprozesses	Angemessene Auswahl von Beteiligten am Bewertungsprozess
				Angemessene Kommunikation am Bewertungsprozess

Abbildung 19: Ziele des Bewertungsprozesses  
(grafisch modifiziert nach TASTe (1999), S. 21 und Boltze/Plank-Wiedenbeck (1998), S.19f.).

In dem Projekt TASTe sind, wie es der Abbildung 19 zu entnehmen ist, zudem **Unterziele** und somit indirekt auch Anforderungen an die Bewertung formuliert worden. Zu diesen gehören unter anderem die Aussagefähigkeit bzw. Korrektheit der Ergebnisse, die Vollständigkeit der Bewertungsgrundlagen und damit verbunden, eine möglichst genaue Abbildung der Realität, die Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse sowie eine hohe Verständlichkeit des Bewertungsprozesses und der Ergebnisse.

Bei der Analyse der einzelnen Ober- und Unterziele wird bereits deutlich, dass einige **Zielkonflikte** auftreten können. Eine Minimierung der Fehler bzw. eine Erhöhung der Akzeptanz wird demnach nur schwer erreichbar sein, wenn gleichzeitig der Aufwand in puncto Kosten, Personal und Zeit minimiert werden soll. Eine höhere Güte und Richtigkeit der Ergebnisse erfordert in aller Regel einen erhöhten Aufwand und ein spezifisches Fachwissen im Umgang mit bestimmten Bewertungsmethoden.

Um ein umfänglicheres Bild bezüglich der Anforderungen an Bewertungsmethoden zu erhalten, sollen an dieser Stelle noch **weitere, allgemein gültige Untersuchungen** angeführt werden. Die prinzipiellen Anforderungen bzw. Meta-Kriterien von Bewertungsmethoden jenseits der konkreten Strategiebetrachtung sind bereits in einigen Veröffentlichungen der 1980er Jahre untersucht worden. (z. B. Bechmann (1989), S. 94, Hübler (1989), S. 135 oder Domsch/Reinecke (1989), Sp. 143ff.) Die Erkenntnisse der beiden erstgenannten Quellen sind von Weiland (1994) und in der Zusammenfassung von Knospe (1998) aufgegriffen und zum Teil ergänzt worden, weshalb diese beiden Quellen neben der von Domsch/Reinecke als Grundlage für die weiteren Betrachtungen im Zusammenhang mit der Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien dienen sollen. Ergänzt werden diese durch die Ergebnisse des bereits erwähnten Forschungsprojekts TASTe.

Anforderungen an bzw. Meta-Kriterien von Bewertungsmethoden	Domsch/ Reinecke (1989)	Weiland (1994)	Knospe (1998)	TAS <sup>Te</sup> (1999)
<b>Validität</b> In den Werturteilen müssen sich die Inhalte und Prioritäten des zugrunde gelegten Zielsystems widerspiegeln. Die Methode muss geeignet sein, die jeweiligen Anforderungen zu erfüllen.		x	x	x
<b>Trennung von Sach- und Wertelementen</b> Die Werturteile sollen sich auf ein explizites Ziel- oder Wertsystem beziehen, so dass indikative und normative Aussagen so weit wie möglich unterschieden werden können.		x	x	
<b>Transparenz und Nachvollziehbarkeit</b> Der Ablauf der Bewertung sowie die Entscheidungsvorbereitung sollen für die Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit formal und inhaltlich durchschaubar und nachvollziehbar sein (z. B. Struktur der Vorgehensweise und Herleitung von Ergebnissen, Offenlegung von Datengrundlagen, Zielvorstellungen, etc.).	x	x	x	
<b>Reliabilität/Reproduzierbarkeit</b> Ein wiederholter Durchlauf einer Methode unter gleichen Rahmenbedingungen muss zu den gleichen Ergebnissen führen.		x	x	x
<b>Intersubjektivität/Objektivität</b> Nach der Festlegung von Zielsystem und Bewertungsregeln sollen die Ergebnisse von der Person des Anwenders unabhängig sein.		x	x	
<b>Strukturkonsistenz/Einheitlichkeit</b> Die Bewertungsstruktur soll formal konsistent sein und auch zu einer widerspruchsfreien Ordnung der zu bewertenden Alternativen führen. Alle Alternativen müssen damit nach einer einheitlichen Bewertungsvorlage bewertet werden.	x	x		
<b>Aussagefähigkeit</b> Die Ergebnisse der angewendeten Methoden müssen erkennbar und möglichst präzise sein.			x	x
<b>Vollständigkeit</b> In der Urteilsbildung müssen alle entscheidungsrelevanten Aspekte (Ziele, Kriterien, Alternativen) berücksichtigt werden.	x			x
<b>Praktikabilität/Benutzerfreundlichkeit</b> Die Bewertungsmethode sollte nach Möglichkeit leicht und gut verständlich sein, damit die Anwendung auch durch Laien möglich und umsetzbar ist.				x
<b>Aufwand</b> Für die Bewertungsmethode sollte der finanzielle, zeitliche und personelle Aufwand vertretbar sein.			x	x
<b>Raumbezug</b> Die Bearbeitungsmaßstäbe müssen der Fragestellung und Umweltbedingung angepasst sein.			x	
<b>Sachbezogenheit</b> Der Bewertung muss ein genaues und zutreffendes Sachmodell zugrunde liegen, dessen Ziel und Anwendungsgrenzen eindeutig definiert sind.			x	
<b>Zeitbezug</b> Der Zeitpunkt und Zeitraum der Erfassung muss dargelegt werden.			x	
<b>Widerspruchsfreiheit</b> Die Ergebnisse einer Bewertung sollen sich ausschließende Alternativen sein, die voneinander unabhängig sind.	x			
<b>Kompatibilität zu anderen Methoden</b> Eine Methode und deren Ergebnisse soll kompatibel mit anderen Methoden sein, welche die Ergebnisse als Eingangsgröße benötigen. Dies trifft beispielsweise bei der Verwendung verschiedener Modellierungsprogramme zu.				x

Tabelle 5: Anforderungen an Bewertungsmethoden (eigene Zusammenstellung basierend auf Domsch/Reinecke (1989), Sp. 143ff., Weiland (1994), S. 11f., Knospe (1998), S. 11 und TAS<sup>Te</sup> (1999), S. 28ff.).

Im Kontext dieser Arbeit treffen viele der aufgeführten Anforderungen auch auf Methoden zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement zu. So wird von einer Methode generell erwartet, dass sie **valide und zuverlässig** ist, und dass die Ergebnisse eine verwertbare Präzision besitzen. Daher nimmt auch die **Aussagefähigkeit bzw. Genauigkeit** einer Methode eine große Bedeutung ein, gerade im Hinblick auf die Bewertung verkehrlicher, ökologischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Wirkungen komplexer Strategien.

Die Einbeziehung verschiedener Akteure bei der Entwicklung und Auswahl von Strategien erfordert ein hohes Maß an **Verständlichkeit**, und zwar sowohl, was die Anwendbarkeit der Methode an sich auf Seiten der Akteure angeht, als auch, was das Bewertungsergebnis im Hinblick auf die **Akzeptanz** auf Seiten der Verkehrsteilnehmer und sonstiger Betroffener betrifft. Daher ist im Sinne der Rechtfertigung und Argumentation einer Strategie gegenüber anderen Beteiligten, insbesondere Verbänden, Anwohnern und den Verkehrsteilnehmern, ein hohes Maß an **Nachvollziehbarkeit bzw. Transparenz** der Bewertung erforderlich. Für eine erhöhte Akzeptanz ist auch eine möglichst große **Objektivität** im Rahmen der Bewertung zuträglich. Weiterhin sollte es durch bestimmte Bewertungsmethoden möglich sein, verschiedene Strategiealternativen, gerade während der Planungs- und Auswahlphase, miteinander **vergleichen** zu können.

Auf Seiten der Anwender einer Bewertungsmethode ist zu klären, inwiefern eine bestimmte Methode unter Berücksichtigung der **zeitlichen, personellen und finanziellen Möglichkeiten** durchzuführen ist. Sowohl bei der Strategieentwicklung als auch bei der Strategieumsetzung ist die Zeit ein nicht zu unterschätzender Faktor, welcher erheblichen Einfluss auf die Auswahl der Bewertungsmethoden nehmen kann. Je nach Ausstattungsgrad (u. a. technische Systeme, Daten, Software) kann es sein, dass aufgrund mangelnder Zeitressourcen bzw. großem Handlungsdruck aufwendige Bewertungsmethoden nicht zur Anwendung kommen. Dies wiederum könnte im Zweifel, und je nach Strategiekontext, zu Lasten der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Bewertungsergebnisse gehen. Neben der Zeit spielen bei der Auswahl der probaten Bewertungsmethoden auch mögliche finanzielle Restriktionen eine Rolle. Anschaffungen von Hard- und Software, Investitionen in die Fortbildung der Mitarbeiter/innen oder die Vergabe spezifischer Bewertungsarbeiten an externe Akteure können bei limitierter Budgetierung dafür sorgen, dass die für am geeignetsten erachteten Bewertungsmethoden nicht zum Einsatz kommen können, und daher auf alternative Methoden zurückgegriffen werden muss. Bei der Anwendung komplexerer Bewertungsmethoden, die spezifische Fachkenntnisse voraussetzen, können begrenzte personelle Ressourcen die Auswahl an anwendbaren Bewertungsmethoden einschränken. Die begrenzten personellen Ressourcen beziehen sich dabei sowohl auf das vorhandene Fachwissen und die Qualifikation bei den Personen, die für die Anwendung spezifischer und komplexerer Bewertungsmethoden vorgesehen sind, als auch auf die schlichte Verfügbarkeit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Insofern ist neben dem **Aufwand** auch die **Handhabbarkeit** ein wichtiges Kriterium, wenn es um die Auswahl und Beurteilung einer Bewertungsmethode geht.

Darüber hinaus sollte nochmals, wie es durch die Vorstellung des TASTE-Projekts bereits zu einem gewissen Grad erfolgt ist, explizit die **Datenabhängigkeit** benannt werden. Wie sich im späteren Verlauf noch klarer herausstellen wird, ist es für die Verwendung bestimmter Methoden, insbesondere den formalisierten, wichtig, entsprechende Daten zur Verfügung zu haben, auf Grundlage derer Berechnungen und letztlich auch die Bewertung erfolgen. Die Auswahl einer Bewertungsmethode hängt demnach auch davon ab, ob die benötigten Daten in entsprechender Quantität und Qualität vorliegen oder, falls dies nicht der Fall ist, ob genügend finanzielle, personelle und zeitliche Ressourcen zur Verfügung stehen, um diese Daten zu erheben oder erheben zu lassen. Zudem ist die Anforderung der **Rechtskonformität** zu ergänzen. Für den Nachweis der Wirtschaftlichkeit kann beispielsweise die Verwendung bestimmter Methoden, wie eine Nutzen-Kosten-Analyse, gefordert werden. Somit ist auch bei der Verwendung der Methode sicherzustellen, dass etwaige rechtliche Anforderungen eingehalten werden. Ob eine Methode bestimmte rechtliche Anforderungen erfüllt, hängt allerdings von den jeweiligen Anforderungen ab und kann nicht allgemein gültig bestimmt werden. Dies ist im jeweiligen Anwendungsfall zu überprüfen und zu entscheiden, weshalb die Rechtskonformität nicht in den Kanon der Meta-Kriterien aufgenommen wird, anhand dessen die verschiedenen Methoden im weiteren Verlauf dieser Arbeit bewertet werden.

Der Raum- und Zeitbezug sowie die Sachbezogenheit einer Bewertungsmethode werden für die Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements vorausgesetzt, und sollen daher nicht als spezifische Anforderung in diesem Sachzusammenhang berücksichtigt werden. Wie bereits erläutert worden ist, ist auch für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement eine Trennung von Sach- und Wertelementen wichtig. Das bedeutet, dass durch eine Methode nicht nur deskriptiv das Sachmodell wiedergegeben wird, sondern wie in Kapitel 2.1.2 erläutert wurde, dem Objektträger auch ein möglichst eindeutiger Wert zugeteilt wird, so dass durch die angewandte Methode ein Werturteil generiert werden kann. Da dies vorausgesetzt wird, wird diese Anforderung nicht weiter berücksichtigt. Zudem wurde diese auch im Rahmen der Experteninterviews als vernachlässigbar eingestuft.

Zusammenfassend lassen sich, basierend auf der in Tabelle 5 dargestellten Literaturrecherche und den Ergebnissen aus den Experteninterviews, die folgenden Anforderungen und somit Meta-Kriterien zur Auswahl geeigneter Methoden für die Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements benennen:

- **Aufwand** (in finanzieller, personeller und zeitlicher Hinsicht)  
Die Anwendung einer spezifischen Methode muss im Rahmen der finanziellen, zeitlichen und personellen (Verfügbarkeit und Kompetenz der Mitarbeiter/innen) Möglichkeiten liegen.
- **Datenabhängigkeit**  
Für die Anwendung bestimmter Methoden ist die Verfügbarkeit von Daten erforderlich, anhand derer sich Berechnungen und Bewertungen durchführen lassen. Eine mögliche und dafür notwendige Datenerhebung kann wiederum den Aufwand für die Durchführung der Methode erhöhen.
- **Verständlichkeit/Handhabbarkeit**  
Eine Bewertungsmethode muss für den Anwender verständlich und handhabbar sein, damit diese ohne größere Opportunitätskosten korrekt und effizient angewendet werden kann. Dies setzt auch voraus, dass die anwendende Person die nötige Expertise besitzt, was zum einen die Kenntnis über spezifische Bewertungsmethoden, als auch den geschulten Umgang mit der selbigen voraussetzt.
- **Objektivität**  
Für eine größtmögliche Akzeptanz ist durch eine neutrale Bewertung eine hohe Objektivität erforderlich, welche möglichst frei von individuellen und subjektiven Empfindungen ist und die Belange aller Akteure unparteiisch berücksichtigt.
- **Nachvollziehbarkeit/Transparenz**  
Für eine höhere Akzeptanz ist ebenso eine transparente Methode sinnvoll, in welchem die Bewertungsschritte und die Bewertung an sich sowie das Ergebnis auch von außenstehenden Personen nachvollzogen werden kann.
- **Zuverlässigkeit**  
Der Anwender wird in aller Regel darauf Wert legen, dass die angewendete Methode sowie die damit ermittelten Ergebnisse zuverlässig und mit einer gewissen Sicherheit verbunden sind. Dies gilt umso mehr, je komplexer und je größer die Risiken für etwaige negative Auswirkungen einer Strategie und die damit verbundenen Konfliktpotentiale sind.
- **Vergleichbarkeit**  
Sollten mehrere Alternativen für eine Strategie in Betracht gezogen werden, sollte eine Bewertungsmethode eine gute Vergleichbarkeit gewährleisten, anhand derer Vor- und Nachteile gut miteinander verglichen werden können und schließlich eine Priorisierung und Auswahl getroffen werden kann.

- **Genauigkeit/Aussagefähigkeit**

Hiermit ist die Präzision der Bewertungsergebnisse gemeint. Die Genauigkeit ist dabei allerdings nicht zu verwechseln mit der Richtigkeit der Bewertung. Diese kann schließlich erst durch die ex-post Bewertung ermittelt werden. Daher sind beispielsweise bei quantitativen Bewertungsmethoden, die zwar präzisere Bewertungsergebnisse liefern, stets Unsicherheiten mit zu berücksichtigen. Diese sind durch weitere Untersuchungsmethoden, wie z. B. durch eine Sensitivitätsanalyse, zu minimieren.

- **Validität**

Eine angewandte Methode soll für den Sachzusammenhang geeignet und für den Bewertungskontext gültig sein. So empfiehlt sich u. a. für eine wirtschaftliche Untersuchung eine Nutzen-Kosten-Analyse oder Wirksamkeits-Kosten-Analyse.

### 3.1.3. Bestandteile

Abschließend sollen mögliche Bestandteile von Bewertungsmethoden benannt werden, die auch Aufschluss über die Eigenschaften und Anforderungen geben, die mit einer bestimmten Methode verbunden sind. Die Bestandteile umfassen grundsätzlich

- Erstellung eines Zielsystems,
- Definition von Bewertungskriterien,
- Formulierung von Nebenbedingungen,
- Formulierung von Alternativen,
- Definition von Mess- und Kenngrößen,
- Datenerhebung,
- Gewichtung,
- Diskontierung,
- Wertermittlung,
- Ermittlung von Zielerfüllungsgraden,
- Definition von Zuordnungsregeln,
- Aggregation,
- Erstellung einer Rangordnung.

Die Zusammenstellung erfolgt auf Grundlage einer eingehenden Analyse der verschiedenen Bewertungsmethoden, die im nachfolgenden Kapitel 3.2 vorgestellt werden und auf verschiedenen Literaturquellen basieren.<sup>2</sup>

#### Erstellung eines Zielsystems

Unter einem Zielsystem ist die Menge aller, für eine bestimmte Erfassungs-, Bewertungs-, Entscheidungs- und Entwicklungssituation relevanten Ziele zu verstehen (vgl. Bechmann (1981), S. 147). Das Zielsystem bildet das Fundament fast aller Bewertungsmethoden, da sich an diesem erst eine Bewertung im Sinne der Zielerreichung vornehmen lässt. Durch Zielsysteme können sich Sachverhalte, Leitbilder, Wirkungsbereiche (z. B. Umwelt, Verkehrssicherheit, Mobilität) und somit auch Priorisierungen ordnen sowie überschaubar und transparent darstellen lassen. Allerdings erfordert die Definition eines Zielsystems auch einen gewissen Aufwand, gerade im Hinblick auf mögliche Zielkonflikte und eine etwaige Einbindung verschiedener Beteiligter. Das Zielsystem ist so zu operationalisieren, dass durch einen hierarchischen Aufbau eine Konkretisierung von allgemeinen Oberzielen bis hin zu einer Ebene von überprüfbaren Unterzielen erfolgt (vgl. Knospe (1998), S. 39). In dieser Hinsicht können allgemeine bzw. visionäre Ziele von konkreten Zielen unterschieden werden. Erstere sind eher abstrakt und weisen einen weiten Interpretationsspielraum auf (z. B. Verbesserung

<sup>2</sup> Die Literaturquellen umfassen im Wesentlichen Eckstein (1961), Bechmann (1981), Boltze (1998), Knospe (1998), Scholles (2005), Scholles (2008), FGSV (2010a) und Hanusch (2011).

der Umweltbedingungen für die Allgemeinheit), während die konkreten Ziele auf den unteren Stufen eine Wertsetzung definieren und somit überprüfbar sind (z. B. die CO<sub>2</sub> Emissionen sollen um 5 % gesenkt werden). (vgl. Schwekendiek et al. (1989), S. 5)

### **Definition von Bewertungskriterien**

Ein zentraler Bestandteil der Bewertung ist die Definition von Kriterien, anhand derer eine Wertung überhaupt erst durchgeführt werden kann. Prinzipiell handelt es sich bei einem Bewertungskriterium um ein unterscheidbares Merkmal oder eine Bedingung, durch welche sich, einhergehend mit dem Grad der Erfüllung, eine Wertung vornehmen lässt (vgl. Duden (1996) S. 436). Diese Merkmale bzw. Bedingungen können sich u. a. auf Sachverhalte, Objekte oder Subjekte beziehen und erlauben es der bewertenden Person, eine qualitative oder quantitative Wertzuweisung für ein bestimmtes Kriterium durchzuführen (vgl. Knospe 1998), S. 94f.).

Ausschlaggebend sind im Kontext dieser Arbeit weitestgehend wertbestimmende sowie nach Möglichkeit unterscheidbare und keine rein deskriptiven Kriterien, durch welche sich weder eine Bewertung vornehmen noch eine Entscheidung ableiten lässt. Somit soll auch der im vorherigen Abschnitt formulierten Anforderung der ‚Trennung von der Sach- und Wertebene‘ Genüge getan werden. Weiterhin kann es in einer Bewertungsmethode noch spezielle Arten von Kriterien geben. Zu diesen gehört zum einen das Ausschlusskriterium, auch K.O.-Kriterium genannt, bei dessen Erfüllung eine bestimmte Alternative direkt ausgeschlossen wird, da eine notwendige Bedingung nicht eingehalten wird. Zum anderen gibt es noch Entscheidungskriterien, welche von so hoher Relevanz sind, dass deren Erfüllung den Ausschlag für eine Entscheidung geben kann.

Die Kriterien mit Bezug auf die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement werden im 4. Kapitel dieser Arbeit eingehend untersucht.

### **Formulierung von Nebenbedingungen**

Nebenbedingungen umfassen im Wesentlichen die folgenden Aspekte:

- physische Nebenbedingungen (es muss geklärt werden, ob die für ein Vorhaben vorgesehenen technischen Systeme zur Verfügung stehen, ihr Aufbau und Einsatz in Relation zu dem erwarteten Ergebnis steht, und ob das Personal in der Lage ist, die technischen Anlagen zu bedienen),
- budgetäre Nebenbedingungen (der finanzielle Rahmen muss für ein Vorhaben beachtet werden),
- gesetzliche Nebenbedingungen (gesetzliche Hemmnisse (z. B. Eigentumsrecht Privater, Umweltschutzauflagen, bauliche Verordnungen) müssen eingehalten werden),
- administrative Nebenbedingungen (die Fähigkeiten, Strukturen und Kapazitäten müssen eine Projektrealisierung gewährleisten, insbesondere bei zuständigkeitsüberschneidenden Vorhaben) und
- politische Nebenbedingungen (durch die NKA wird z. B. die Bewertung nach wohlfahrts-ökonomischen Kriterien vorgenommen. Nicht vernachlässigt werden dürfen im Entscheidungsprozess, für oder gegen eine Alternative, politische Präferenzen und Zielvorgaben der regierenden Parteien). (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Eckstein (1961), S. 439ff. und Hanusch (2011), S. 11ff.)

### **Formulierung von Alternativen**

Prinzipiell ist es möglich, nur eine Strategie zu bewerten und anhand des Ergebnisses zu entscheiden, ob diese angenommen, abgelehnt oder modifiziert werden sollte. Bei der Erstellung von Strategien kann es sinnvoll sein, aus einem Portfolio potentieller Maßnahmen verschiedene Strategiealternativen zu generieren, diese auf ihre jeweiligen Vor- und Nachteile zu untersuchen und miteinander zu vergleichen.



### Definition von Mess- und Kenngrößen

Weiterhin kommt der Messung der Ausprägung von Bewertungskriterien durch die einzelnen Bewertungsmethoden eine große Bedeutung zu, insbesondere dann, wenn verschiedene Strategiealternativen miteinander verglichen werden sollen. Für die meisten Bewertungsmethoden empfiehlt sich neben der Definition der Kriterien daher auch die der Messgrößen, also eine Größe, die sich messen lässt und der eine Messung gilt, was in der Regel auf physikalische Größen zutrifft (z. B. Geschwindigkeit, Zeit). Das Messen wird beschrieben als die „Ausführung von geplanten Tätigkeiten zum quantitativen Vergleich der Messgröße mit einer Einheit“ (DIN 1319-1). Das Ergebnis einer Messung wird als Messwert bzw. **Messgröße** bezeichnet und ergibt sich aus dem Produkt des gemessenen Zahlenwertes mit der zugrunde liegenden Einheit. Im einfachsten Fall ist das Ergebnis bereits direkt aus der Messung ersichtlich (z. B. bei Längeneinheiten).

Anhand der Ausprägung der gemessenen Größen kann eine konkrete Wertung durch den Vergleich mit Zielwerten und/oder Messgrößen unterschiedlicher Alternativen nachvollziehbar und verständlich vollzogen werden. Der Begriff der Messgröße soll im Rahmen dieser Arbeit weiter gefasst werden und alle quantitativ messbaren Größen, demnach auch monetäre Größen, umfassen. Nicht umfasst werden rein normative bzw. qualitative Größen oder solche, die auf keiner standardisierten Einheit beruhen. Für diese wird der Begriff **Kenngröße** verwendet.

### Datenerhebung

Für einige Methoden ist es notwendig, eine quantitativ und qualitativ ausreichende Datenbasis zur Verfügung zu haben, damit diese angewendet werden können. Für die Datenerhebung wiederum stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, wie

- qualitative Betrachtungen und/oder quantitative Messungen,
- Heranziehen von vorliegenden Ergebnissen vergleichbarer Anwendungsfälle,
- Erprobungen und Beobachtungen im realen Verkehrsnetz oder
- Modellrechnungen und Simulationen. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Boltze (1998), F. 30)

### Gewichtung

Sowohl die zuvor genannten Ziele als auch die Kriterien sind nicht immer von gleicher Bedeutung, so dass es zweckmäßig sein kann, anhand von Gewichtungen eine gewisse Priorisierung vorzunehmen. Dies kann, wie im nächsten Kapitel bei den entsprechenden Methoden noch ausführlicher beschrieben wird, entweder über eine qualitative, subjektiv prozentuale oder eine mathematisierte Verteilung geschehen.

### Diskontierung

Viele Vorhaben, auch unter Berücksichtigung der mittel- bis langfristigen Auslegung von Strategien, können sich über mehrere Jahre hinweg erstrecken. Für Methoden, bei denen wirtschaftliche Aspekte untersucht und bewertet werden, wie beispielsweise die Nutzen-Kosten-Analyse oder die Kosten-Wirksamkeits-Analyse, sind daher langfristige Kosten auf den Gegenwartswert zu diskontieren, was wiederum mit spezifischen Methoden, wie u. a. der Annuitätenmethode, bewerkstelligt werden kann. (vgl. FGSV 2010a), S. 25)

### Wertermittlung

Im Kontext dieser Arbeit und dieses Abschnittes stellt sich nicht die Frage, ob eine Bewertung erfolgt, sondern vielmehr, in welcher Form die Wertermittlung vollzogen wird. Prinzipiell lassen sich die Bewertungen in qualitativer oder quantitativer Form vornehmen. Letztere erlauben eine bessere Vergleichbarkeit sowie eine nachvollziehbarere Ermittlung von Zielerfüllungsgraden, benötigen dafür aber meist einen höheren Zeit-, Personal-, Kosten- und Datenaufwand. Während bei nichtformalisierten Bewertungsmethoden eine qualitative Wertzuweisung zu den einzelnen Bewertungskriterien vorgenommen wird, sind bei den formalisierten Methoden meist quantitative Wertermittlungen erforderlich. In der Gruppe der teilformalisierten Methoden können je nach Bedarf und Möglichkeit (gleichzeitig) sowohl qualitative als auch quantitative Wertermittlungen (für verschiedene Kriterien) erfolgen.

### Ermittlung von Zielerfüllungsgraden

Die Bestimmung von Zielerfüllungsgraden kann in der Regel die Bewertung transparenter und nachvollziehbarer gestalten, da neben der reinen Wertzuweisung nun auch Orientierungs- und Diskussionswerte, Richtwerte, Referenzwerte, Prüfwerte oder Höchst- und Grenzwerte hinzugezogen werden, mithilfe derer eine bessere Einordnung in das bestehende Ziel- und Wertesystem vorgenommen werden kann (vgl. Knospe (1998), S. 62). Die Ermittlung der Zielerfüllungsgrade kann in quantitativer und qualitativer Form geschehen, je nach Anforderung und Notwendigkeit, Kriterientyp und Möglichkeiten des Bewerter. Die Ermittlung von Zielerfüllungsgraden setzt das Vorhandensein eines Zielsystems sowie die Definition der zu bewertenden Kriterien voraus.

### Definition von Zuordnungsregeln

Mit Zuordnungsregeln werden Messungen auf einer Werteskala abgebildet. Dabei besteht grundsätzlich die Frage, welches Skalenniveau bzw. welche Klasseneinteilung verwendet wird. Je nach zu berücksichtigenden Merkmalen und Messgrößen können die folgenden Skalen benutzt werden:

- In der **Nominalskala** werden Merkmale bzw. Ausprägungen beschrieben (z. B. Geschlecht, Farben), mit denen sich Häufigkeiten darstellen lassen. Die Nominalskala ist eine diskrete Skala, in der keine Wertunterschiede vorhanden sind, weshalb sich auch keine Ordnung herstellen lässt;
- Die **Ordinalskala** zählt ebenfalls zu den diskreten Skalen, die im Gegensatz zur Nominalskala eine Wertung und somit Ordnung zulassen (z. B. Noten), allerdings keine Aussage über das Ausmaß der Unterschiede zulässt;
- Die **Intervallskala** gehört zu den metrischen, also messbaren Skalen, in der Teilmengen abgebildet werden, denen eine Maßeinheit zugrunde liegt, so dass hier Abstände bzw. Differenzen zwischen zwei Zahlen eine Bedeutung bekommen (z. B. Datum, Temperatur);
- Die **Ratioskala** hat im Gegensatz zur Intervallskala einen absoluten, und nicht nur einen relativen Nullpunkt, und eignet sich deshalb für den Vergleich von Verhältnissen (z. B. Alter, Kosten). Sie zählt ebenfalls zu den metrischen Skalen. (vgl. bzgl. der Auflistung u. a. Knospe (1998), S. 66, Scholles (2008), S. 317f. und S. 523)<sup>3</sup>

### Aggregation

Wie bereits in den vorherigen Ausführungen ermittelt wurde, ist für eine umfassende Strategiebewertung die Verwendung unterschiedlicher Messgrößen und Skalen mit ihren qualitativen und/oder quantitativen Ausprägungen notwendig. Für eine bessere Vergleichbarkeit mehrerer oder gar aller Kriterien, aber auch zur Reduzierung von Informationen, kann es sinnvoll sein, die verschiedenen Größen in eine bzw. wenige einheitliche Kennzahlen durch mathematische oder logische Verknüpfungen zu transformieren bzw. aggregieren. Für diesen Fall ist es notwendig, Aggregationsregeln zu definieren, wonach die Umrechnung einzelner Größen in einen einheitlichen Wert oder eine einheitliche Kennzahl vollzogen wird. Aggregationsmethoden machen vor allem dann Sinn, wenn Alternativen verglichen werden sollen, da durch eine Aggregation verschiedene Messgrößen zusammengefasst und dadurch vergleichbar gemacht werden. Allerdings ist auch zu beachten, dass durch die Aggregation meist ein Informations- und Transparenzverlust eintritt, da dem aggregierten Wert ohne weitere Erläuterungen keine Informationen über das Zustandekommen oder etwaige Teilergebnisse zu entnehmen sind. Somit sollte sichergestellt werden, dass wesentliche Informationen rekonstruierbar bleiben. (vgl. Scholles (2005), S. 101)

<sup>3</sup> In der Literatur wird auch der Begriff ‚**kardinale Skala**‘ verwendet. Kardinale Skalen umfassen als Oberbegriff sowohl die Intervall- als auch die Ratioskalen (vgl. Scholles (2008), S. 318).

### Erstellung einer Rangordnung

Bei einigen Bewertungsmethoden wird durch die Quantifizierung der Bewertungsergebnisse die Erstellung einer Rangordnung gemäß der erreichten Zielerfüllung der jeweiligen Alternative ermöglicht. Auf Grundlage dieser Rangordnung kann im nächsten Schritt eine Entscheidung getroffen werden. Prinzipiell ist die Erstellung einer Rangordnung auch für qualitative Methoden möglich, allerdings ist dies aufgrund der fehlenden Kennwerte qualitativ zu begründen.

### 3.2. Grundlegende Bewertungsmethoden

Wie in der Einleitung dieses Kapitels erwähnt wurde, lassen sich prinzipiell drei verschiedene Kategorien von Bewertungsmethoden, namentlich die nichtformalisierten, die teilformalisierten und die formalisierten, unterscheiden. Unter **formalisierten** oder auch standardisierten **Bewertungsmethoden** versteht man „relativ exakt beschreibende und nachvollziehbare Verfahren, die durch Empfehlungen, Richtlinien oder staatliche Planungs- und Bewertungsverfahren (z. B. Bundesverkehrswegeplan) besondere Geltung erlangt haben“ (Lohse/Schnabel (1997), S. 405). Die formalisierten Methoden liefern quantitative Ergebnisse, die einen direkten Vergleich zwischen verschiedenen Alternativen zulassen. Allerdings kann es notwendig sein, dass originalskalierte Werte in einheitliche Nutzen- oder monetäre Einheiten transformiert werden müssen. Bei den **nichtformalisierten** Methoden erfolgt die Bewertung auf rein argumentativer und qualitativer Ebene. Bei den **teilformalisierten** Methoden schließlich handelt es sich um eine Mischform der beiden zuvor beschriebenen Methoden, bei denen beispielsweise Alternativen auf Basis einzelner Kriterien verglichen werden oder die Wirkungen durch Stärken-Schwächen-Profile im Rahmen einer multikriteriellen Wirkungsanalyse untersucht und dargestellt werden (vgl. FGSV (2010a), S. 15). Der Grad der Mathematisierung der einzelnen Methoden steigt dabei mit dem Grad der Formalisierung, wie es die folgende Abbildung 20 darstellt.

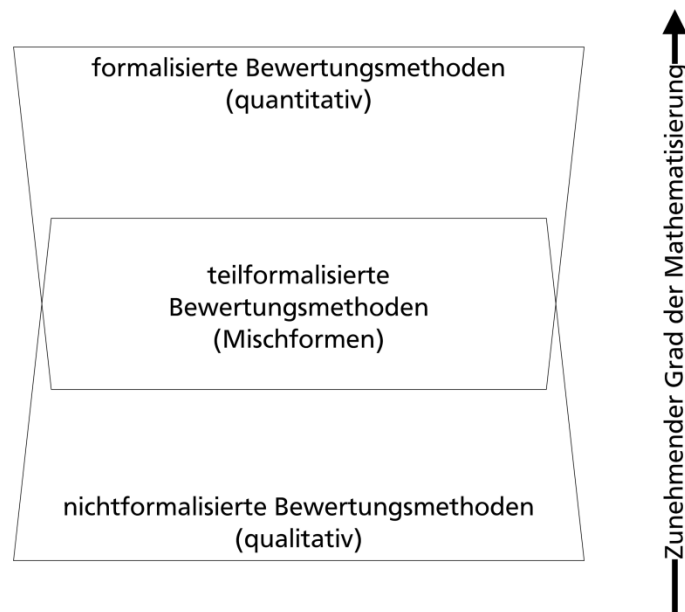


Abbildung 20: Grad der Mathematisierung verschiedener Bewertungsmethoden (in Anlehnung an Knospe (1998), S. 5).

Je höher der **Formalisierungsgrad** einer Methode, desto **mehr Bestandteile** sind (verbindlich) vorgegeben. Bei den nichtformalisierten Methoden können die verschiedenen Methodenbestandteile ebenfalls berücksichtigt werden, allerdings ist die Verwendung in diesen Fällen meist nicht zwingend vorgeschrieben, sondern erfolgt auf freiwilliger Basis. Dies gilt bis zu einem gewissen Grad auch für die teilformalisierten Methoden. Grundsätzlich lassen sich den einzelnen Methodenkategorien die in Tabelle 6 aufgeführten Bestandteile zuordnen, auch wenn es zwischen den einzelnen Methoden leichte Unterschiede gibt.

Bestandteile	Methodenkategorien		
	nichtformalisiert	teilformalisiert	formalisiert
Zielsystem	+	+	+
Bewertungskriterien	+	+	+
Nebenbedingungen	o	o	o
Alternativen	o	+	+
Mess- und Kenngrößen	o	+	+
Datenerhebung	-	o	+
Gewichtung	o	o	+
Diskontierung	-	-	o
Wertermittlung	+ (qualitativ)	+ (quant./qualit.)	+ (quantitativ)
Zielerfüllungsgrad	o	o	+
Zuordnungsregeln	-	o	+
Aggregation	-	-	+
Rangordnung	o	o	+

- + vorgesehen
- o optional
- nicht vorgesehen

Tabelle 6: Grundsätzliche Bestandteile verschiedener Methodenkategorien (eigene Darstellung).

Die **Übergänge** zwischen nichtformalisierten und teilformalisierten sowie zwischen den teilformalisierten und formalisierten Methoden sind teilweise **fließend**, so dass die einzelnen Methoden in der Literatur teils unterschiedlichen Kategorien zugeteilt werden (vgl. u. a. Scholles (2005), S. 102f.). Die hier vorgenommene Einteilung basiert im Wesentlichen auf der Kategorisierung, die in den ‚Hinweisen zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung‘ zu finden sind (vgl. FGSV (2010a), S. 15ff.).

### 3.2.1. Nichtformalisierte Methoden

Das Ziel der nichtformalisierten Methoden besteht grundsätzlich darin, Alternativen zu identifizieren, die unzulässig oder eindeutig ungeeignet erscheinen (vgl. Köhler (2014), S. 128). Die Vorteile der nichtformalisierten Methoden liegen in der **flexiblen**, vergleichsweise **einfachen** und meist **kostengünstigen** Durchführung. Weiterhin erlauben diese Methoden die Bewertung von Kriterien, die sich nur schwerlich oder gar nicht quantifizieren lassen. Allerdings können durch die nicht vorhandene Quantifizierung kaum objektive Vergleiche zwischen verschiedenen Alternativen vorgenommen werden. Insbesondere bei komplexen Strategien ist die Gefahr, dass Wirkungszusammenhänge falsch, unzureichend oder gar nicht erkannt und bewertet werden, relativ groß. Aus diesem Grund bieten sich die nichtformalisierten Methoden nur in bestimmten Fällen an, auf die im weiteren Verlauf der vorliegenden Forschungsarbeit noch detaillierter eingegangen wird. Gängige nichtformalisierte Methoden, die auch im Rahmen der Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien eingesetzt werden können, umfassen die

- Verbal-argumentative/Intuitive Methode,
- Argumentenbilanzierung,
- SWOT-Analyse,
- Expertenbefragung,
- Öffentliche Diskussion und
- Anwaltsmethode.

Die Methoden werden im Folgenden kurz dargestellt und in **Anlage 2** dieser Arbeit qualitativ bewertet.

### 3.2.1.1. Verbal-argumentative/Intuitive Methoden

Der Begriff der verbal-argumentativen Bewertung ist in der Literatur seit den späten 1980er Jahren zu finden. Durch diese Methode soll eine Bewertung ausschließlich durch Argumentation und nicht durch arithmetische oder logische Aggregation vorgenommen werden. Daher ist kein ausformuliertes Zielsystem erforderlich. (vgl. Hübler (1989), S. 131 und Eberle (1989), S. 264)

Bei den verbal-argumentativen bzw. intuitiven Methoden (im Folgenden nur noch verbal-argumentative Methode genannt) geschieht die Bewertung spontan aus der **Erfahrung** und dem **persönlichen Wertesystem** der bewertenden Person heraus, und zwar in Form eines Gesamturteils. Der Vorteil dieser Methode liegt in dem vergleichsweise geringen Arbeits- und Zeitaufwand. Allerdings gründet die Bewertung auf rein subjektiven, individuellen und teils emotional beeinflussten Einschätzungen und Überzeugungen, und birgt somit die Gefahr, dass nicht alle Wirkungsdimensionen beachtet oder zumindest entsprechend gewürdigt werden. Durch die Subjektivität wird zudem auch die Transparenz und Nachvollziehbarkeit eingeschränkt, da Argumente, die zur Urteilsbegründung geführt haben, in der Regel nicht hinterfragt werden (vgl. Scholles (2005), S. 97f.). Diese Methoden können somit dann sinnvoll sein, wenn entweder Realisierungschancen und Wirkungspotentiale, beispielsweise aus Erfahrungen bereits existierender und vergleichbarer Strategien heraus, eingeschätzt werden können oder das Orientierungsvermögen ausreicht, um eine Präferenz oder Rangordnung zu erstellen. Demnach können verschiedene Alternativen aufgrund der verbal-argumentativen Bewertung in Klassen wie ‚geeignet‘, ‚bedingt geeignet‘, ‚weniger geeignet‘ oder ‚nicht geeignet‘ unterteilt werden. (vgl. Müller-Herbers (2007), S. 24)

Durch das breite Anwendungsspektrum und die einfache Handhabung ist die verbal-argumentative Methode auch für die Strategiebewertung von großer Bedeutung und wird dementsprechend in Kapitel 5 erneut aufgegriffen und konkretisiert.

### 3.2.1.2. Argumentenbilanzierung

Das Prinzip der Argumentenbilanzierung basiert auf den Grundprinzipien der kaufmännischen Bilanzierung, bei der nach bestimmten Kriterien eine gegliederte **Gegenüberstellung von Aktiva und Passiva** zu einem Stichtag durchgeführt wird. So lässt sich die Bilanzierung, die auch in weiteren wissenschaftlichen Disziplinen ihre Anwendung findet, auch auf das Gebiet der Bewertung übertragen. Dabei werden zunächst alle Argumente aufgelistet, die für oder gegen eine zu bewertende Strategie sprechen. Die einzelnen Argumente sollten besprochen und nachvollziehbar hergeleitet werden. Dies kann auf nichtformalisierter Ebene auf dem Grundprinzip der zuvor beschriebenen verbal-argumentativen Bewertung passieren. Es wird diejenige Strategie ausgewählt, welche in der Argumentenbilanz (positive minus negative Argumente) die **meisten positiven Argumente auf der Haben-Seite** aufweisen kann. Dies setzt voraus, dass alle Argumente gleich gewichtet sind. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Symbol- oder Zahlenwerten (Argumentenbenotung), beispielsweise von -2 bis +2, lassen sich die einzelnen Argumente weiter differenzieren und gewichten. Die Bilanzierung geschieht in diesem Fall über die Aufsummierung der Zahlenwerte. Allerdings führt dieser Schritt der Argumentenbenotung dazu, dass die Methode eher im teilformalisierten als im nichtformalisierten Bereich anzusiedeln wäre. (vgl. Gilgen (2006), S. 141)

Die Argumentenbilanz wird auf Basis der qualitativen Bewertung in **Anlage 2** für die Strategiebewertung ebenfalls als geeignet eingestuft und in Kapitel 5 berücksichtigt.

**3.2.1.3. SWOT-Analyse**

Die SWOT-Analyse gehört gemäß den Ausführungen aus Kapitel 3.1.1 zu den Analysemethoden, lässt sich bei entsprechender Anpassung aber auch für die Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements anwenden. Ähnlich wie die Argumentenbilanzierung werden auch bei der SWOT-Analyse Argumente gesammelt, die für und wider einzelne Strategien stehen. Die Argumente werden hierbei in die vier Kategorien **Stärke** (Strengths), **Schwächen** (Weaknesses), **Chancen** (Opportunities) und **Risiken** (Threats) eingeteilt, woraus sich aus den Anfangsbuchstaben der englischen Begriffe das Wort SWOT ergibt. Die SWOT-Analyse wurde u. a. von Humphrey in den 1960er Jahren an der Universität Stanford entwickelt und ist eine Methode, welche ursprünglich im strategischen Management von Unternehmen eingesetzt worden ist. Inzwischen ist die SWOT-Analyse weit verbreitet und kommt in vielen Bereichen mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten zur Anwendung. (vgl. Fürst/Scholles (2008) S. 503)

Stärken und Schwächen stellen direkt beeinflussbare (im ursprünglichen Sinn unternehmens-) **interne bzw. endogene Faktoren** dar, während Chancen und Risiken (im ursprünglichen Sinn marktbezogene) **exogene Einflussfaktoren** darstellen, die maximal indirekt beeinflusst werden können. In diesem Zusammenhang stellt die SWOT-Analyse ein Instrument dar, mit dem der Status quo untersucht, und Chancen und Risiken einer oder mehrerer Strategiealternativen eruiert und schließlich (vergleichend) bewertet werden können.

Das Prinzip der SWOT-Analyse lässt sich somit auch auf das Verkehrsmanagement übertragen, indem Stärken und Schwächen die **endogenen Faktoren** beschreiben, die durch die beteiligten Akteure, wie z. B. Verkehrsämter, Verkehrsleitzentralen oder Kommunen, geprägt werden. Zu diesen endogenen Faktoren gehören u. a. die finanzielle und personelle Ausstattung, die technische Infrastruktur oder Vernetzungs- und Kooperationsregelungen. Die **exogenen Faktoren** beziehen sich in diesem Fall auf die Verkehrsteilnehmer und Faktoren, die nicht direkt beeinflussbar sind, wie beispielsweise Witterungsverhältnisse, die demographische Entwicklung, das Akzeptanzverhalten, die Siedlungsstruktur, das politische und ökonomische Umfeld sowie fahrzeugtechnische Entwicklungen. Bei der Bewertung ist zu beachten, dass durch eine Strategie die vorhandenen Stärken genutzt und Schwächen reduziert werden, um die Chancen für eine Zielerreichung zu erhöhen und etwaige Risiken zu vermeiden. (vgl. Fürst/Scholles (2008) S. 506)

Das Grundschema der SWOT-Methode einschließlich einzelner Leitlinien für die Identifizierung einer geeigneten Strategie ist der folgenden Abbildung 21 zu entnehmen.

		interne, endogene Faktoren	
		Strengths (Stärken)	Weaknesses (Schwächen)
externe, exogene Faktoren	Opportunities (Chancen)	<i>Stärken einer Strategie nutzen, um Chancen zu erhöhen</i>	<i>Chancen durch eine Strategie nutzen, um Schwächen zu egalisieren</i>
	Threats (Risiken)	<i>Stärken einer Strategie nutzen, um Risiken zu minimieren</i>	<i>Schwächen durch eine Strategie minimieren, um Risiken zu vermeiden</i>

Abbildung 21: Prinzip der SWOT-Analyse (basierend auf Fürst/Scholles (2008), S. 506).

Auch die SWOT-Analyse wird auf Basis der qualitativen Bewertung in **Anlage 2** für die Strategiebewertung als geeignet eingestuft und in die Gesamtmethodik, welche in Kapitel 5 vorgestellt wird, integriert.

#### 3.2.1.4. Expertenbefragung

Bei der Expertenbefragung werden Personen bzw. Personengruppen, die über spezifische **Fachkenntnisse** verfügen, zur Einschätzung bestimmter Sachverhalte gebeten. Auf Grundlage dieser Tatsache kann der Kreis der in Frage kommenden Personen, die zur Bewertung einer Strategie befragt werden sollen, relativ klein ausfallen. Die Ergebnisse können entweder von den Befragern zusammengeführt werden, nachdem die Interviews durchgeführt worden sind, oder in einer abschließenden Diskussionsrunde gemeinsam konsolidiert werden. Für die Durchführung der Interviews bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, wie beispielsweise das Telefoninterview, das mündliche Interview, die postalische Befragung, die schriftliche Gruppenbefragung oder die online-Befragung. Ziel der Expertenbefragung sollte es sein, nach Möglichkeit eine Übereinstimmung der verschiedenen Meinungen, einen ‚**Common Sense**‘ zu erzielen. (vgl. Fürst/Scholles (2008), S. 375)

Eine Sonderform der Expertenbefragung stellt die ‚**Delphi Methode**‘ dar. Diese basiert im Wesentlichen auf den gleichen Prinzipien wie die beschriebene Expertenbefragung, ist aber stärker reglementiert. Die Befragung erfolgt individuell, schriftlich und **anonymisiert**, damit sichergestellt wird, dass die Befragten nicht durch andere Teilnehmer, und die Befragungskoordinatoren nicht durch persönliche Befindlichkeiten beeinflusst werden. Die Befragung kann mittels statistischer Verfahren (z. B. Bildung von Median und Quartilsabständen) **ausgewertet** werden. Die Ergebnisse werden den Experten zur erneuten Einschätzung zurückgespielt. Fragestellungen können somit präzisiert werden, und die Experten erhalten die Möglichkeit, ihre Antworten nochmals zu überdenken und ggfs. anzupassen. Die Urteilsfindung erfolgt somit durch einen **iterativen Prozess** über mehrere Befragungsrunden. (vgl. Becker (2013), S. 280, Fürst/Scholles (2008), S. 375f. und Meißner (2012), S. 165ff.)

Die Expertenbefragung ist eine sehr bekannte und probate Methode, welche auch für die Strategiebewertung geeignet ist und dementsprechend in Kapitel 5 weiter betrachtet wird.

#### 3.2.1.5. Methode der öffentlichen Diskussion

Bei der öffentlichen Diskussion werden möglichst **alle Interessengruppen** zur Bewertung und einer möglichen Entscheidungsfindung eingeladen. Durch Erörterungen und Abwägungen wird versucht, einen Interessenausgleich zu erzielen und somit eine Kompromisslösung zu finden, welche die Interessen der einzelnen Gruppen berücksichtigt. Die Diskussion wird dabei von einem Moderator geleitet, der dafür Sorge zu tragen hat, den Meinungsaustausch zu steuern, zu beleben und die **verschiedenen** Interessensvertreter zu Wort kommen zu lassen. Für die Dokumentation und zum Zwecke einer besseren Transparenz bietet es sich an, das Gespräch in einem **Protokoll** festzuhalten. Der Moderator nimmt am Ende der Sitzung unter Berücksichtigung der gesammelten Informationen eine zusammenfassende Bewertung vor. Für die Diskussion ist es in der Regel notwendig, Ziele und ggfs. einzelne Kriterien zu formulieren, auf deren Basis die Aussprache zielgerichteter und präziser geführt werden kann. Auch die Erörterung mehrerer Strategiealternativen ist möglich, so dass im Ergebnis entweder eine in Übereinstimmung gefundene Rangfolge von Alternativen stehen kann, oder eine Entscheidung lediglich für oder gegen eine spezifische Alternative getroffen wird. (vgl. FGSV (2010a), S. 15 und Müller-Herbers (2007), S. 33f.)

Die Methode wird auf Basis der qualitativen Bewertung in **Anlage 2** im Rahmen der Strategiebewertung nicht weiter berücksichtigt.

### 3.2.1.6. Anwaltsmethode

Die Methode besteht darin, dass ein Experte eine bestimmte Strategie vertritt, und diese in einer Art ‚Plädoyer‘ den anderen Teilnehmern vorstellt und versucht, diese davon zu überzeugen. Der Teilnehmerkreis kann dabei frei gewählt werden und verschiedene Interessengruppen umfassen, um einen möglichst breiten Konsens herbeizuführen. Dabei folgt der Vortragende einer gewissen Struktur, die sich aus den folgenden Elementen zusammensetzt:

- Problemdarstellung,
- Schilderung der Problemfolgen,
- Entwurf des Sollzustandes,
- Aufzeigen von Schwierigkeiten,
- Vorstellung und Verteidigung der Lösungsalternative/Strategie sowie
- abschließendes Urteil.

Mit der **Urteilsbegründung** wird seitens des Vortragenden der gesamte Sachverhalt nochmals kurz aufgezeigt und die Vorteile der Strategie dargestellt. Je nach Aufbau der Begründung können auch alternative Strategien mit einbezogen werden, um deutlich zu machen, warum die ausgewählte Strategie im Vergleich zu anderen die beste Alternative darstellt. Ebenso können Gegenargumente und Zweifel anderer Personen, die sich im Verlauf des Prozesses ergeben haben, aufgegriffen und entkräftet werden. Für ein wirkungsvolles Plädoyer ist eine sorgsame Auswahl und Positionierung der Argumente und auch Gegenargumente wichtig. Man kann beispielsweise nach einem **linearen** oder **dialektischen** Muster vorgehen. Ersteres besteht aus einer Aneinanderreihung von Argumenten. Letzteres bezieht auch Gegenargumente mit ein und lässt die gesamte Argumentation dadurch glaubwürdiger erscheinen. (vgl. Müller-Herbers (2007), S. 29ff.)

Die Methode ist durch die stark subjektive Ausrichtung und die hohe Abhängigkeit von der vortragenden Person gekennzeichnet. Zudem bietet sie im Vergleich zu den anderen nichtformalisierten Methoden keinen Mehrwert. Die Methode wird daher für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement nicht weiter beachtet.

### 3.2.2. Teilformalisierte Methoden

Durch teilformalisierte Methoden kann ein Vergleich zwischen verschiedenen Alternativen und somit eine nachvollziehbarere und plausiblere Entscheidungsbasis generiert werden. Dazu werden entweder quantitative Elemente in den Bewertungsprozess integriert oder verschiedene Alternativen direkt miteinander verglichen, wodurch ‚unterlegene‘ Alternativen von den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen werden.

Teilformalisierte Methoden, die auch im Rahmen der Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien eingesetzt werden können, umfassen

- die Vorteil-Nachteil-Analyse,
- die Multikriterielle Wirkungsanalyse,
- die Verträglichkeitsanalyse und das Eliminationsverfahren,
- den Paarweisen Vergleich,
- die Öffentliche Diskussion und
- die Anwaltsmethode.

Die Methoden werden im Folgenden kurz dargestellt und in **Anlage 2** dieser Arbeit qualitativ bewertet.

#### 3.2.2.1. Vorteil-Nachteil-Analyse

Die Vorteil-Nachteil-Analyse ähnelt vom Prinzip her der Argumentenbilanzierung. Im Gegensatz zur Argumentenbilanzierung erfolgt in dieser Methode die Bewertung mittels der **Vergabe von Bewertungspunkten oder Symbolen** im Sinne der zuvor beschriebenen Argumentenbenotung. Zunächst sind die Bewertungsziele und -kriterien zu definieren. Weiterhin ist in dieser Methode auch



die zu verwendende Bewertungssystematik zu definieren. Dabei werden prinzipiell qualitative Bewertungsmerkmale, wie beispielsweise ‚gut‘, ‚mittel‘ und ‚schlecht‘ verwendet, welche beispielsweise durch entsprechende Symbole (‚+‘, ‚o‘ und ‚-‘) oder durch entsprechende Zahlenwerte (+1, 0, -1) auch quantitativ ausgedrückt werden können. Die einzelnen Strategiekriterien werden in der Regel auf qualitativer Ebene bewertet. Eine quantitative Ermittlung von erwünschten und unerwünschten Wirkungen und deren Wechselwirkungen ist im Rahmen dieser Methode nicht zwingend vorgesehen. Das **Gesamtergebnis** einer Strategie ergibt sich bei der Verwendung von Symbolen aus dem **Gesamteindruck der einzelnen Kriterienbewertungen** oder bei der Verwendung von Zahlenwerten durch **einfache mathematische Berechnungen** (z. B. Summenbildung, arithmetisches Mittel). Durch die Methode lässt sich prinzipiell eine Rangfolge erstellen, die es erlaubt, ungeeignete Strategien zu eliminieren oder gar eine Entscheidung für eine bestimmte Alternative abzuleiten. (vgl. Boltze (2014b), F. 53) Eine beispielhafte Darstellung der Methode ist in der nachfolgenden Tabelle 7 veranschaulicht, aus der hervorgeht, dass sowohl für die Verwendung qualitativer als auch quantitativer Wertungen jeweils die Alternative B den Vorzug vor Alternative A erhalten würde.

Systematik	Alternative A			Alternative B		
	qualitativ	arithm. Mittel	Summe	qualitativ	arithm. Mittel	Summe
Kriterium 1	+	1	1	+	1	1
Kriterium 2	+	1	1	+	1	1
Kriterium 3	0	0	0	+	1	1
Kriterium 4	-	-1	-1	-	-1	-1
Ergebnis	0/+	0,25	1	+	0,5	2
Rangfolge	2			1		

Tabelle 7: Beispielhafte Darstellung einer Vorteil-Nachteil-Analyse (eigene Darstellung).

Eine weitere Möglichkeit besteht durch die Vergabe von Punkten, wobei jeder an der Bewertung beteiligten Person eine maximale Anzahl an Punkten zur Verfügung steht, die auf die verschiedenen Alternativen aufgeteilt werden. Dabei ist zu beachten, dass weniger Punkte zur Verfügung stehen, als es Alternativen zur Auswahl gibt. Einzelne Alternativen können dabei auch mehrere Punkte pro Bewertungsvorgang erhalten. Somit lassen sich ebenfalls Klassifizierungen vornehmen und Alternativen ausschließen, die sehr wenige oder bestenfalls keine Punkte erhalten haben. (vgl. Weinreich (1982), S. 29)

Die Vorteil-Nachteil-Analyse ist eine sehr geeignete Methode im Rahmen der Strategiebewertung und wird demzufolge in Kapitel 5 auch weiterhin betrachtet.

### 3.2.2.2. Multikriterielle Wirkungsanalyse

Bei dieser Methode werden verschiedene Wirkungen einer Strategie in der Regel **ordinal- oder kardinalskaliert**. Da es möglich ist, verschiedene Skalierungen zu verwenden, ist eine Transformation der verschiedenen Wirkungskriterien in eine einheitliche Größe nicht notwendig. Nach abgeschlossener Ermittlung der Wirkungen für die einzelnen Kriterien kann das Ergebnis anhand eines **Wirkungsprofils (Stärken-Schwäche-Profil)** illustriert werden, wie es durch die Abbildung 22 beispielhaft veranschaulicht ist. Auf spezifische Methoden, die zur Wirkungsermittlung verkehrlicher Maßnahmen(-bündel) herangezogen werden können, wird in Kapitel 3.2.4 detaillierter eingegangen. Die zu untersuchenden Kriterien müssen sich allerdings nicht nur auf die direkt messbaren, verkehrlichen Wirkungen einer Strategie beziehen, sondern können auch Kriterien umfassen, die qualitativ bewertet werden. Die Methode erlaubt es, eine **vergleichende Gegenüberstellung verschiedener Alternativen** anzustellen, auf deren Grundlage eine Bewertung und Entscheidung getroffen werden kann. Es können allerdings auch einzelne Strategien bewertet werden, indem die ermittelten Wirkungen auf ihre Zielerreichung hin untersucht werden. Das Ergebnis lässt sich mit dieser Methode nicht durch eine Kennziffer zusammenfassen, weshalb die Erstellung einer eindeutigen Rangordnung nur schwer möglich ist und auf argumentativer Basis zu erfolgen hat. Die Möglichkeit einer Gewichtung der verschiedenen Kriterien ist bei der multikriteriellen Wirkungsanalyse nicht

explizit vorgesehen, kann aber ebenfalls auf qualitative Art durchgeführt werden. (vgl. FGSV (2010a), S. 16f.)

Die multikriterielle Wirkungsanalyse ist nicht nur eine sehr geeignete, sondern auch eine weit verbreitete Methode, wie es die weiteren Ausführungen in diesem Kapitel noch verdeutlichen werden. Daher wird diese Methode auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit (insbesondere in Kapitel 5) berücksichtigt.

### 3.2.2.3. Verträglichkeitsanalyse und Eliminationsverfahren<sup>4</sup>

Die Verträglichkeitsanalyse ähnelt vom Prinzip her der zuvor erläuterten multikriteriellen Wirkungsanalyse, mit dem Unterschied, dass in dieser Methode neben dem **Wirkungsprofil** auch ein **Anforderungsprofil** erstellt wird. In diesem werden für die verschiedenen Kriterien Grenzwerte definiert, die beispielsweise aus gesetzlichen oder anderen Vorgaben heraus resultieren können. Durch den direkten Vergleich zwischen den Wirkungs- und Anforderungsprofilen kann ermittelt werden, ob die jeweilige Strategie die gesetzten Anforderungen erfüllt. Diese Methode erlaubt es somit, dass neben dem Vergleich verschiedener Alternativen auch einzelne Strategien auf ihre Zulässigkeit hin untersucht werden können. Durch die Verfügbarkeit zweier Profile lassen sich durch die Bildung der Differenz zwischen den Wirkungs- und Anforderungsprofilen auch sogenannte **Qualitätsprofile** erstellen, welche eine übersichtlichere Veranschaulichung erlauben.

Weiterhin lassen sich die festgelegten **Grenzwerte** des Anforderungsprofils im Rahmen eines iterativen Prozesses sukzessiv ‚**verschärfen**‘, um so ungeeignete **Strategiealternativen zu eliminieren** und eine Teilmenge an zulässigen Strategiealternativen zu ermitteln. Diese Teilmenge dient als Grundlage für die Entscheidungsfindung, welche unter Abwägung der verschiedenen Kriterien/Wirkungen und Anforderungsprofilen argumentativ erfolgen kann. Bis zu welchem Grad die definierten Grenzwerte einzelner Kriterien verändert werden, und welche Priorisierung hinsichtlich dieser Kriterien getroffen wird, unterliegt der Entscheidung der bewertenden Person(en). Für Kriterien, die der bewertenden Person für wichtig erscheinen, können somit strengere Grenzwerte gesetzt werden als für solche, die nur von nachgeordneter Bedeutung sind. Es ist somit nicht zwangsläufig notwendig, dass die Grenzwerte aller Kriterien pro Iterationsstufe verändert werden, so dass hier eine gewisse **Priorisierung** möglich ist. Die Abwägung, welche Grenzwerte verwendet, und welche Kriterien/Wirkungsfelder variiert werden sollen, erfolgt ebenfalls auf argumentativer Ebene.

Eine beispielhafte Darstellung der Verträglichkeits- und Eliminationsanalyse ist der folgenden Abbildung 22 zu entnehmen. Die Skalierung und die Werte werden für jedes Kriterium auf einer separaten Achse aufgetragen, und die Ergebnisse der Bewertung – ob qualitativ oder quantitativ – auf der entsprechenden Achse an entsprechender Stelle eingetragen. Die einzelnen Punkte werden für jede Alternative miteinander verbunden, woraus sich letztlich das sichtbare Wirkungsprofil einer Strategie ergibt.

Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass entgegen der Namensgebung auch solche strategierelevante Kriterien in die Bewertung mit einbezogen werden können, die nicht zu den direkten verkehrlichen Wirkungsfeldern (Wirtschaftlichkeit, Umfeld und Umwelt, Sicherheit, Mobilität und Qualität) gehören, was in der Abbildung beispielhaft mit den Kategorien Strategieakzeptanz durch die Verkehrsteilnehmer, der Vernetzung, der Aktivierungsdauer und der Funktionalität angedeutet ist. Weiterhin ist auch auf die Einordnung der verschiedenen Werte zu achten. Während sich ein hoher Wert der Akzeptanz und der Effektivität positiv auf die Bewertung einer Strategievariante auswirkt, verhält es sich in puncto Kosten und Aktivierungsdauer genau umgekehrt. Die rote Linie gibt das Anforderungsprofil wieder, welches sich im Sinne der Eliminationsmethode weiter verschärfen lässt. Variante A scheidet in diesem Beispiel von den weiteren Untersuchungen aus, da die Kosten und die Aktivierungsdauer die jeweiligen Grenzwerte überschreiten. Variante B und C hingegen erfüllen alle

<sup>4</sup> Gemäß der Definition aus Kapitel 2.1.1 werden in diesem Kapitel ausschließlich Methoden und keine Verfahren beschrieben. Insofern ist die Bezeichnung Eliminationsverfahren an der Stelle gemäß dieser Definition nicht korrekt. Da es sich allerdings um einen allgemein anerkannten Eigennamen handelt, ist auf eine Änderung der Bezeichnung von Seiten des Verfassers verzichtet worden.

Grenzwertvorgaben, wobei Variante C insgesamt besser abschneidet als Variante B und somit den Vorzug erhalten würde.

Ebenso wie die multikriterielle Wirkungsanalyse eignen sich auch die Verträglichkeitsanalyse und das Eliminationsverfahren für eine weitere Betrachtung in Kapitel 5.

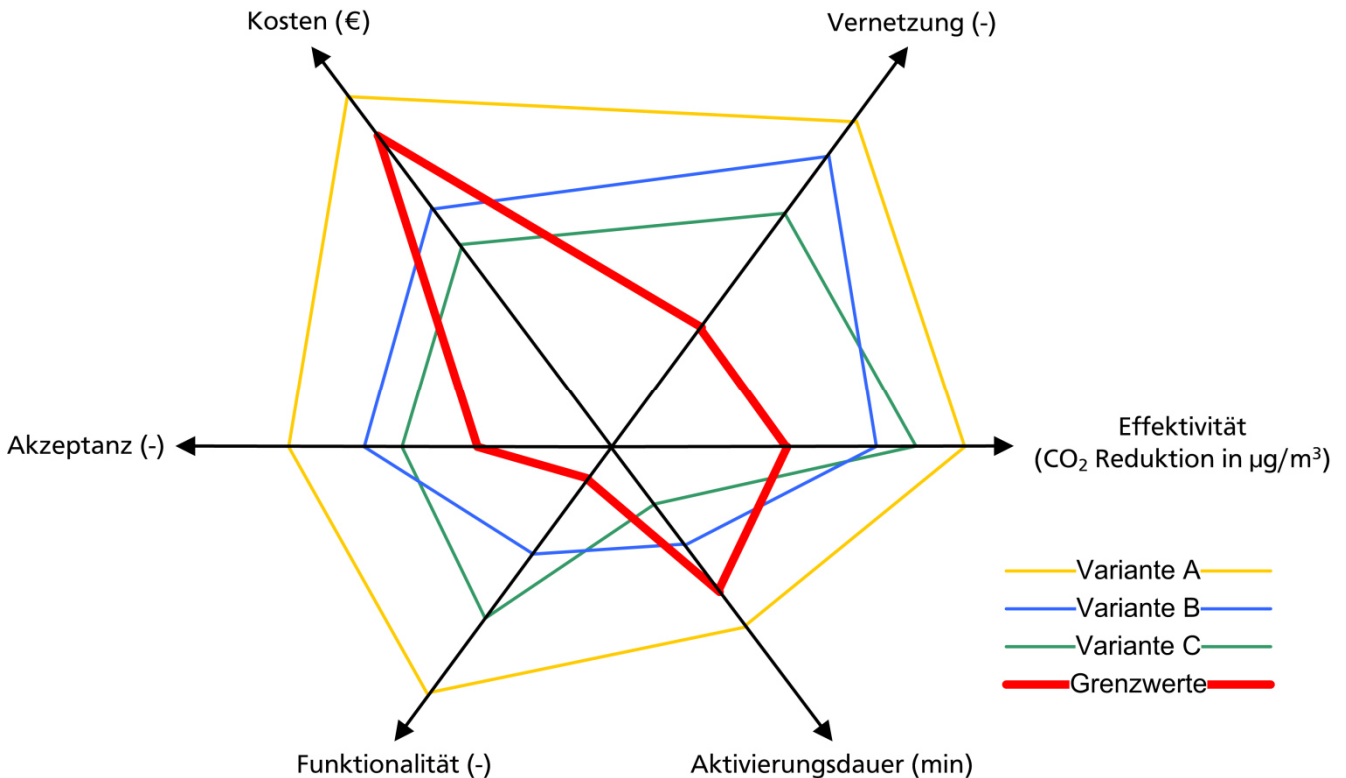


Abbildung 22: Qualitative Darstellung einer multikriteriellen Wirkungs- und Verträglichkeitsanalyse (basierend auf FGSV (2010a), S. 16ff.).

#### 3.2.2.4. Paarweiser Vergleich

Diese Methode beruht auf einem paarweisen **Vergleich verschiedener Alternativen**. Dafür sind zunächst die zu erreichenden Ziele, und die dafür zu untersuchenden Kriterien sowie Wirkungsfelder zu definieren, und die Wirkungen der einzelnen Varianten quantitativ oder qualitativ (z. B. mittels der verbal-argumentativen Methode) zu ermitteln (vgl. Weinreich (1982), S. 29). Zwei Alternativen werden **in jedem Kriterium miteinander verglichen**. Die Alternative, die mehr Vorteile als Nachteile gegenüber der jeweils anderen aufweist, wird ausgewählt. Aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit sollte sich auf solche Kriterien und Wirkungen beschränkt werden, welche sich eindeutig bewerten und somit vergleichen lassen. Die Ermittlung der geeignetsten Strategie lässt sich in dieser Methode in Form eines ‚**Knock-Out-Systems**‘ finden, in welchem der paarweise Vergleich solange erfolgt, bis nur noch eine Strategiealternative übrig bleibt, wie es in Abbildung 23 beispielhaft dargestellt ist. In dem Beispiel geht die Strategie C als ‚Sieger‘ hervor und wird am Ende des Bewertungsprozesses ausgewählt. Für Außenstehende bleibt der **Ergebnisfindungsprozess in der Regel verborgen**, womit diese Methode relativ intransparent ist. Aus dieser Methode lässt sich zunächst keine Rangfolge ableiten, da die ausgeschiedenen Methoden nicht weiter betrachtet werden. Die Erstellung einer Rangordnung ist möglich, wenn die Methode für die verbliebenen Alternativen wiederholt wird, was wiederum den Anwendungsaufwand erhöht. (vgl. Stokey/Zeckhauser (1978), S. 123f. sowie Müller-Herbers (2007), S. 25)

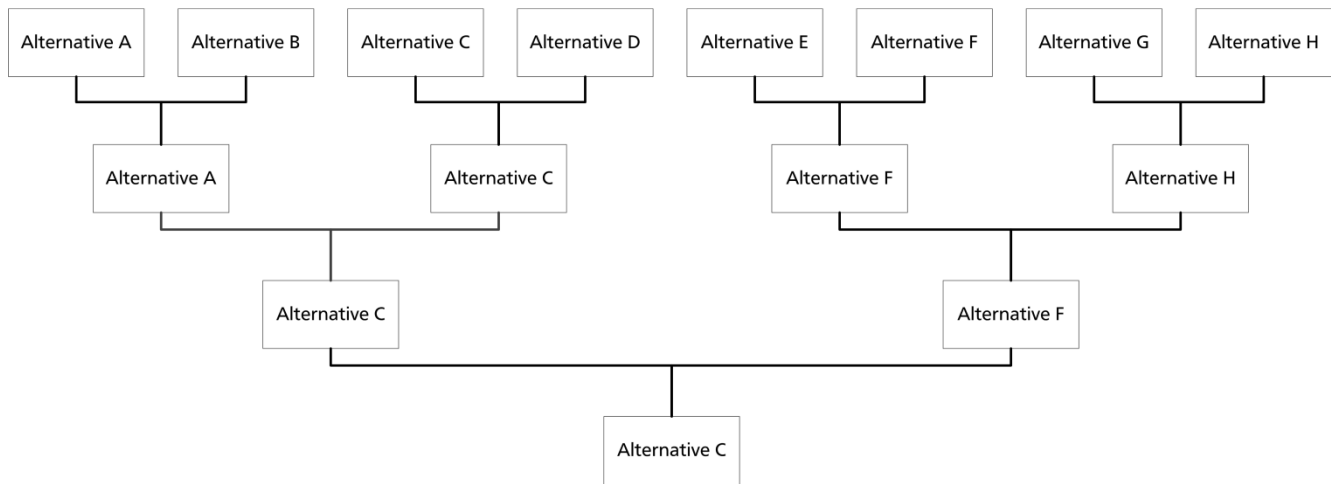


Abbildung 23: Prinzip des Paarweisen Vergleichs (eigene Darstellung).

Die Methode wird auf Basis der qualitativen Bewertung in **Anlage 2** im Rahmen der Strategiebewertung nicht weiter in Erwägung gezogen.

**3.2.2.5. Einfaches Rangordnungsverfahren<sup>5</sup>**

Diese Methode beruht auf dem bereits beschriebenen paarweisen Vergleich verschiedener Alternativen. Ziel ist es, in dieser Methode durch den **paarweisen Vergleich aller Alternativen** eine Rangordnung zu erstellen. Dazu ist es notwendig, auch hier zunächst Ziele, Kriterien und verschiedene Alternativen zu entwickeln. Danach werden alle Alternativen miteinander verglichen, und es muss entweder auf qualitativer oder quantitativer Basis entschieden werden, welche Alternative einer anderen überlegen ist. Die Alternative, die in einem Vergleich ‚gewonnen‘ hat, wird in eine Paarvergleichsmatrix eingetragen, wie es die folgende Tabelle 8 beispielhaft veranschaulicht. Dieses Vorgehen wird solange durchgeführt, bis alle Alternativen miteinander verglichen worden sind. Gegen Ende der Bewertung wird die Anzahl an Nennungen (‚Gewinne‘) für jede Strategie per Spaltensumme ermittelt. Die **Strategiealternative**, welche die **meisten Nennungen** aufweist, wird schließlich **ausgewählt**. Auf Grundlage der Ergebnisse lässt sich auch eine Rangfolge ermitteln.

Strategie	A	B	C	D	E
A	-	B	A	A	A
B	B	-	B	B	B
C	A	B	-	C	C
D	A	B	C	-	E
E	A	B	C	E	-
<b>Summe</b>	3	4	2	0	1
<b>Rangfolge</b>	2	1	3	5	4

Tabelle 8: Beispielhafte Darstellung einer Paarvergleichsmatrix (basierend auf Weinreich (1982), S. 30).

Die Problematik dieser Methode liegt darin, dass verschiedene Alternativen die gleiche Anzahl an erfolgreichen Vergleichen aufweisen können. In diesem Fall sind die Alternativen entweder nochmals in einer gesonderten Runde genauer miteinander zu vergleichen, oder die Entscheidung muss verbalargumentativ unter Berücksichtigung der zugrunde liegenden Kriterien getroffen werden. Die Methode bietet sich an, sofern die Anzahl der miteinander zu vergleichenden Varianten nicht zu hoch ist, da bei n Alternativen  $n(n-1)/2$  Bewertungen vorzunehmen sind, und dies mit einem entsprechenden Aufwand verbunden ist. (vgl. Weinreich (1982), S. 30f. und Müller-Herbers (2007), S. 27)

<sup>5</sup> Gemäß der Definition aus Kapitel 2.1.1 werden in diesem Kapitel ausschließlich Methoden und keine Verfahren beschrieben. Insofern ist die Bezeichnung Rangordnungsverfahren an der Stelle gemäß dieser Definition nicht korrekt. Da es sich allerdings um einen allgemein anerkannten Eigennamen handelt, ist auf eine Änderung der Bezeichnung von Seiten des Verfassers verzichtet worden.

Das einfache Rangordnungsverfahren wird auf Basis der qualitativen Bewertung in **Anlage 2** für die Strategiebewertung als geeignet eingestuft und in die Gesamtmethodik in Kapitel 5 implementiert.

### 3.2.3. Formalisierte Methoden

Die formalisierten Methoden zeichnen sich insbesondere durch eine **stringente Struktur** und **Vorgehensweise** sowie durch einen **höheren Grad an Quantifizierung und Mathematisierung** aus. Einige formalisierte Methoden fassen zudem qualitativ und quantitativ unterschiedliche Wirkungen bzw. Bewertungen in einer Kennzahl zusammen, anhand derer sich das Gesamtergebnis der Bewertung unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren und ggfs. Gewichtungen widerspiegelt. Durch diese Komprimierung lässt sich zwar die Übersichtlichkeit steigern und eine Rangordnung zwischen verschiedenen Alternativen herstellen, eine direkte Rückkopplung auf die einzelnen Bewertungsschritte, Teil- bzw. Einzelergebnisse und mögliche Gewichtungen lassen sich damit nicht herstellen.

Bei der Verwendung formalisierter Methoden ist grundsätzlich darauf zu achten, dass die Ergebnisse in der Verkehrsplanung zwar einen hohen Stellenwert einnehmen, gelegentlich aber die formalen gegenüber den inhaltlichen Auseinandersetzungen überhöhen (vgl. Scheiner (2003), S. 1).

Formalisierte Methoden, die auch im Rahmen der Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien eingesetzt werden können, umfassen

- das formalisierte Abwägungs- und Rangordnungsverfahren,
- die Nutzen-Kosten-Analyse,
- die Wirksamkeits-Kosten-Analyse,
- die Nutzwertanalyse und
- den Analytical Hierarchy Process.

Die Methoden werden im Folgenden kurz dargestellt und in **Anlage 2** dieser Arbeit qualitativ bewertet.

#### 3.2.3.1. Formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren<sup>6</sup>

Das formalisierte Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (FAR) baut auf dem einfachen Rangordnungsverfahren auf und ist diesem vom Ablauf her sehr ähnlich. Im FAR werden die **einzelnen Kriterien jeder Alternative miteinander verglichen**. Eine Transformation der Mess- und Kenngrößen der einzelnen Kriterien in einheitliche Werte ist nicht erforderlich. (vgl. FGSV (2010a), S. 22f.)

Zunächst wird geprüft, ob es unter den zur Verfügung stehenden Alternativen solche gibt, die gewisse Anforderungen, beispielsweise gesetzlicher oder fiskalischer Natur, nicht erfüllen. Strategien, die solche Anforderungen nicht erfüllen, werden gemäß dem **Eliminationsprinzip** von den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen. In der nachfolgenden Tabelle 9 ist exemplarisch die Methode dargestellt. Neben den Alternativen A bis D samt ihren Ausprägungen für die drei Kriterien Kosten, Akzeptanz und Aktivierungsdauer sind zusätzlich **Ausschlusskriterien** (K.O.-Kriterien) benannt, die ausnahmslos eingehalten werden müssen. Die Kosten von Alternative D übersteigen in dem Beispiel einen definierten Grenzwert, wodurch diese Alternative direkt von den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen werden kann.

---

<sup>6</sup> Gemäß der Definition aus Kapitel 2.1.1 werden in diesem Kapitel ausschließlich Methoden und keine Verfahren beschrieben. Insofern ist die Bezeichnung Formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren an der Stelle gemäß dieser Definition nicht angebracht. Da es sich allerdings um einen allgemein anerkannten Eigennamen handelt, ist auf eine Änderung der Bezeichnung verzichtet worden.

Kriterium	Strat. A	Strat. B	Strat. C	Strat. D	K.O.-Kriterien
Kosten (€)	20.000 €	30.000 €	40.000 €	65.000 €	50.000 €
Akzeptanz	hoch	mittel	sehr hoch	sehr hoch	Keine
Aktivierungsdauer (min)	40 min.	20 min.	15 min.	10 min.	> 60 min.
Teilergebnis:	-	-	-	entfällt	Var. D

Tabelle 9: Beispielhafte Darstellung einer Variantenüberprüfung im Rahmen des FAR (eigene Darstellung).

Im nächsten Schritt werden die Alternativen für jedes Kriterium **paarweise** miteinander verglichen und die ‚überlegene‘ Strategie in das entsprechende Matrizenfeld eingetragen. Die Strategie, die einer anderen in der Mehrheit der Kriterien überlegen ist, wird auch im Gesamtvergleich als die überlegene identifiziert, wie es in der folgenden Tabelle 10 basierend auf den Werten aus Tabelle 9 beispielhaft veranschaulicht ist.

Kriterium	Paarweiser Strategievergleich		
	AB	AC	BC
Kosten (€)	A	A	B
Akzeptanz (-)	A	C	C
Aktivierungsdauer (min)	B	C	C
Ergebnis	A>B	C>A	C>B

Tabelle 10: Beispielhafte Darstellung der Ermittlung einer Rangordnung (eigene Darstellung).

Im Ergebnis erhält Strategie C trotz der höheren Kosten den Vorzug vor den Strategien A und B. Strategie A schneidet im paarweisen Vergleich mit Strategie B besser ab und belegt somit in der Rangfolge den zweiten Platz, gefolgt von Strategie B.

Es ist möglich, dass auch eine **Kriteriengewichtung** seitens der bewertenden Person(en) erwünscht ist, und vor allem den Unterschieden der Merkmalsausprägungen der einzelnen Strategien ein höherer Stellenwert eingeräumt werden soll. In diesem Fall kann auch eine qualitative oder quantitative Kriteriengewichtung vorgenommen werden.

Das FAR ist ebenso wie das einfache Rangordnungsverfahren grundsätzlich für die Strategiebewertung und somit für eine weitergehende Betrachtung in Kapitel 5 geeignet.

### 3.2.3.2. Nutzen-Kosten-Analyse

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit von öffentlichen Maßnahmen sind Nutzen-Kosten-Analysen (NKA) in Deutschland **rechtlich vorgeschrieben** (vgl. Scholles (2005), S. 101). Der § 7 der Bundeshaushaltsordnung schreibt vor, dass für alle finanzwirksamen Maßnahmen angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen und in geeigneten Bereichen eine Kosten- und Leistungsrechnung durchzuführen sind (vgl. BHO (2013), § 7 (2), (3)). Die NKA stellt ein zentrales Bewertungselement dar und findet sich in Deutschland u. a. in der Bundesverkehrswegeplanung oder den Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen wieder.

In der NKA geht es darum, die **positiven und negativen Wirkungen** eines (öffentlichen) Vorhabens für die Mitglieder der Gesellschaft in Nutzengrößen zu bewerten und in **monetären Äquivalenten** zu erfassen (vgl. Hanusch (2011), S. 16). Bei der NKA werden somit die zu erwartenden Kosten dem ebenfalls zu erwartenden Nutzen in Geldeinheiten gegenübergestellt. Ein Vorhaben ist demnach dann erstrebenswert, wenn der **Quotient aus Nutzen und Kosten** größer als eins ist oder die **Differenz aus Nutzen und Kosten** größer als null. Stehen mehrere Alternativen zur Auswahl, können bei einem beschränkten Budget diejenigen aussortiert werden, die jenseits der finanziellen Möglichkeiten liegen. Weiterhin kann durch die Ermittlung eines quantitativen Wertes eine Rangfolge erstellt werden, welche es erlaubt, die Strategie zu wählen, die das beste Nutzen-Kosten-Verhältnis verspricht. Erstreckt sich die Vorhabensdauer über mehrere Zeiteinheiten, sind die zu erwartenden Kosten und der zu erwartende Nutzen über einen entsprechenden Zinssatz auf den Gegenwartswert zu **diskontieren**,

beispielsweise mittels der Annuitätenmethode. Da sowohl die Kosten als auch der Nutzen in Geldeinheiten angegeben werden, können nur **tangible Werte**, also monetäre oder monetarisierbare Größen, berücksichtigt werden. Dies führt dazu, dass **intangibile Kriterien** in dieser Methode **nicht direkt berücksichtigt** werden können. (vgl. Hanusch (2011), S. 10) Solche qualitativen Kriterien besitzen einen nachgeordneten Charakter und können nur als ergänzende Entscheidungshilfe verwendet werden. Bei der Ermittlung des Nutzens wird zwischen dem direkten Nutzen, beispielsweise durch Einsparung von Reisezeiten oder durch Verringerung von Unfallkosten, und dem indirekten Nutzen, beispielsweise in Form von geringeren Arbeitszeitverlusten infolge reduzierter verkehrsbedingter Wartezeiten, unterschieden. Es sollten möglichst alle Kriterien in der NKA berücksichtigt werden, damit eine Verzerrung des Ergebnisses vermieden wird (vgl. Scheiner (2003), S. 2). Eine Priorisierung einzelner Kriterien durch eine entsprechende Gewichtung und Punktevergabe ist in dieser Methode aufgrund der gemeinsamen Skalierung zwar nicht vorgesehen, aber durchaus möglich. Es wird allerdings angenommen, dass in den veranschlagten Preisen gewisse Gewichtungen bereits enthalten und somit auch implizit vorhanden sind (vgl. Scheiner (2003), S. 2).

In dieser Methode sind zunächst Ziele, Kriterien zur Zielerreichung und die entsprechenden Messgrößen zu definieren. In den nächsten Schritten sind die aus dem vorigen Kapitel benannten Nebenbedingungen, insbesondere der finanzielle Handlungsspielraum, sowie ggfs. die verschiedenen Strategiealternativen zu erarbeiten. Die Vor- und Nachteile der Alternativen sind zu untersuchen und die Kosten und der zu erwartende Nutzen in Geldeinheiten zu ermitteln. In zahlreichen nationalen und internationalen Veröffentlichungen werden dazu konkrete Berechnungshinweise und Formeln angeführt, anhand derer sich der verkehrsbezogene monetarisierte Nutzen berechnen lässt. Auf diese Veröffentlichungen und Berechnungsverfahren wird gegen Ende dieses Kapitels noch detaillierter eingegangen. Solche Wirkungen, bei denen man nicht eindeutig festlegen kann, ob sie der Nutzen- oder Kostenkategorie zugeordnet werden, können prinzipiell als Nutzen definiert und bei unerwünschter Wirkung entsprechend mit einem negativen Nutzen bewertet werden (vgl. Scheiner (2003), S. 2). Nach erfolgter Diskontierung können die Nutzen-Kosten-Verhältnisse bzw. die Nutzen-Kosten-Differenzen der jeweiligen Alternativen ermittelt werden und, darauf basierend, eine Rangfolge und Entscheidungsgrundlage geschaffen werden. (vgl. FGSV (2010a), S. 25f. und Hanusch (2011), S. 7)

Im Rahmen der Anwendung der Methode für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ist abschließend zu klären, welche prinzipiellen Nutzen- und Kostenkomponenten zu berücksichtigen sind. Eine genauere Definition und Beschreibung dieser Größen wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels und dem nachfolgenden Kapitel, in welchem die Bewertungskriterien eingehend analysiert werden, gegeben.

Die NKA ist eine weit verbreitete Methode, wie es die weiteren Ausführungen in diesem Kapitel noch verdeutlichen werden. Daher wird diese Methode auch in die Methodik zur Strategiebewertung integriert.

### 3.2.3.3. Wirksamkeits-Kosten-Analyse

Wie bei den meisten formalisierten Methoden ist es auch bei der Wirksamkeits-Kosten-Analyse (WKA) zunächst notwendig, Ziele und Kriterien zu untersuchen bzw. zu definieren, Nebenbedingungen zu erfassen und ggfs. Strategiealternativen zu bestimmen. Weiterhin sind sowohl die Kosten als auch die Wirkungen zu erörtern. Die **ermittelten Kosten** werden schließlich den **ermittelten Wirkungen** gegenübergestellt und durch einen Quotienten ausgedrückt. Das Ergebnis kann als **Wirksamkeits-Kosten-Quotient** oder auch in Form eines Diagramms dargestellt werden, in dem die Wirksamkeit über die Kosten abgetragen werden (Wirksamkeits-Kosten-Matrix). Mit dieser Methode ist es sowohl möglich, ungeeignete Strategien zu eliminieren, entweder weil die Kostengrenze überschritten oder eine definierte Mindestwirksamkeit unterschritten wurde, als auch eine Rangfolge von potentiell geeigneten Strategien auf Grundlage der Kennziffern zu erstellen. (vgl. Hanusch (2011), S. 162)

Die WKA eignet sich für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, bei denen die Kosten in Geldeinheiten abgebildet, die **Wirkungen aber in Form von Punkten** oder anderen dimensionslosen Größen ausgedrückt werden. Auf eine Monetisierung der Wirkungen wird somit verzichtet, was den Vorteil

hat, dass auch solche Wirkungen und **Kriterien berücksichtigt** werden, die nur **schwer oder gar nicht zu monetarisieren** sind. Allerdings ist es auch bei dieser Methode notwendig, die Wirkungsgrößen durch ein geeignetes Vorgehen auf eine **einheitliche Skalierung zu transformieren**. Auf die Diskontierung der Kosten und auch der Wirksamkeiten kann optional verzichtet werden, da man diese in Bezug auf die Projektlebensdauer als jährlich konstant betrachten kann. Sie können aber auch, wie bei der NKA, bei längeren Zeiträumen über ein geeignetes Verfahren bei einem üblichen Zinssatz auf den Gegenwartswert diskontiert werden. (vgl. FGSV (2010a), S. 29)

Wie der Begriff der Wirksamkeits-Kosten-Analyse suggeriert, ist die Wirkungsermittlung ein zentraler Bestandteil dieser Methode. Die Wirksamkeit kann über den Zielerreichungsgrad bestimmt werden, und wird für die verschiedenen Ober- und Unterziele entweder nominal, ordinal oder kardinal bestimmt. Bei einer nominalen Skalierung lässt sich allerdings eine Diskontierung nur schwer durchführen und keine quantitativen Unterschiede zwischen den Alternativen errechnen. (vgl. Hanusch (2011), S. 166f.)

Auch die WKA ist eine bekannte und weit verbreitete Methode. Daher wird auch diese Methode im weiteren Verlauf dieser Arbeit betrachtet.

#### 3.2.3.4. Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse (NWA) wird definiert als „[...] die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung der Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen“ (Zangenmeister (1971), S. 45). Sie wurde zu Beginn der 1970er Jahre von Zangenmeister (Nutzwertanalyse der ersten Generation) entwickelt und von Bechmann Ende der 1970er Jahre weiterentwickelt (Nutzwertanalyse der zweiten Generation) (vgl. Bechmann (1978), S. 77). Die NWA bietet die Möglichkeit, komplexe **Handlungsalternativen** entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers unter Verwendung eines **multidimensionalen Zielsystems zu ordnen** (vgl. Zangemeister (1976), S. 45). Die NWA untersucht im Vergleich zur NKA weniger die Effizienz als vielmehr die Effektivität einer Strategie zu einem definierten Zielsystem (vgl. Fürst/Scholles (2008), S. 431).

Die Durchführung der Nutzwertanalyse erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst werden die zu bewertenden Ziele, Unterziele, Kriterien, Alternativen und Nebenbedingungen definiert, anhand derer die **Zielerreichung** ermittelt werden soll. Der Gesamtzielbeitrag lässt sich somit in Einzelziele zerlegen, wodurch ein **hierarchisches Zielsystem** entsteht. Die Anzahl der Zielkategorien und Zielebenen ist dabei frei wählbar. Je nach Beitrag und Wichtigkeit der einzelnen Ziele hinsichtlich des Gesamtnutzens können die **Ziele untereinander gewichtet** werden. Dabei ist für jedes Unterziel logisch abzuleiten, welchen Beitrag es zur Erreichung des darüber liegenden Ziels leistet. Bei diesem Vorgehen ist darauf zu achten, dass die Summe innerhalb der einzelnen Zielkategorien (Abzweigungen) stets 100 % ergibt. Die **Kriterien** werden anschließend **mittels eines Punktesystems** gemäß dem jeweiligen Beitrag zur Zielerreichung auf der untersten Zielebene **bewertet**. Der **Teilnutzen** der übergeordneten Zielebenen sowie der **Gesamtnutzen** werden aufgrund der vorgenommenen Zielgewichtungen **direkt berechnet**, ohne dass eine weitere Bewertung auf einer anderen Zielebene vorgenommen werden muss. Die zu verwendende Punkteskala sollte dabei gut berechenbar, eine ausreichende Differenzierung und eine nachvollziehbare Abstufung gewährleisten. Daher empfiehlt es sich, beispielsweise eine Skala von null bis fünf oder von null bis zehn zu verwenden, wobei die niedrigen Zahlenwerte einen geringen Beitrag zur Zielerreichung und hohe Zahlenwerte einen entsprechend großen Beitrag zur Zielerreichung zum Ausdruck bringen. Die vergebenen Nutzenpunkte werden mit den dazugehörigen Gewichtungen durch Multiplikation verrechnet und addiert, so dass letztlich zuerst die Teilnutzen und schließlich der Gesamtnutzen ermittelt wird (s. **Anlage 3**).

Bei der Punktevergabe sollte beachtet werden, dass eine **Transformation eines Wertes** aus der originären Maßeinheit in Nutzenpunkte vorzunehmen ist, und dies auf unterschiedliche Weise geschehen kann. In der NWA der ersten Generation wird dies mithilfe von **Nutzenfunktionen**



bewerkstelligt. Für jedes Kriterium muss entsprechend eine Funktion aufgestellt werden, anhand derer sich die Nutzenwerte auch aus kardinalen Skalen ermitteln lassen (vgl. Zangemeister (1976), S. 55ff.). Eine der wesentlichen Änderungen der NWA der zweiten Generation ist die allgemeine Einführung und Verwendung von **Ordinalskalen mit einer festgelegten Anzahl an Abstufungen** (vgl. Bechmann (1978), S. 77f.). Den Werten der originären Maßeinheit werden entsprechende Nutzenwerte zugeordnet, was auch für eine Steigerung der Transparenz generell sinnvoll ist. Für Bereiche, die nur schwer oder gar nicht quantifizierbar sind, sind entsprechend qualitative Definitionen pro Bewertungsstufe zu formulieren (s. Tabelle 11). Auch wenn bei der NWA im Ergebnis keine Geldeinheiten verwendet werden, so können die Kosten entweder direkt als eigenständiges Bewertungskriterium oder indirekt bei der Bewertung anderer Kriterien berücksichtigt werden. Bei der direkten Ermittlung der Kosten sind die Geldeinheiten ebenfalls entsprechend definierter Kategorien in Nutzwerte zu überführen.

Die Zuordnungsvorschriften und Transformationen in Bewertungspunkte können gemäß dem folgenden Beispiel für Kosten (quantitativ) und Nutzerakzeptanz (qualitativ) erfolgen:

1. Ermittlung der möglichen Kosten, die bei der Planung, der Implementierung und dem Betrieb einer Strategie anfallen sowie der möglichen Ausprägungen der Nutzerakzeptanz.
2. Klassifizierung der Nutzerakzeptanz und der Kosten (wie viele Mittel stehen zur Verfügung, was ist vertretbar, ab wann sind die Kosten als günstig, ab wann als teuer einzustufen?) (Tabelle 11, linke und mittlere Spalte).
3. Transformation der klassifizierten Geldeinheiten und qualitativen Ausprägungen der Nutzerakzeptanz in Nutzenpunkte (Tabelle 11, rechte Spalte).

zu erwartende Kosten	zu erwartende Nutzerakzeptanz	Bewertungspunkte für NWA
< 10.000 EUR	sehr hoch	5 (sehr günstig, sehr gut)
10.000 – 19.999 EUR	hoch	4 (günstig, gut)
20.000 – 29.999 EUR	mittel	3 (mittel, mäßig)
30.000 – 39.999 EUR	gering	2 (teuer, schlecht)
40.000 – 49.999 EUR	sehr gering	1 (sehr teuer, sehr schlecht)
> 50.000 EUR	keine	0 (Ausschlusskriterium)

Tabelle 11: Beispielhafte Darstellung der Ermittlung von Nutzwertpunkten (eigene Darstellung).

4. Abschätzung der zu erwartenden Kosten und Akzeptanz für eine Strategie.
5. Ermittlung der entsprechenden Bewertungspunkte für die NWA.

Zum besseren Verständnis ist die Methode der NWA beispielhaft in **Anlage 3** dieser Arbeit in Form einer Beispielrechnung dargestellt.

Die NWA ist ebenfalls eine geeignete, sehr bekannte und weit verbreitete Methode. Daher wird auch diese Methode in Kapitel 5 berücksichtigt.

### 3.2.3.5. Analytical Hierarchy Process

Der Analytical Hierarchy Process (AHP) ähnelt vom **Prinzip** her dem **paarweisen Vergleich**, ist aber weitaus mathematisierter und komplexer, weshalb es ohne die Unterstützung eines entsprechenden EDV-Programms für komplexe Anwendungen kaum zu verwenden ist. Der AHP unterstützt die Analyse von komplexen Entscheidungsproblemen, insbesondere wenn eine Auswahl von mehreren Alternativen bei komplexer Zielsetzung getroffen werden muss, wie es bei der Bewertung von Strategien vorkommen kann. Die Entscheidungsprobleme sind dabei so zu gestalten, dass sie durch eine systematisch logische Vorgehensweise gelöst werden. Dies ist aber oftmals mit einem erheblichen Rechen- und Zeitaufwand verbunden, weshalb deren **Einsatz** erst mithilfe von **Computern** wirtschaftlich machbar geworden ist.

Die AHP-Methode ermöglicht die Quantifizierung verschiedener Kriterien für eine bestimmte Entscheidungssituation aus Sicht des Entscheiders und kann herausfinden, wie gut verschiedene

Strategiealternativen diese Kriterien erfüllen. Vor der Durchführung der paarweisen Vergleiche muss zunächst eine **Entscheidungshierarchie** samt Problemdefinition, Kriterien und Lösungsalternativen entwickelt werden. (vgl. iQWiG (2013), S. 3)

Die Durchführung des AHP erfolgt demnach in mehreren Schritten:

1. Konstruktion des Entscheidungsproblems als Hierarchie aus Zielkriterien und Alternativen,
2. Paarweise Bewertung von Kriterien und Alternativen,
3. Synthese der Bewertung zu Prioritäten sowohl für Kriterien als auch für Alternativen,
4. Überprüfung der Konsistenz der Bewertungen,
5. Interpretation der Ergebnisse,
6. Sensitivitätsanalyse der Ergebnisse.

An der Spitze der Hierarchie steht das Oberziel, ähnlich der Anordnung in der NWA. Auf der untersten Ebene der Hierarchie sind die Handlungsalternativen abgebildet. Die Elemente auf einer Ebene der Hierarchie sollten unabhängig voneinander sein, das Entscheidungsproblem vollständig abbilden und deren Anzahl nicht zu groß sein, um den Vergleich dieser Elemente in den späteren Berechnungsschritten zu erleichtern. Für eine bessere Abgrenzbarkeit sollten **Ziele und Elemente auf einer Hierarchieebene** möglichst **keine Abhängigkeiten** zueinander aufweisen. Auf den Zwischenebenen werden die übrigen Elemente zur Entscheidungsfindung formiert. Die Bewertung erfolgt, indem die Elemente eines Zweiges einer Hierarchieebene bezüglich der Zielerfüllung des übergeordneten Elements paarweise miteinander verglichen werden. Dabei wird eine **semantische Skala** verwendet, welche die Beziehung und Wertigkeit der einzelnen Elemente zueinander in Bezug setzt. Dabei wird nach Saaty eine Punkteverteilung empfohlen, wie sie der nachstehenden Tabelle 12 zu entnehmen ist. (vgl. Saaty (2008), S. 86)

Skalenwert	semantische Skala
1	Beide Elemente haben die gleiche Bedeutung für das nächsthöhere Element/Ziel
3	Etwas größere Bedeutung eines Elements im Vergleich zu einem anderen
5	Erheblich größere Bedeutung eines Elements im Vergleich zu einem anderen
7	Sehr viel größere Bedeutung eines Elements, welche sich bereits in der Vergangenheit gezeigt hat
9	größtmöglicher Bedeutungsunterschied zwischen zwei Elementen
2,4,6,8	Zwischenschritte

Tabelle 12: Skaleneinteilung für den Analytical Hierarchy Process  
(nach Saaty (2008), S. 86. Übersetzung übernommen von Brinkmeyer/Müller (1994), S. 85).

Die Paarvergleiche werden, wie es bereits bei anderen Methoden der Fall gewesen ist, in Form von Matrizen dargestellt. Dabei gelten die Annahmen der Reflexivität (Werte von 1 entlang der Diagonalen) und Reziprozität, so dass der paarweise Vergleich nur einmal, oberhalb der Diagonalen durchzuführen ist. Die Werte unterhalb der Diagonalen ergeben sich automatisch durch Bildung des Kehrwertes, wie es in der nachfolgenden Tabelle 13 beispielhaft für den paarweisen Vergleich zur Erreichung eines fiktiven Zieles  $Z_1$  illustriert ist.

Ziel $Z_1$	Kriterium A	Kriterium B	Kriterium C
Kriterium A	<b>1</b>	3	9
Kriterium B	1/3	<b>1</b>	1/5
Kriterium C	1/9	5	<b>1</b>

Tabelle 13: Beispielhafte Darstellung eines paarweisen Vergleichs im Analytical Hierarchy Process (eigene Darstellung).

Bei der Synthese werden die relativen Gewichte, sog. Prioritäten, für die einzelnen Kriterien und Alternativen ermittelt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Urteile des Anwenders nicht konsistent sind, weshalb die inkonsistente Matrix unter Beibehaltung des Skalenniveaus normiert wird. Dies geschieht nach Saaty mit Hilfe der **Eigenvektormethode**.

Im AHP werden **alle paarweise Vergleiche** durchgeführt, um die **Konsistenz** der Bewertungen zu überprüfen, auch wenn man unter der Annahme der Transitivitätsbedingung davon ausgehen könnte, dass nicht alle paarweisen Vergleiche notwendig sind. Liegen beispielsweise drei Alternativen A, B und C vor, und die Alternative A schneidet besser ab als C, und C besser als B, kann davon ausgegangen werden, dass auch A besser als B ist. Im AHP wird der Paarvergleich zwischen A und B dennoch zur Konsistenzprüfung durchgeführt. Als Maß für die Konsistenz wird die sog. **Konsistenzratio** (C. R.) verwendet, welches überprüft, ob die einzelnen paarweisen Vergleiche konsistent mit den anderen Vergleichen sind. Nach Saaty ist ein Konsistenzwert kleiner 0,1 (10 %) akzeptabel. Vollkommene Konsistenz würde bei einem Wert von null, unvollkommene bei einem Wert von eins vorliegen. Zur Ermittlung werden für jede Matrix Zufallsmatrizen generiert und mittels des C. R. ermittelt, inwieweit die erstellte Matrix von einer zufällig erstellten Paarvergleichsmatrix abweicht. (vgl. Haedrich et al. (1986), S. 120ff. und iQWiG (2013), S.5)

Die von dem AHP generierten **Ergebnisse** sind letztlich vom **Anwender zu interpretieren** und zu bewerten, da das Modell immer nur einen Teil der vom Anwender subjektiv wahrgenommenen Realität abbilden kann. Somit sind die Ergebnisse eher als Entscheidungsunterstützung zu verstehen. Modellergebnisse und subjektiv plausible Lösungen sollten generell einander ähneln, was dazu führen kann, dass bei einer zu großen Diskrepanz die Hierarchie verändert oder gar neue Alternativen gefunden werden müssen. (vgl. Brinkmeyer/Müller (1994), S. 86f.)

Durch die **Sensitivitätsanalyse** und der damit verbundenen punktuellen und graduellen Veränderung der Eingangsparameter soll herausgefunden werden, wie stark die Rangfolge der Alternativen von den Prioritäten der einzelnen Kriterien beeinflusst wird. Somit soll sichergestellt werden, dass die gefundenen Lösungen robust gegenüber geringfügigen Änderungen und somit zuverlässig sind.

Die AHP-Methode ist, zusammenfassend, eine **stark formalisierte und mathematisierte Methode**, welche die Kriterien und Alternativen durch aufwendige Berechnungen miteinander vergleicht und eine Rangfolge sowohl der gewichteten Kriterien als auch der Lösungsalternativen ermittelt. Allerdings ist die Anwendung und Nutzung **spezieller Software** notwendig, und es ergeben sich darüber hinaus auch einige Probleme durch diese Methode. Beispielsweise ändert sich das Endergebnis des Prozesses, wenn man unterschiedliche Zielhierarchien zugrunde legt. Der Aufbau der Hierarchie ist demnach eng an die Problemsituation zu knüpfen. Weiterhin besteht oftmals auch das Problem eines unzureichenden Zusammenhangs zwischen der semantischen und numerischen Ratioskala. Wenn eine hypothetische Alternative A etwas besser abschneidet als B, und diese wiederum etwas besser abschneidet als eine Alternative C, müsste aus Konsistenzgründen die Alternative A viel besser als Alternative C abschneiden, was aus intuitiven Gründen aber oftmals nicht der Fall ist. Dies ist allerdings durchaus gerechtfertigt, da Antworten und Einschätzungen in der AHP-Methode intuitiv und nicht aus logisch konsistenten Gründen gegeben werden sollen. Zudem ist die Berechnung und die Sicherstellung der Konsistenz der intuitiven Eingaben wesentlicher Zweck der AHP-Methode. (vgl. Brinkmeyer/Müller (1994), S. 88f.)

Zum besseren Verständnis wird das Grundprinzip der Methode in **Anlage 4** dieser Arbeit in Form einer exemplarischen Berechnung für einen einfachen AHP aufgezeigt.

Der AHP wird auf Basis der Bewertung in **Anlage 2** im Rahmen der Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement und somit auch im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter in Betracht gezogen.

#### **3.2.4. Spezifische Methoden zur Wirkungsermittlung von Maßnahmen**

Grundsätzlich lassen sich für die Wirkungsermittlung einzelner Zielbereiche auch die zuvor genannten Methoden anwenden. Insbesondere die nichtformalisierten und teilformalisierten Methoden lassen sich aufgrund des breiten Anwendungsspektrums auch für Wirkungsermittlungen einsetzen. Der Unterschied zwischen den zuvor beschriebenen und den in diesem Abschnitt untersuchten Methoden besteht darin, dass bei der **Wirkungsermittlung** die verkehrsinduzierten Wirkungen einer Strategie in den Bereichen Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umwelt und Umfeld sowie Qualität und Mobilität untersucht sowie möglichst detail- und realitätsnah erfasst werden sollen. Eine **Bewertung** anhand

eines vorab definierten Zielsystems bzw. die Ermittlung von Zielerreichungsgraden geschieht bei der Analyse dieser verkehrsinduzierten Wirkungen **nicht**, da es zunächst um die **wertfreie Ermittlung** von Wirkungen verkehrlicher Maßnahmen bzw. Strategien geht. Da die Wirkungsermittlung auch im Rahmen der Strategiebewertung einen essentiellen Stellenwert einnimmt, sollen die gängigsten Methoden an dieser Stelle vorgestellt und die Vor- und Nachteile qualitativ untersucht werden. Allerdings wird im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Methoden keine dezidierte Bewertung vorgenommen, da es sich bei den Methoden der Wirkungsermittlung nicht um Bewertungsmethoden handelt, auch wenn die Übergänge mitunter fließend sind.

Die Wirkungsermittlung straßenverkehrsbezogener Maßnahmen kann in der Regel durch folgende Methoden durchgeführt werden:

- qualitative Wirkungsermittlungen,
- Modellierung und Simulationen,
- Berechnungen,
- Vergleiche,
- Befragungen,
- Zielkonfliktanalyse,
- Experimente/Feldversuche und Messungen.

#### 3.2.4.1. Qualitative Wirkungsermittlung

Die qualitative Wirkungsermittlung kann durch die bereits beschriebenen **nichtformalisierten Methoden** erfolgen. Dies geschieht vor allem dann, wenn bestimmte Wirkungen nicht nachvollziehbar zu quantifizieren sind, wenn entsprechend benötigtes Datenmaterial für eine Quantifizierung nicht vorhanden ist oder der Prozess der quantitativen Wirkungsermittlung zu aufwändig erscheint. Insbesondere die verbal-argumentative Methode, die Argumentenbilanzierung sowie die SWOT-Analyse können hierbei zum Einsatz kommen, wobei in diesem Kontext keine Wertung der Ergebnisse vorgenommen wird.

Die qualitative Wirkungsermittlung hat den Vorteil, dass sie schnell und ohne größeren Aufwand durchgeführt werden kann. Allerdings sind die Ergebnisse in der Regel recht ungenau und unzuverlässig, da die Wirkungsabschätzung auf rein subjektiver Basis erfolgt, weshalb sich die Methode nur für einfache Strategien oder einzelne Wirkungsbereiche empfiehlt.

#### 3.2.4.2. Modellierung und Simulation

Wie bereits in Kapitel 2.1.2 dargelegt worden ist, ist ein Modell eine vereinfachte Beschreibung realer Systeme oder Probleme. Simulationsmodelle können auch als Optimierungsmodelle verstanden werden, für die keine analytischen Lösungsverfahren existieren, und welche die Konsequenzen für einzelne Ziele versuchen, zu bestimmen. (vgl. Domschke/Drexl (2005), S. 3 und S. 8)

##### Verkehrsmodellierung

Simulationsmodelle im Verkehr lassen sich in Verkehrsflussmodelle und Verkehrsnachfragemodelle untergliedern (vgl. (Reimann/Schepperle (2007), F. 6). **Verkehrsflussmodelle** beschreiben die Bewegung von Verkehrsteilnehmern bei gegebener Route durch ein Verkehrsnetz und bilden die Entscheidung hinsichtlich der Geschwindigkeitswahl, Fahrstreifenwahl und Abstandswahl nach (vgl. Aleksic (2012), S. 5 und Friedrich, M. (2010), S. 1). **Verkehrsnachfragemodelle** bilden die Entscheidungen bzgl. der Aktivitätenwahl, Zielwahl, Verkehrsmittelwahl, Abfahrtszeitwahl und Routenwahl im Personenverkehr nach (vgl. Friedrich, M. (2010), S. 1). Verkehrsflussmodelle werden sowohl durch mikroskopische (z. B. psycho-physisches Abstandsmodell) als auch durch makroskopische Modelle (z. B. Fundamentaldiagramm) dargestellt und simuliert, während

Verkehrsnachfragemodelle vornehmlich der makroskopischen Ebene zuzuordnen sind<sup>7</sup> (vgl. Friedrich, H. (2014), F. 32ff.).

**Mikroskopische Verkehrsmodelle** sind disaggregierte Modelle, in denen die Verkehrsnachfrage aus dem Verkehrsverhalten von Einzelpersonen, Gruppen, etc. abgeleitet wird (vgl. Friedrich, H. (2014), F. 43). Auf dieser Ebene wird der Verkehrsablauf in einem Straßenzug bzw. an einem oder mehreren Knotenpunkten durch Einzelfahrzeugsimulationen dargestellt, bei denen die tatsächliche Verkehrsinfrastruktur (Fahrstreifen, Gleise, Knotenpunktgeometrie, ÖPNV-Bevorrechtigung, Signalprogramme) sowie die Wechselwirkungen aller Verkehrsteilnehmer untereinander (Kfz-Verkehr, ÖPNV, aber auch Radfahrer und Fußgänger) berücksichtigt werden (vgl. Fellendorf/Friedrich (2001), S. 2).

**Makroskopische Verkehrsmodelle** sind aggregierte Modelle, in denen die Verkehrsnachfrage aus raumbezogenen Strukturdaten abgeleitet wird (vgl. Friedrich, H. (2014), F. 43). Sie werden für die Modellierung großer Räume bzw. für die Beschreibung des Verkehrsgeschehens in einer Stadt, einer Region oder auch in einem ganzen Land eingesetzt. Für die Anforderungen makroskopischer Modelle genügt es, das Verkehrsangebot durch ein relativ einfaches Netzmodell zu beschreiben, welches Verkehrszellen (Quellen und Ziele der Verkehrsnachfrage), Knoten (Kreuzungen, Haltestellen), Kanten (Straßen, Schienen) und ÖV-Linien enthält. (vgl. Fellendorf/Friedrich (2001), S. 2)

Durch Verkehrsnachfragemodelle sollen die Abbildung des vorhandenen Verkehrsgeschehens sowie die verkehrsinduzierten Wirkungen möglicher Maßnahmen bzw. Strategien abgebildet werden (z. B. die Wirkungen von Streckenbeeinflussungsanlagen, Zuflussdosierungen, Routenbeeinflussungsanlagen, etc.). Die Ergebnisse der Verkehrsnachfragemodellierung dienen somit als Eingangsgrößen für die Verkehrsflussmodellierung. Die Verkehrsnachfragemodellierung vollzieht sich gemäß dem ‚**Vier-Stufen-Algorithmus**‘ durch

- die Verkehrserzeugung (wieviel Verkehr entsteht wo?),
- die Verkehrsverteilung (welches Ziel hat dieser Verkehr?),
- die Verkehrsmittelwahl (welche Verkehrsmittel werden gewählt?) und
- die Verkehrswegewahl (welche Route wird gewählt?). (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung u. a. Friedrich, H. (2014), F. 40f.)

Für die Verkehrsnachfragemodellierung sind verschiedene Attribute notwendig. Diese umfassen zum einen das **Verkehrsangebot** (z. B. Knotenpunkte, Kapazitäten, Verkehrsmittel, Geschwindigkeiten, etc.) und zum anderen die **Verkehrsnachfrage** (z. B. Verkehrszwecke, Haushaltskenngrößen, sozioökonomische Daten, etc.). Da die Verkehrsnachfragemodellierung auf der makroskopischen Ebene stattfindet, ist neben der Verkehrsnachfragemodellierung gemäß dem beschriebenen ‚Vier-Stufen-Algorithmus‘ auch eine **Verkehrsangebotsmodellierung** notwendig. Unter der Verkehrsangebotsmodellierung wird die Abbildung und Struktur von Verkehrsnetzen für verschiedene Verkehrsarten (z. B. Öffentlicher Verkehr, Individualverkehr) verstanden, welche durch die in der Graphentheorie verwendeten Knoten und Kanten beschrieben werden. (vgl. Müller (2012), S. 46ff.)

Neben der Netzdarstellung ist die Netzattributierung (Widerstandsberechnung) eine weitere elementare Aufgabe in der Verkehrsangebotsmodellierung. Durch die Attributierung soll das Entscheidungsverhalten des Verkehrsteilnehmers, wie beispielsweise die Verkehrsmittel- und Routenwahl, in das Modell mit aufgenommen werden. Das Verhalten lässt sich anhand von verschiedenen Attributen, wie beispielsweise Reisezeit, Kosten oder Gewohnheiten, abbilden. (vgl. Schiller (2004), S. 19ff. und Winkler (2012), S. 26ff.)

Eine Übersicht der Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsnachfrage- und Verkehrsangebotsmodell ist der nachfolgenden Abbildung 24 zu entnehmen. Die Iteration von Angebot und Nachfrage durch die Verkehrsangebots- sowie die Verkehrsnachfragemodellierung wird solange durchgeführt, bis sich ein äußeres Gleichgewicht (Optimum) eingestellt hat.

<sup>7</sup> Eine weitergehende Differenzierung (z. B. mesoskopische oder submikroskopische Modelle) wird im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgenommen (vgl. dazu (Reimann/Schepperle (2007), F. 7ff.).

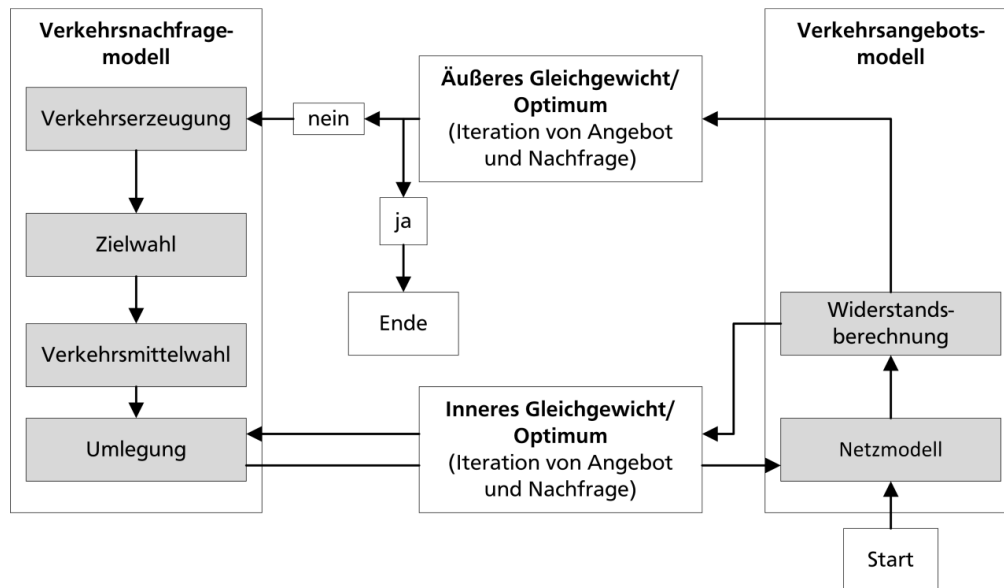


Abbildung 24: Rückkopplungsprozess von Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage  
(entnommen aus Müller (2012), S. 59, basierend auf Schiller (2004), S. 69).

Durch das Verkehrsnachfragemodell lassen sich im Wesentlichen die folgenden Ergebnisse ableiten:

- Anzahl und Zeitpunkte der Ortsveränderungen von Personen eines definierten Gebiets einschließlich der Informationen bzgl. der Verkehrsmittelwahl, des Verkehrszwecks, etc.,
- räumlich und zeitlich differenzierte Belastungen der Verkehrsanlagen,
- weitere mit dem Verkehrsgeschehen verbundene Messgrößen (z. B. Reisezeiten, Wartezeiten, Wegelängen) sowie
- weitere abgeleitete Größen (z. B. Emissionen, Fahrtkosten). (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Friedrich, H. (2014), F. 39)

### Ausbreitungs- und Screeningmodelle

Mit einem Ausbreitungs- bzw. Screening-Modell wird die Ausbreitung und Verdünnung von Feinstaub oder anderen Schadstoffen um die betrachtete Freisetzungsquelle ermittelt und dient somit der **Grobabschätzung der Immissionskonzentration**. Es können mittels der Modelle die Immissionskonzentrationen sowohl für meteorologische Einzelsituationen als auch für Jahresmittel abgeschätzt werden, um mögliche Belastungsschwerpunkte lokalisieren zu können. Die Eingangsgrößen für das Modell sind u. a. der Straßentyp, die mittlere Geschwindigkeit, die durchschnittlichen Verkehrsstärken (nach Fahrzeugklassen differenzierte DTV-Werte), Staulängen, Bebauungsdichte, Bebauungsdurchlässigkeit, Gebäudehöhe, Straßenbreite und die Windgeschwindigkeit. Die **Grundlage** von Screening-Modellen bildet eine Vielzahl von Ergebnissen, die im Vorfeld mit komplexen Ausbreitungsmodellen für **standardisierte Randbedingungen** gewonnen werden. Standardisierte Randbedingungen bedeuten, dass die Immissionen flächendeckend für fest vorgegebene Quellbedingungen, Verkehrsemissionen, Windgeschwindigkeiten, Windrichtungen und Bebauungsstrukturen bestimmt werden. (vgl. Zenger/Rau (2002), S. 1f. und van der Pütten (2006), F. 6ff.)

### Zusammenfassung

Der Fortschritt der Rechen- und Arbeitsleistung von Computern hat in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass immer **ausgereifere und leistungsstärkere Simulationsprogramme** im Straßenverkehrsbereich entwickelt worden sind und zur Anwendung kommen. Solche Programme erlauben es, **komplexe Situationen und Wirkungszusammenhänge** sowie **multimodale Interaktionen** von verkehrsbezogenen Maßnahmen zu untersuchen. Sie sind daher ein probates Mittel, um die Wirkungen von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel zu überprüfen. Da durch

eine Simulation zunächst nur quantitative Werte ermittelt werden, muss die Bewertung, ob diese im Sinne der Zielformulierung gut oder schlecht sind, in einem nachfolgenden Schritt durch die verantwortliche Person bzw. Personen mittels der in Kapitel 3.2 beschriebenen Methoden getroffen werden. Modelle bieten den Vorteil, **relativ objektive und nachprüfbar Ergebnisse** zu generieren, welche die Bewertung und Entscheidung sehr gut unterstützen können. Dies kann zum einen die Glaubwürdigkeit der Bewertungsergebnisse erhöhen, und zum anderen die Akzeptanz von direkten oder indirekt betroffenen Personen steigern. Neben der Untersuchung von erwünschten Wirkungen können zudem auch die möglichen negativen Auswirkungen identifiziert und ggfs. auch quantifiziert werden. Der Nachteil dagegen ist, dass die **Zuverlässigkeit und Robustheit** der Ergebnisse von verschiedenen **Faktoren abhängt**, wie u. a. der **Datenverfügbarkeit**, der **Datenqualität** sowie der realgetreuen und korrekten Abbildung der relevanten **Modellierungsparameter**. Neben der Einrichtung eines realitätsnahen, logisch konsistenten Modells, kommt daher insbesondere der Qualität der Eingangsdaten eine hohe Bedeutung zu, womit die Modellierung sehr stark datenabhängig ist. Weiterhin können die Lizenzen für die entsprechenden Programme sowie die Prozesse der Dateneingaben und Modellpflege (z. B. durch Anpassungen oder Erweiterungen) recht teuer und zeitintensiv sein. Schließlich benötigt die Anwendung solcher Software, trotz sich stetig verbessernder Nutzerfreundlichkeit, ein **hohes Maß an Fachwissen** im sicheren Umgang mit den entsprechenden Simulationsprogrammen und der Interpretation der Simulationsergebnisse. Bei der Modellierung muss daher im Kontext dynamischer Strategien darauf geachtet werden, dass der Aufwand für die Modellentwicklung, der Datenerhebung und -eingabe sowie der Simulation in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen steht. Aus diesem Grund eignet sich die Modellierung nicht für alle Bewertungssituationen, worauf im späteren Verlauf dieser Arbeit noch ausführlicher eingegangen wird. (vgl. Friedrich, H. (2014), F. 20ff.)

### 3.2.4.3. Berechnungen

In diversen **Handbüchern**, beispielsweise der FGSV (u. a. HBS, RiLSA) oder anderen Publikationen (u. a. BVWP, EWS) finden sich zahlreiche Formeln zur Berechnung verkehrsbedingter Wirkungen, insbesondere bezüglich

- der Wirtschaftlichkeit (z. B. Berechnung der Betriebs- oder Investitionskosten, Berechnung des Nutzens, Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (vgl. BMVBS (2010), Abschnitt A.X),
- der Sicherheit (z. B. Berechnung der unfallbezogenen Kosten),
- der Umweltwirkungen (z. B. Berechnung des Lärms) und
- der Qualität (z. B. Berechnung von Wartezeiten).

Für die Berechnung verschiedener verkehrlicher Wirkungen ist ebenfalls eine **ausreichende Datenbasis** erforderlich, anhand derer sich zuverlässige und möglichst genaue Ergebnisse ermitteln lassen. Der Berechnungsprozess als solcher ist in der Regel verständlich und mit keinem größeren Aufwand verbunden. Allerdings ist es fraglich, inwieweit sich die standardisierten Berechnungsvorlagen auf verschiedene Anwendungssituationen und Untersuchungsgebiete übertragen lassen. Weiterhin ist darauf zu achten, dass durch Berechnungen zwar einzelne Wirkungsbereiche untersucht werden können, die gleichzeitige Interaktion verschiedener Maßnahmen, wie es für die Strategiebewertung wichtig ist, im Gegensatz zur Modellierung aber nicht bzw. nur bedingt abgebildet werden kann.

### 3.2.4.4. Vergleiche

Bei Vergleichen werden **Ergebnisse** und **Erfahrungen** von Maßnahmenwirkungen aus vergleichbaren Strategien verwendet. Dies ist nur dann möglich, solange eine **ausreichende Vergleichbarkeit** innerhalb oder außerhalb des eigenen Untersuchungsgebietes **gegeben** ist. Da es in der Regel, bedingt durch die unterschiedlichen Rahmenbedingungen, Zielvorstellungen, Maßnahmenbündel und verkehrlichen Gegebenheiten, nicht zu einer vollständigen Deckungsgleichheit zweier Strategien kommt, sind die Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und stets mit Unsicherheiten behaftet. Daher ist

diese Art der Wirkungsermittlung, welche letztlich auf Erfahrungswerten beruht, nur dann angebracht, wenn

- vergleichbare Strategien mit ähnlichen Störfallsituationen und Rahmenbedingungen in einem **anderen Untersuchungsgebiet** vorliegen und übertragbar sind oder
- ähnliche Strategien **im selben Untersuchungsgebiet** bereits vorliegen, aus denen Erkenntnisse für eine neue bzw. modifizierte Strategie gewonnen werden können.

Der Vorteil liegt bei Vergleichen darin, dass wichtige Informationen **kostengünstig und ohne größeren Aufwand** erhoben und genutzt werden können. Der Nachteil liegt in der mangelnden Genauigkeit und Unzuverlässigkeit aufgrund der nur bedingt gegebenen Vergleichbarkeit von Störfallsituationen und den dazugehörigen Strategien.

#### 3.2.4.5. Befragungen

Die Befragung im Zuge der Wirkungsermittlung ist insbesondere für solche Kriterien von Bedeutung, die entweder gar nicht oder zumindest nur schwer zu erheben sind. Dazu gehört beispielsweise der Befolgungsgrad von Verkehrsteilnehmern oder die Beurteilung von Prozessen, welche die Strategieumsetzung betreffen. Die Befragung muss sich folglich nicht zwangsläufig auf **Experten** beschränken, sondern kann auch **andere Personen**, wie Verkehrsteilnehmer, Anwohner, Interessensverbände oder Mitarbeiter/innen, umfassen. Der Aufwand, die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit hängen von der Art der Befragung ab. Die Befragung und vor allem die Auswertung können in diesem Zusammenhang auf **qualitativer oder quantitativer** (statistische Auswertungen) Basis erfolgen. Folgende Befragungsformen stehen grundsätzlich zur Verfügung:

- persönlich mündliche Befragung,
- telefonisch fernmündlich Befragung,
- schriftliche computerunterstützte Befragung (z. B. e-Mail),
- narratives Interview (meist autobiographische Erzählungen),
- Leitfadeninterview,
- problemzentriertes Interview,
- standardisierte Befragung (Fragebogen),
- offene Fragestellungen,
- geschlossene Fragestellungen (z. B. ja/nein Antworten),
- Gruppendiskussionen sowie
- Delphi-Befragung. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Scholl (2009), S. 31ff.)

#### 3.2.4.6. Zielkonfliktanalyse

Eine besondere Analyseform im Rahmen der Strategieplanung stellt die Zielkonfliktanalyse dar. Mögliche Zielkonflikte können einen großen Einfluss auf die Effektivität einer Strategie nehmen, da die Umsetzbarkeit und Wirkungen einer Strategie maßgeblich von der Akzeptanz der beteiligten Personen und der Auswahl der richtigen Strategie abhängen. Je höher die Anzahl möglicher Zielkonflikte, desto höher ist auch die Gefahr, dass die Strategie nicht akzeptiert wird und somit nicht die erwünschte Wirkung entfaltet. Weiterhin können durch das gleichzeitige Auftreten verschiedener Störfallsituationen entsprechend unterschiedliche Strategien für eine Aktivierung in Erwägung gezogen werden. Auch in diesem Fall können Zielkonflikte entstehen, welche eine Entscheidung bzgl. der Auswahl bzw. die Aktivierung der Strategie mit den geringsten Zielkonflikten erfordert. In diesen Fällen kann eine Zielkonfliktanalyse durchgeführt werden, in der zunächst die für eine Strategie zugehörigen



- **Konfliktsubjekte** (an der Strategie beteiligten Akteure, Verkehrsteilnehmer und Betroffene),
- **Konfliktobjekte** (von der Strategie genutzten Netzelemente, wie z. B. ÖV, MIV, NMIV) und
- **Konfliktfelder** (u. a. der Verkehrsablauf, der Betriebsablauf im ÖV, die Erreichbarkeit von Orten, die Emissionen und der Besucherverkehr) bestimmt werden. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Grahl/Müller (2013). S. 32)

Weiterhin ist festzustellen, welche Netzelemente und Orte von welchen Strategien ganz oder teilweise gemeinsam genutzt werden, und welche Konfliktsubjekte von einer oder mehreren Strategien betroffen sind. Identifizierte Konflikte lassen sich in einer sog. **Maßnahmenkonfliktmatrix** oder **Strategiekonfliktmatrix** zusammenfassen. In dieser können Maßnahmen bzw. Strategien und ihr gegenseitiges Konfliktpotential dargestellt werden. Möglich ist auch die Gegenüberstellung von Maßnahmen/Strategien und den Konfliktsubjekten, die von der jeweiligen Maßnahme/Strategie negativ betroffen sind. Eine beispielhafte Darstellung ist der nachfolgenden Tabelle 14 zu entnehmen, in welcher eine fiktive Strategie D insgesamt die geringsten Zielkonflikte erwarten lässt.

	Strat. A	Strat. B	Strat. C	Strat. D	Verkehrsteiln.	Anwohner	Einzelhandel
Strat. A		x	(x)	o	x	(x)	o
Strat. B	x		(x)	o	o	x	(x)
Strat. C	(x)	(x)		x	o	(x)	x
Strat. D	o	o	x		o	o	x

- x      Konfliktpotential hoch
- (x)    Konfliktpotential mittel
- o      Konfliktpotential gering

Tabelle 14: Beispielhafte Darstellung von Strategiekonfliktmatrizen (in Anlehnung an Grahl/Müller (2013). S. 61).

Auf Basis der Maßnahmenkonfliktmatrix lässt sich in einem weiteren Schritt auf qualitativer Basis eine **Prioritätenmatrix** erstellen, in welcher festgelegt wird, welche Strategien bzw. Maßnahmen Vorrang erhalten sollen. Die Prioritätenfestlegungen sollten sich dabei an definierten Ober- und Unterzielen des dynamischen Verkehrsmanagements orientieren. Im Ergebnis sollten die Maßnahmen bzw. die Strategie ausgewählt werden, welche die geringsten Konflikte in Bezug auf die Konfliktsubjekte erwarten lässt bzw. welcher die höhere Priorisierung zugeteilt wurde. (vgl. zu den gesamten Ausführungen Grahl/Müller (2013). S. 27ff. und 58ff.)

### 3.2.4.7. Experimente/Feldversuche und Messungen

Unter einem Experiment versteht man „einen **systematischen Beobachtungsvorgang**, aufgrund dessen der Untersucher das jeweils interessierende Phänomen planmäßig erzeugt sowie variiert („Manipulation“) und dabei gleichzeitig systematische oder/und unsystematische Störfaktoren durch hierfür geeignete Techniken ausschaltet bzw. kontrolliert“ (Sarris (1990), S. 129). Prinzipiell lassen sich **Laborexperimente** von **Feldexperimenten** unterscheiden, wobei bei den Laborexperimenten die Einflüsse von externen Störvariablen weitgehend ausgeschaltet werden können und ein Feldexperiment in einer natürlichen Umgebung durchgeführt wird (vgl. FSS (2000), S. 38ff.). Zur Ermittlung der Wirkungen lassen sich Maßnahmen somit auch versuchsweise in das reale Verkehrsnetz implementieren und die Wirkungen nach einer gewissen Einsatzzeit messen (z. B. Messung von Emissionsveränderungen). Da die **Wirkungen unter realen Bedingungen** getestet werden, sind die Ergebnisse und Wirkungszusammenhänge als sehr zuverlässig und genau einzustufen. Ferner können insbesondere Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer auf bestimmte verkehrsplanerische Maßnahmen, beispielsweise der Einfluss von Maßnahmen auf die Routenwahl, gut beobachtet werden. Im Gegensatz zur Modellierung lassen auch hier alle Einflussfaktoren berücksichtigen. Allerdings ist diese Art der Wirkungsermittlung, je nach verwendeten Maßnahmen und systemtechnischen Komponenten, mit einem gewissen technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden. Nicht zuletzt sind auch rechtliche Fragen im Zuge von Feldversuchen im Vorfeld zu klären.

### 3.3. Bewertungsmethodiken und -verfahren im Straßenverkehr

In diesem Abschnitt werden Methodiken und Verfahren dargestellt, die einen klaren Themenbezug zum Verkehr aufweisen und dahingehend entsprechend konkretisiert sind. Bei der Auswahl der Verfahren ist darauf geachtet worden, dass diese eine **Praxisrelevanz** besitzen und somit auch zur Anwendung kommen und nicht nur theoretischer Natur sind. Aus der folgenden **Analyse** der Verfahren sollen Erkenntnisse bezüglich der **Verfahrensausgestaltung**, der **Schwerpunktsetzung** sowie bezüglich der **Vor- und Nachteile** des jeweiligen Verfahrens gewonnen werden, welche bei der Entwicklung der Methodik zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement zu berücksichtigen sind. In dem folgenden Exkurs der praxisorientierten Bewertungsverfahren werden sowohl **nationale als auch internationale Verfahren** vorgestellt und untersucht. Dadurch soll ein allgemeiner Überblick über gängige Verfahren und Charakteristika nationaler und internationaler Verfahren gegeben werden. Eine Diskussion über die Zweckmäßigkeit, Aussagefähigkeit sowie der Vor- und Nachteile und potentieller Verbesserungsmöglichkeiten einzelner Verfahren wird im Rahmen dieser Arbeit nicht geführt. Hierzu sei an dieser Stelle z. B. auf derzeitige Diskussionen zur Konzeption des Bundesverkehrswegeplans 2015 verwiesen. Neben der Methodik wird das Augenmerk im folgenden Abschnitt hingegen auch auf bewertungsrelevante Kriterien gerichtet, die im folgenden Kapitel nochmals aufgegriffen und im Sachzusammenhang mit der Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement eingehender untersucht werden. (vgl. dazu u. a. FGSV (1997b), S. 1ff., Höhnscheid (2001), S. 26ff., Hülsemann (2010), S. 635ff. und Marte (2003), S. 59ff.)

Im nationalen Sachkontext gibt es Bewertungsverfahren, die sich aus den im Kapitel zuvor beschriebenen Methoden zusammensetzen. Zu den bekanntesten Verfahren gehören die

- Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (FGSV 1997a),
- die Bundesverkehrswegeplanung (BMVBS 2003) sowie
- die standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im ÖPNV (BMVBS 2006). (vgl. bzgl. der Auflistung auch FGSV (2010a), S. 32ff.)

#### 3.3.1. Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)

Die EWS zählt zu den **formalisierten Verfahren** und bildet eine einheitliche Grundlage für die volkswirtschaftliche Beurteilung von Straßenverkehrsinvestitionen, wobei damit hauptsächlich der Straßenbau innerhalb und außerhalb bebauter Gebiete gemeint ist (vgl. FGSV (1997a), Vorwort). Die wesentlichen Arbeitsschritte bestehen in der Erstellung der Verkehrsprognose, einer projektbezogenen Verkehrsumlegung sowie der Projektbewertung, und ermöglichen sowohl die Prüfung der Bauwürdigkeit eines Vorhabens, eine Dringlichkeitsreihung als auch einen Strategievergleich (vgl. FGSV (2010a), S. 33). Die dafür notwendige Verkehrsprognose ist so anzulegen, dass die Verkehrsnachfrage auf der einen Seite das durch eine Maßnahme erweiterte Straßennetz (Mit-Fall) und auf der anderen Seite auch auf das bestehende Netz ohne Erweiterungsmaßnahme umgelegt werden kann (Ohne-Fall). Die Bewertung der EWS **basiert im Wesentlichen auf der NKA**. (vgl. FGSV (1997a), S. 11)

Auf der Kostenseite werden die **Investitionskosten** und die **laufenden Kosten** berücksichtigt. Die Investitionskosten umfassen gemäß den EWS die Herstellung und Erneuerung von Straßen sowie etwaige Ausgleichskosten. Die laufenden Kosten umfassen Sofortmaßnahmen und Maßnahmen kleineren Umfangs sowie Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft, wie beispielsweise Reinigungs-, Kontroll-, Pflegearbeiten und Winterdienst. Weiterhin können Zuschläge für besondere Aufwendungen, so etwa für Straßenbeleuchtungen, Lichtsignalanlagen, den Betrieb von Tunnel oder für den Winterdienst, erhoben werden (vgl. FGSV (1997a), S. 29ff.). Der Zeitraum für die Beurteilung von Investitionsvorhaben beträgt 20 Jahre. Aus diesem Grund sind bei den Berechnungen die Kosten sowie der Nutzen durch entsprechende Verfahren (z. B. die Barwertmethode) zu diskontieren. (vgl. FGSV (1997a), S. 10)

Der **Nutzen** wird in den EWS über die Veränderung der Kosten für den ‚Mit-, und ‚Ohne-Fall‘ berechnet. Im Einzelnen umfassen diese die Veränderung

- der Betriebskosten (Änderung der Kosten durch neue Fahrtrouten, -zeiten und -geschwindigkeit sowie Verkehrsbelastung einzelner Netzabschnitte),
- der Fahrzeiten (Einfluss von Fahrtrouten, -zeiten und -geschwindigkeit auf die Fahrzeit),
- des Unfallgeschehens (Straßennetze, Abschnitte und Knotenpunkte),
- der Lärmbelastung (Einfluss der Lärmentwicklung auf den Mensch am Tag und in der Nacht),
- der Belastung durch Luftschadstoffe (Einfluss von CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM<sub>x</sub> auf Vegetation, Menschen und Bauten),
- der Klimabelastung (Einfluss von CO<sub>2</sub> auf die Atmosphäre),
- der Trennwirkung von Straßen (Zeitverluste, die Fußgänger durch das Überqueren der Fahrbahn hinnehmen müssen) sowie
- der Flächenverfügbarkeit in bebauten Gebieten (soziale Funktion des Straßenraums durch Verkehrsflächen für Fußgänger und Radfahrer). (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung FGSV (1997a), S. 8ff.)

Das EWS liefert für die Berechnung der einzelnen Kosten- und Nutzelemente zahlreiche **Parameterwerte und Berechnungsverfahren**. Gleichzeitig wird festgestellt, dass die starke Ausrichtung auf eine Quantifizierung der einzelnen Elemente es nicht zulässt, weitere intangible Kriterien, wie beispielsweise die Wirkungen auf internationale Wirtschaftsbeziehungen, auf Natur- und Landschaft oder auf räumliche Einkommensverteilungen in das Verfahren zu integrieren. (vgl. FGSV (1997a), S. 9)

### 3.3.2. Bundesverkehrswegeplanung (BVWP)

Die BVWP ist ebenfalls den **formalisierten Verfahren** zuzuordnen und bewertet Neu- und Ausbauprojekte von Bundesfernstraßen, Bundesschienenwege und Bundeswasserstraßen hinsichtlich **nutzen-kosten-analytischer, umwelt- und naturschutzfachlicher** sowie **raumordnerischer Kriterien**. Somit ist es bei der BVWP notwendig, mehrere Einzelverfahren in den gesamten Bewertungsprozess zu integrieren. (vgl. FGSV (2010a), S. 32)

Der BVWP liegen die folgenden Ziele zugrunde:

- Gewährleistung dauerhaft umweltgerechter Mobilität,
- Stärkung des Wirtschaftsstandortes Deutschland zur Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen,
- Förderung nachhaltiger Raum- und Siedlungsstrukturen,
- Schaffung fairer und vergleichbarer Wettbewerbsbedingungen für alle Verkehrsträger,
- Verbesserung der Verkehrssicherheit für Verkehrsteilnehmer und Allgemeinheit,
- Verringerung der Inanspruchnahme von Natur, Landschaft und nicht erneuerbarer Ressourcen,
- Reduktion der Emissionen von Lärm, Schadstoffen und Klimagasen sowie
- Förderung der europäischen Integration. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung BMVBW (2005), S. 22)

Wie bereits erwähnt, liegt der Kern der BVWP wie auch bei den EWS in der **NKA**, in welcher die Investitionskosten allen projektbedingten Vor- und Nachteilen gegenübergestellt werden. Wie auch in anderen Bereichen erfolgt dies durch den Vergleich eines Planfalls mit dem eines Alternativfalls. Für die bessere Vergleichbarkeit ist es notwendig, eine möglichst einheitliche Skalierung zu verwenden, was mithilfe der Monetarisierung von positiven und negativen Wirkungen erreicht wird. Eine Gewichtung der Kriterien wird nicht explizit vorgenommen. Es wird davon ausgegangen, dass eine Gewichtung durch die Verwendung von Wettbewerbspreisen bereits implizit enthalten ist. (vgl. BMVBW (2005), S. 25)

Für die Durchführung der NKA ist es zunächst notwendig, eine Verkehrsprognose zu erstellen, anhand derer weitere Berechnungen durchgeführt werden können. Dazu ist die Verkehrsnachfrage zu

prognostizieren, welche sich auf die voraussichtliche Entwicklung demographischer und ökonomischer Merkmale stützt. Im nächsten Schritt wird die Verkehrsnachfrageprognose in streckenspezifische Fahrzeugströme umgesetzt (z. B. Anzahl Fahrzeuge je Richtung und Zeitabschnitt, Geschwindigkeiten, Wartezeiten). (vgl. BMVBW (2005), S.28)

Basierend auf der Verkehrsprognose erfolgt die Projektbewertung mittels der NKA. In der BVWP werden die folgenden Bewertungskomponenten vorgeschlagen:

<p><b>Verbilligung von Beförderungsvorgängen</b> (z. B. durch Fahrtbeschleunigung, Entfernungsverkürzung, Erhöhung der Fahrzeugauslastung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung der Kosten der Fahrzeugvorhaltung (z. B. zeitabhängige Sachkosten wie die Verzinsung des in ein Fahrzeug gebundenen Kapitals, Fahrzeugabschreibungen, Instandhaltungskosten)</li> <li>• Senkung der Kosten des Fahrzeugbetriebs (z. B. zeitabhängige Personalkosten, geschwindigkeitsabhängige Energie- und Kraftstoffverbrauchskosten, leistungsabhängige Sachkosten wie Materialverschleiß, Reparaturen, Abschreibungen, Wartungen)</li> <li>• Transportkostenänderungen durch Aufkommensverlagerungen (z. B. durch Verlagerung von Verkehrsanteilen zwischen den Verkehrsträgern Straße und Schiene)</li> </ul>
<p><b>Erhaltung der Verkehrswege</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneuerung der Verkehrswege (für die Erhaltung der Leistungsfähigkeit)</li> <li>• Instandhaltung der Verkehrswege (für den Betrieb und die Unterhaltung von Verkehrswegen)</li> </ul>
<p><b>Erhöhung der Verkehrssicherheit</b> (z. B. Unfallschäden oder Unfallkostensätze)</p>
<p><b>Verbesserung der Erreichbarkeit von Fahrtzielen</b> (z. B. Reisezeitverkürzung)</p>
<p><b>Räumliche Vorteile</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschäftigungseffekte aus dem Bau von Verkehrswegen</li> <li>• Beschäftigungseffekte aus dem Betrieb von Verkehrswegen</li> <li>• Beiträge zur Förderung internationaler Beziehungen</li> </ul>
<p><b>Entlastung der Umwelt</b> (z. B. Klimaschäden, Vegetationsschäden, Krebsleiden, Gesundheits- und Gebäudeschäden)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verminderung von Geräuschbelastungen (z. B. inner- und außerörtliche Geräuschbelastung)</li> <li>• Verminderung von Abgasbelastungen (z. B. CO<sub>x</sub>, CH, NO<sub>x</sub>, Dieselruß, Benzol, Staub)</li> <li>• Verminderung innerörtlicher Trennwirkung (z. B. Fußgängerwarte- und Umwegezeiten für das Überqueren einer Fahrbahn)</li> </ul>
<p><b>Wirkungen des induzierten Verkehrs</b> (z. B. Steigerungen der Mobilität durch zusätzliche Fahrleistungen)</p>
<p><b>Verbesserte Anbindung von See- und Flughäfen</b> (z. B. verkehrliche Wirkungen durch veränderte Verkehrsträgeranteile, regionalwirtschaftliche Folgewirkungen)</p>
<p><b>Erfüllung verkehrsfremder Funktionen</b> (z. B. Energieerzeugung aus Wasserkraft, Hochwasserschutz)</p>
<p><b>Investitionskosten</b> (z. B. Entschädigungszahlungen an Dritte, Kosten für eine ökologisch ausgerichtete Bauausführung, Kosten für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zur Kompensation von Eingriffen in die Natur)</p>

Tabelle 15: Bewertungskomponenten der BVWP 2003 (vgl. BMVBW (2005), S. 69ff.).

Die Wirkungsermittlung und **Quantifizierung** der einzelnen Komponenten erfolgt entweder über **Simulationen, Berechnungen** oder aus einer möglichen Kombination aus beidem. Die BVWP bietet hierzu zahlreiche Hilfestellungen in Form von Berechnungsformeln und Zahlenwerten, die für die Verwendung von Formeln erforderlich sind. Die monetarisierten Zahlenwerte sind für eine zeitliche Vereinheitlichung der Projektwirkung schließlich noch zu diskontieren.

Nicht alle der in der BVWP genannten Wirkungen lassen sich durch die NKA zuverlässig bewerten. Dies trifft insbesondere auf umweltbezogene Wirkungen zu, von denen nicht alle nachvollziehbar in Geldeinheiten ausgedrückt werden können. Daher sind in der BVWP neben der NKA auch eine umwelt- und naturschutzfachliche Beurteilung sowie eine Raumwirksamkeitsanalyse enthalten, die sich nebst der wirtschaftlichen Betrachtung exklusiv mit den umweltrelevanten Auswirkungen auseinandersetzen.

Die **umwelt- und naturschutzfachliche Beurteilung** besteht aus einem **Früherkennungssystem**, einer **Umweltrisikoeinschätzung (URE)** sowie einer **Flora-Fauna-Habitat Verträglichkeits-einschätzung (FFH-VE)**. Durch das Früherkennungssystem wird zunächst die Priorität für die Durchführung einer URE je nach Projekttyp (Neubau oder Ausbau) und Art der Gefährdung (Zerschneidung, Tangierung von Gebieten verschiedener Schutzkategorien) festgelegt. Die Bandbreite reicht von Prioritätsstufe I (sehr hoch) bis Prioritätsstufe IV (gering). Im Anschluss erfolgt die URE, in welcher in einer stark formalisierten Vorgehensweise, zum einen der Raumwiderstand anhand einer vierstufigen Ordinalskala, und zum anderen die Maßnahmenintensität anhand einer fünfstufigen Ordinalskala ermittelt wird. Die resultierenden Angaben werden anhand einer vier-mal-fünf Matrix miteinander in Beziehung gesetzt. (vgl. BfG (2004), S. 19) Im Ergebnis lässt sich das flächenbezogene Umweltrisiko für Straßen- und Schienenprojekte ermitteln, welches von Stufe 1 (sehr geringes Umweltrisiko) bis Stufe 5 (sehr hohes Umweltrisiko) reicht (vgl. BMVBW (2005), S. 42ff.). Die FFH-VE dient dazu, mögliche Beeinträchtigungen von „Natura 2000“<sup>8</sup>-Gebieten bereits in der Planungsphase zu analysieren. Die Verträglichkeitseinschätzung erfolgt auf verbal-argumentativer Ebene und gliedert sich in die drei Stufen: eine Beeinträchtigung ‚ist wahrscheinlich‘, ‚ist nicht auszuschließen‘ und ‚ist auszuschließen‘. Die FFH-VE ersetzt nicht die FFH-Verträglichkeitsprüfung, die im Rahmen der Linienbestimmung bzw. der Planfeststellung erforderlich ist, liefert aber bereits wichtige Hinweise über zu erwartende Probleme, Kosten und Erfolgsaussichten.

Im letzten Schritt erfolgt die RWA, welche einer **raumordnerischen Verträglichkeitsprüfung** entspricht, bei der ebenfalls nicht-monetarisierbare Wirkungen bezüglich des potenziellen Beitrags eines Projektes zur Erreichung von Verteilungs- und Entwicklungszielen sowie Entlastungs- und Verlagerungszielen (vgl. FGSV (2010a), S. 32). Verteilungs- und Entwicklungsziele umfassen beispielsweise die flächendeckende Versorgung der Bevölkerung, die Schaffung von Voraussetzungen für die wirtschaftliche Entwicklung oder die gute Erreichbarkeit aller Teilräume untereinander. Entlastungs- und Verlagerungsziele umfassen u. a. die verkehrliche Entlastung bebauter Bereiche. Bei der RWA wird eine fünfstufige Skala (von geringe bis herausragende raumordnerische Bedeutung) verwendet. Durch das Verfahren ist eine Beurteilung von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel sowie die Erstellung einer Rangordnung zwischen verschiedenen Alternativen möglich.

### 3.3.3. Standardisierte Bewertung von Verkehrsweeinvestitionen im ÖPNV (StBe)

Die StBe ist wie auch die BVWP eine Methodik, in der ebenfalls mehrere der vorgestellten Verfahren integriert sind. In der StBe findet für **monetäre oder monetarisierbare Indikatoren** eine NKA statt, optional kann darüber hinaus sowohl die **NWA für sonstige quantifizierbare Messgrößen** sowie eine **qualitative Bewertung für nicht quantifizierbare Kenngrößen** zur Anwendung kommen. Weiterhin erfolgt für die Überprüfung einer nachhaltigen Finanzierung eine Folgekostenrechnung für die Bereiche Infrastrukturbetreiber und Verkehrsunternehmen. Das Verfahren ist für alle zuwendungsfähigen Maßnahmen des ÖPNV gemäß § 2 (1) Nr. 2 und § 11 GVFG (2011), deren Investitionskosten 25 Mio. EUR überschreiten, verbindlich (vgl. BMVBS (2006), S. 2). Durch die Integration verschiedener Verfahren ist die Berücksichtigung, Bewertung und auch die Gewichtung verschiedener quantitativer aber auch qualitativer Indikatoren möglich.

<sup>8</sup> "Natura 2000" bezeichnet ein kohärentes europäisches ökologisches Netz besonderer Schutzgebiete. Dadurch wird seitens der Europäischen Union versucht, die biologische Vielfalt durch Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen auf dem Gebiet der Mitgliedstaaten aufrechtzuerhalten. Es setzt sich inzwischen zusammen aus den Schutzgebieten der Vogelschutz-Richtlinie (Richtlinie AEG 2009/147/EG) und den Schutzgebieten der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie AEG 1992/43/EWG).

Die StBe gliedert sich in mehrere Verfahrensschritte. Zunächst erfolgt in einer Art Grundlagenermittlung die nötige Abstimmung mit dem Zuwendungsgeber sowie die Daten- und Informationsbeschaffung (z. B. die Ermittlung des Verkehrsangebotes, der Verkehrsnachfrage, ÖV-Reisezeiten, ÖV-Beförderungszeiten, Modal-Split, MIV-Widerstandsmatrix, etc.). Der wesentliche Bewertungsprozess beginnt mit der Ermittlung von Teilindikatoren. Hier werden nach Möglichkeit quantifizierbare Indikatoren bzw. Kriterien in ihren originären Messgrößen zur Ermittlung und Darstellung der jeweiligen Wirkung verwendet. Sofern dies nicht möglich oder nicht sinnfällig erscheint, wird auf eine verbal-argumentative Bewertung der Wirkungen zurückgegriffen. Die folgende Tabelle 16 gibt eine Übersicht über die in der StBe verwendeten Ziele, Kriterien und die zur Kriterienbewertung in Betracht gezogenen Verfahren.

Oberziele	Unterziele	Teilkriterien	Bewertungsverfahren		
			NKA	NWA	verb.
Erhöhung der Nutzenstiftung für die Fahrgäste	Verminderung der ÖV-Reisezeiten	ÖV-Reisezeitdifferenz	x	x	
	Minimierung der Aufwendungen für Ortsveränderungen	Saldo der Pkw-Betriebskosten	x	x	
	Verbesserung der Pünktlichkeit	verbal erfasst			x
	Verbesserung der Erreichbarkeiten	Differenz der Indizes der ÖV-Erreichbarkeiten (Stadtzentren, Stadtteilzentren)		x	
	Verbesserung des Bedienungskomforts	verbal erfasst			x
Verring. der finanziellen Belastungen	Minimierung der Investitionsaufwendungen	Saldo des Kapitaldienstes für die ortsfeste Infrastruktur	x	x	
		Saldo der Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur	x	x	
	Minimierung der ÖV-Betriebskosten	Saldo der sonstigen ÖV-Kosten	x	x	
Verbesserung der Nutzenstiftung des ÖV für die Allgemeinheit	Erhöhung der Unfallsicherheit	Saldo der Unfallschäden	x	x	
	Verminderung der durch das Gesamtverkehrssystem verursachten Abgasbelastungen	Saldo der CO <sub>2</sub> Emissionen	x	x	
		Saldo der CO <sub>2</sub> Emissionen	x	x	
	Verminderung der durch das Gesamtverkehrssystem verursachten Geräuschbelastungen	Geräuschbelastung	x	x	
	Verminderung der vom Gesamtverkehrssystem benötigten Primärenergie	Saldo des Primärenergieverbrauchs		x	
	Begrenzung des Flächenbedarfs für das Gesamtverkehrssystem	Saldo des Flächenbedarfs (innerorts, außerorts)		x	
	Minimierung wasserwirtschaftlicher Beeinträchtigungen	verbal erfasst			x
	Minimierung von Beeinträchtigungen in Natur- und Landschaftsschutzgebieten	verbal erfasst			x
	Unterstützung raumordnerischer Ziele von Schwerpunkt und Achsenbildung	verbal erfasst			x
	Minimierung von Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes	verbal erfasst			x
	Minimierung von Beeinträchtigungen von Freizeit- und Naherholungsgebieten	verbal erfasst			x
	Verminderung von Trennwirkungen	verbal erfasst			x
	Verbesserung der regionalen Wirtschafts- und Sozialstruktur	verbal erfasst			x
	Minimierung von Beeinträchtigungen des Stadtbildes	verbal erfasst			x
Erläuterung:			x - zutreffend		

Tabelle 16: Verfahrensspezifisches Zielsystem, dessen Messgrößen und die Verfahrensart in der StBe (leicht modifiziert nach BMVBS (2006), S. 62).

Gemäß Tabelle 16 können für die Bewertung verschiedene Kriterien notwendig werden:

- **Nutzen-Kosten-Kriterien:** Hierunter werden Kriterien verstanden, deren Messgrößen entweder bereits monetarisiert oder zumindest monetarisierbar sind und in Geldeinheiten ausgedrückt werden.
- **Nutzwertanalytische Kriterien:** Dabei handelt es sich um Kriterien, die kardinal messbar sind und mittels eines Punktesystems bewertet werden.
- **Ergänzende Kriterien:** Dies sind Kriterien, die nur ordinal oder kardinal erfassbar sind und verbal-argumentativ bewertet werden. (vgl. bzgl. der Auflistung BMVBS (2006), S. 8)

Für die Bewertung eines Investitionsvorhabens ist in der Regel die NKA ausreichend. Im Fall einer Unsicherheit kann ergänzend die nutzwertanalytische Untersuchung, und als letzte Option, die verbale Diskussion ergänzender Kriterien seitens des Zuwendungsgebers verlangt werden. (vgl. BMVBS (2006), S. 8)

Im Anschluss an den Bewertungsvorgang erfolgt eine **Folgekostenrechnung**, durch welche die finanziellen Auswirkungen des Investitionsvorhabens ermittelt werden. Dabei kann sowohl die Cash-Flow-Methode, mit welcher der jährliche Finanzmittelbedarf ermittelt wird, als auch die Kapitalwertmethode, mit der ermittelt wird, ob eine Investition lohnenswert ist oder nicht, zum Einsatz kommen. Die Cash-Flow Methode dient damit der Untersuchung der Einnahmen-Ausgaben-Ströme, die Kapitalwertmethode der Gewinn- und Verlustrechnung. (vgl. BMVBS (2006), S. 85ff.)

Der Folgekostenrechnung schließt sich die **Sensitivitätsanalyse** an, durch die sichergestellt werden soll, dass die getroffene Entscheidung auch unter Variation der Eingangsparameter nach wie vor die Zielerreichung gewährleistet. Ziel ist es somit zu überprüfen, dass die gewählte Alternative robust gegenüber Änderungen der Rahmenbedingungen ist, um somit das Risiko einer Fehlinvestition zu minimieren. Die Ergebnisse werden schließlich zusammengefasst und in einem Erläuterungsbericht dargestellt. (vgl. BMVBS (2006), S. 5)

### 3.3.4. Bewertungsverfahren im internationalen Kontext

Im internationalen Kontext wird dem Thema der **Strategiebewertung** im dynamischen Verkehrsmanagement nach den Erkenntnissen einer eingehenden Literaturrecherche nur **wenig Aufmerksamkeit** gewidmet. Ein umfassender, methodischer Ansatz für die Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement ist im Rahmen dieser Recherche nicht identifiziert worden. Das bedeutet nicht, dass es im internationalen Kontext nicht auch Bewertungsverfahren gibt, die im Bereich des Straßenverkehrswesens zur Anwendung kommen. Es existiert eine Reihe von themenrelevanten Bewertungsverfahren, die sich jedoch meist auf Infrastrukturbaumaßnahmen beziehen. Eine detaillierte Beschreibung und Analyse dieser Verfahren würde im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu weit führen, weshalb an dieser Stelle auf die grundsätzlichen Charakteristika einiger internationaler Bewertungsverfahren eingegangen werden soll.

Eine grundlegende Auseinandersetzung mit dieser Thematik wurde im Rahmen der folgenden Arbeiten durchgeführt:

- ‚Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment‘ (HEATCO (2004), S. 3ff.),
- ‚Economic Evaluation Methods for Road Projects in Permanent International Association of Road Congresses Member Countries‘ (PIARC (2004), S. 9ff.) sowie
- ‚Bewertungsverfahren für verschiedene intermodale Straßenverkehrsmaßnahmen (BFVIS)‘ (Adams (2008), S. 63ff.)

Die folgenden Ausführungen bauen größtenteils auf den Ergebnissen der aufgeführten Publikationen auf. Eine umfassende Zusammenstellung verschiedener internationaler Bewertungsmethodiken bzw. -verfahren jüngerer Datums konnte nicht identifiziert werden. Die grundlegenden Erkenntnisse,

die im Rahmen dieser Arbeit von Relevanz sind, gehen aus den ausgewählten Publikationen allerdings eindeutig hervor, wie den folgenden Ausführungen zu entnehmen ist.

Abschließend soll in diesem Unterkapitel auf das vom Schweizer Bundesamt für Straßen entwickelte Programm ‚Nachhaltigkeitsindikatoren für Straßeninfrastrukturprojekte‘ (**NISTRA**) eingegangen werden, welches zur **Bewertung von Straßeninfrastrukturprojekten** herangezogen wird und in welchem versucht wird, **verschiedene Verfahren und Kriterien in eine Gesamtmethodik** zu integrieren. Das Programm liefert einen **plausiblen und umfassenden Ansatz**, wie man sinnvoll verschiedene Verfahren zur Bewertung unterschiedlicher Kriterien in eine Gesamtmethodik integrieren kann.

### **HEATCO**

Die von der Europäischen Kommission in Auftrag gegebene Forschungsstudie HEATCO verfolgt das übergeordnete Ziel, eine **abgestimmte Richtlinie für die Bewertung von Projekten und Transportkosten** auf EU Ebene zu entwickeln. Der Teil ‚Current Practice in Project Appraisal in Europe‘ ist das dritte von insgesamt sechs Arbeitspaketen der Gesamtstudie und befasst sich mit einer grundlegenden Bestandsaufnahme und einem Vergleich existierender Verfahren für die Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen und Transportkosten innerhalb der Staaten der Europäischen Union (Stand 2004) und der Schweiz.

Im Rahmen der Studie wurde festgestellt, dass der **Grad der Standardisierung** im europäischen Vergleich recht **unterschiedlich** ausgeprägt ist. Während in vielen Ländern, wie Deutschland mit der BVWP, standardisierte Verfahren existieren, gibt es in anderen Ländern, wie beispielsweise Portugal oder Italien, keine oder nur sehr schwach ausgeprägte standardisierte Verfahren. In vielen Nationen werden transnationale Verfahren angewendet, wie z. B. das von der Europäischen Kommission herausgegebene ‚Guide to Cost Benefit Analysis for Investment Projects‘<sup>9</sup>. Andere Nationen wiederum, wie u. a. auch Deutschland, haben eigene, auf die jeweiligen Rahmenbedingungen zugeschnittene Verfahren. Die Studie zeigt weiterhin, dass neben der Verwendung von offiziellen Richtlinien und Empfehlungen auch die Verwendung von IT-gestützten Bewertungsverfahren, wie Simulations- oder Tabellenkalkulationsprogramme, weit verbreitet ist. (vgl. HEATCO (2004), S. 11f.)

Die nachfolgende Abbildung 25 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die in den einzelnen Mitgliedstaaten im damaligen Erhebungszeitraum eingesetzten Bewertungsverfahren und -kriterien.

---

<sup>9</sup> Der ‚Guide to Cost Benefit Analysis for Investment Projects‘ gibt allgemeine Empfehlungen zur Nutzen-Kosten-Analyse im Rahmen von EU-Projekten und bezieht sich dabei nur teilweise auf den Verkehrsbereich, da dieser nur einer unter vielen darstellt. Aus diesem Grund wird auf eine vertiefende Darstellung dieses Leitfadens im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.



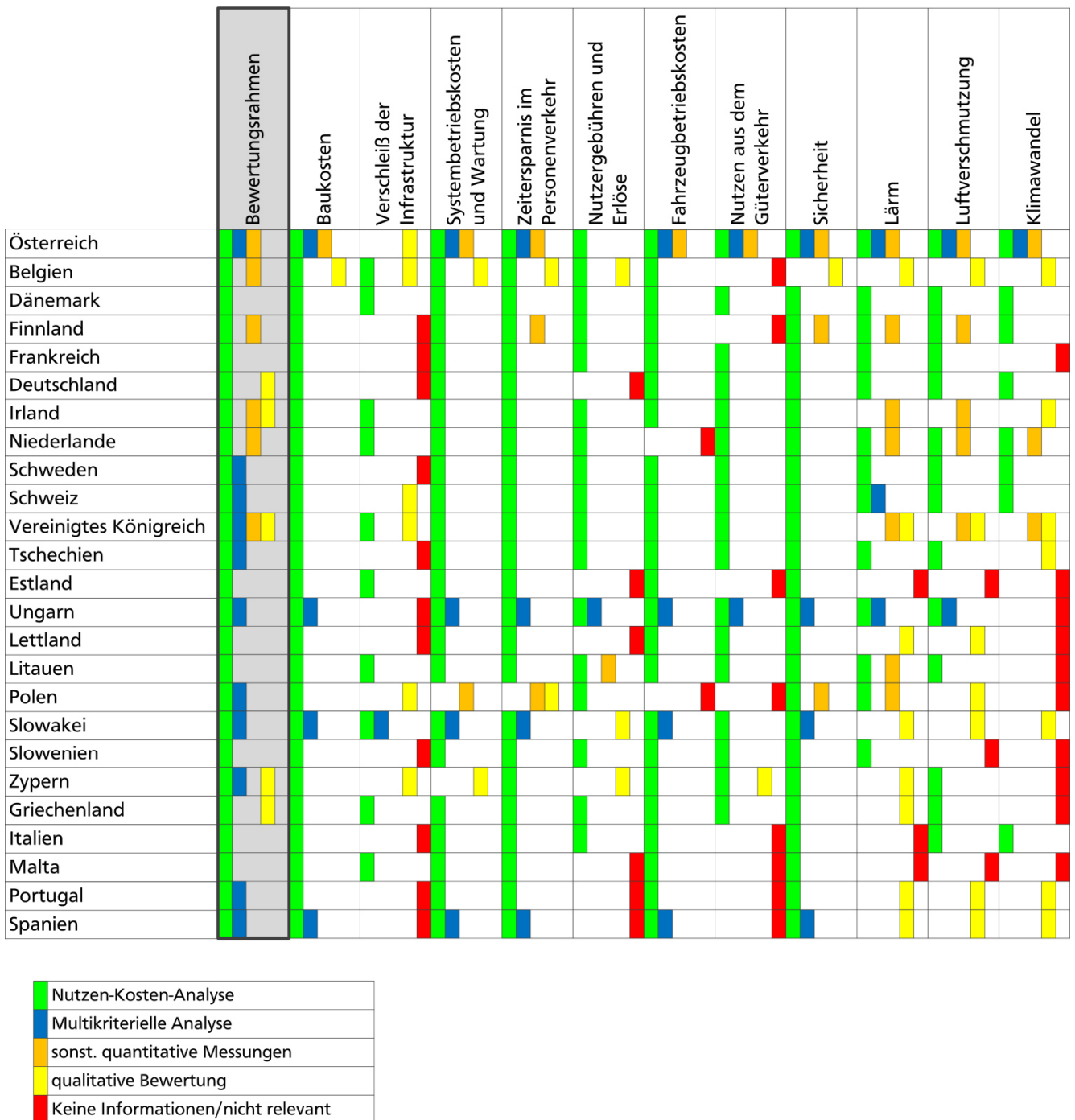


Abbildung 25: Übersicht internationaler Bewertungsverfahren und -kriterien (eigene Darstellung basierend auf HEATCO (2004), S. 74ff.).

Es lässt sich erkennen, dass die NKA für die europäischen Staaten das **zentrale Bewertungsverfahren** ist und oftmals auch als **Bewertungsrahmen** fungiert. Gleichwohl kann bei genauerer Betrachtung der Abbildung festgehalten werden, dass **nicht-monetarisierbare** Kriterien in vielen Ländern berücksichtigt werden, und daher die NKA durch **zusätzliche Verfahren** ergänzt wird, um auch diese Kriterien in den Bewertungsprozess integrieren zu können. Somit bestätigt diese Studie im Wesentlichen die bereits gewonnen Erkenntnisse, dass die NKA zwar ein zentrales Bewertungsverfahren ist, aber weitestgehend durch weitere Verfahren, wie der multikriteriellen Wirkungsanalyse oder qualitativen Bewertungsverfahren ergänzt wird, um nicht-monetarisierbare bzw. nicht-quantifizierbare Kriterien betrachten zu können. Bei den festgestellten Unterschieden sollte beachtet werden, dass die einzelnen Methodiken meist aus den örtlichen Gegebenheiten und

langjährigen Traditionen der jeweiligen Länder heraus entstanden sind und für die spezifischen Rahmenbedingungen zweckmäßig erscheinen. Insofern ist es schwierig, ein pauschales Urteil über die sinnvolle Verwendung der einzelnen Verfahren zu fällen. Vielmehr können Anregungen erfolgreicher und vielversprechender Konzepte auf eine Übertragbarkeit und generelle Anwendung hin untersucht werden.

### PIARC

In der Untersuchung der PIARC wurde eine Bestandsaufnahme der in den Mitgliederstaaten angewandten Verfahren zur **Bewertung von Straßenprojekten** durchgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass neben einigen europäischen Ländern, die bereits im vorigen Abschnitt erwähnt worden sind, nun auch nicht-europäische Länder untersucht worden sind. Weiterhin wurde analysiert, welche Wirkungen bei der Bewertung berücksichtigt worden sind, und inwieweit die Ergebnisse aus den Verfahren in den Entscheidungsprozessen berücksichtigt worden sind. Die folgende Tabelle 17 gibt eine Übersicht über die prinzipiellen Verfahren, die in den untersuchten Ländern zur Anwendung gekommen sind.

Land	NKA	NKA+MWA	MWA	Sonstige: URA, WKA, etc.
Australien		x		x
Kanada		x		x
Tschechien	x		x	
Dänemark	x			x
Frankreich	x			x
Deutschland	x			x
Ungarn		x		
Japan		x		
Mexiko	x			x
Niederlande	x		x	x
Neuseeland	x			
Norwegen	x			x
Portugal		x		
Südafrika	x			x
Schweden		x		x
Schweiz	x		x	
Vereinigtes Königreich	x		x	x
USA	x			x

#### Erläuterungen

x	zutreffend
NKA	Nutzen-Kosten-Analyse
MWA	Multikriterielle Wirkungsanalyse
URA	Umweltrisikooanalyse
WKA	Wirksamkeits-Kosten-Analyse

Tabelle 17: Kernelemente internationaler Bewertungsverfahren (übernommen und übersetzt aus PIARC (2004), S. 25).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die **NKA** auch in den meisten **außereuropäischen Ländern** ein **zentraler Bestandteil** der Bewertung von Straßenprojekten ist. In Australien wird sowohl die NKA als auch die WKA je nach Projekttyp und den zu verwendenden (quantitativen oder qualitativen) Kriterien angewandt. Dies trifft auch auf Kanada und einige andere Länder zu. Augenfällig ist auch in dieser Untersuchung, dass fast alle Länder neben der NKA weitere **begleitende Verfahren** in den Bewertungsprozess integrieren, um auch **nicht-monetarisierbare Kriterien** zu berücksichtigen. In den USA existiert im Gegensatz zu vielen anderen Staaten zwar kein einheitliches nationales Regelwerk, welches beispielsweise der Methodik der BVWP entsprechen würde, allerdings gibt es dafür in einzelnen Bundesstaaten spezifische Leitfäden. Dies führt zwangsläufig dazu, dass die Vorgehensweisen für die Bewertung von Straßenprojekten von Bundestaat zu Bundestaat unterschiedlich ausfallen können. Nicht-monetarisierbare Wirkungen werden oftmals durch eine MWA

entweder zeitgleich und obligatorisch nebst einer NKA durchgeführt, wie es beispielsweise in Schweden, Portugal, Australien oder Kanada der Fall ist, oder bei Bedarf optional, wie u. a. in Tschechien, den Niederlanden oder Südafrika. Neben der Möglichkeit, nicht-monetarisierbare Wirkungen durch die MWA einzubeziehen, existieren in vielen Ländern noch weitere Möglichkeiten, diese Wirkungen durch andere Verfahren in den Bewertungsprozess zu integrieren. In Australien werden z. B. zusätzliche **Expertenbefragungen** durchgeführt, in Dänemark, Schweden und teilweise in den USA erfolgt eine separate **Umweltanalyse**, ähnlich zu der, wie sie in der BVWP beschrieben ist. In Norwegen und dem Vereinigten Königreich werden ökologische bzw. sozio-ökonomische Wirkungen **qualitativ** beschrieben und auf einer Skala eingeordnet. In manchen Ländern, wie in den Niederlanden oder für einige Teilbereiche auch in Schweden, werden nicht-monetarisierbare Wirkungen lediglich beschrieben. (vgl. PIARC (2004), S. 43ff.)

Eine detaillierte Übersicht über die Vorgaben der Monetarisierung einzelner Wirkungen ist zusätzlich der Abbildung 51 in **Anlage 5** zu entnehmen.

### **BFVIS**

Während sich die beiden beschriebenen Studien eher rudimentär mit spezifischen Bewertungsverfahren der einzelnen Länder befassen, untersuchte Adam in seiner Forschungsarbeit eingehender die **konkreten Verfahren ausgewählter Länder**. Es wird dabei zunächst kurz jeweils das grundsätzliche Vorgehen zur Bewertung beschrieben sowie weiterhin einige Bewertungskomponenten näher untersucht und mit den in Deutschland vorhandenen verglichen. Eine Auflistung dieser Verfahren und der dazugehörigen Länder, die im Rahmen der Dissertation von Adams untersucht worden sind, ist der folgenden Tabelle 18 zu entnehmen.

Land	Name des Bewertungsverfahrens
Neuseeland	Project Evaluation Manual
	Economic Evaluation Manual
Australien	Guide to Project Evaluation
	Preconstruction Processes Manual
USA	User Benefit Analysis for Highways
	Benefit Cost Analysis for Transportation Projects in Minnesota
Großbritannien	Transport Analysis Guidance
Irland	Cost Benefit Parameters and Application Rules for Transport Project Appraisal
Kanada	Guide to Benefit Cost Analysis in Transport
Schweiz	Verfahren zur Ermittlung von Nachhaltigkeitsindikatoren für Straßeninfrastrukturprojekte
Finnland	Guidelines for the Assessment of Transport Infrastructure Projects in Finland
Dritte-Welt- bzw. Schwellenländer	Highway Development Management – 4

Tabelle 18: Übersicht ausgewählter internationaler Bewertungsverfahren (vgl. Adams (2008), S. 63ff.).

Innerhalb der untersuchten Bewertungsverfahren stellt Adams zusammenfassend fest, dass die **NKA das zentrale Element** der Bewertung darstellt. Insofern konnten die Ergebnisse der vorher aufgezeigten Untersuchungen auch durch diese Arbeit verifiziert werden. Neben der NKA werden auch andere Bewertungsverfahren angewandt, um nicht-monetarisierbare Wirkungen bzw. Kriterien abbilden zu können. Adams zeigt durch seine Analyse auf, dass in einigen Ländern Kriterien berücksichtigt werden, die im nationalen Kontext bislang nur wenig bis gar keine Aufmerksamkeit erlangt haben. Zu diesen Kriterien gehören u. a. verminderter Fahrerfrust/Stress sowie gesundheitliche Vorteile durch körperliche Betätigung (Großbritannien), Reisezeitersparnisse im nichtmotorisierten Individualverkehr sowie Wartekomfort (Finnland) oder Realisierungszeit, Fahrzeitverlängerung infolge der Bauausführung sowie bautechnisches Risiko (Schweiz). (vgl. Adams (2008), S. 99ff.) Inwieweit diese Kriterien auch für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement interessant sind, wird im nachfolgenden Kapitel eingehend untersucht.

### NISTRA

Die NISTRA erfolgt auf Basis eines Tabellenkalkulationsprogramms. Die Ermittlung der prognostizierten Verkehrsnachfrage, beispielsweise mittels einer **Simulation**, ist nicht in dem Verfahren enthalten, und ist **vom Anwender im Vorfeld** separat **durchzuführen**. Für die Bewertung monetarisierbarer bzw. quantifizierbarer Kriterien liefert das Programm grundlegende Kennziffern, die vom Anwender für weitere Berechnungen übernommen werden können. Eine Diskontierung ist ebenso Bestandteil des Programms wie die Durchführung einer Sensitivitätsanalyse. Es werden für die Bewertung eines Projektes über **40 Kriterien** aus den Bereichen Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft herangezogen, die **zum Teil monetarisiert** (in Geldeinheiten), **quantifiziert** (in Punkten) und zum Teil **qualitativ** (in Worten) beschrieben werden. Die **verschiedenen Teilergebnisse** werden am Ende des Bewertungsprozesses **nicht** in einer einzigen **Maßzahl verdichtet**. Dieser letzte Schritt der **Gesamtabwägung** wird bewusst den **politischen Entscheidungsträgern** überlassen, so dass durch die NISTRA die Grundlagen für einen Abwägungsprozess geschaffen werden.

Die **Methodik** setzt sich aus **drei Verfahren** zusammen. Dabei bildet die **NKA** für die monetarisierbaren Kriterien den Kern der Gesamtmethodik. Die ergänzenden, aber nicht monetarisierbaren Kriterien sind in entsprechend anderen Verfahren zu berücksichtigen. Für Kriterien, welche sich zumindest durch Nutzwertpunkte differenzieren und quantifizieren lassen, erfolgt eine Punktzuteilung mithilfe einer Nutzenfunktion. Die einzelnen Werte werden gemäß der Methode der **NWA** gewichtet und zu Gesellschafts-, Wirtschafts- und Umweltpunkten (GWUP) aggregiert. Schließlich erfolgt eine rein **qualitative Analyse** für die Kriterien, die sich weder monetarisieren oder sonst in irgendeiner Art sinnvoll quantifizieren lassen, die aber wichtige Informationen zur Beurteilung eines Projektes enthalten können. Die Gesamtabwägung geschieht auf Grundlage verdichteter, aber trotzdem transparenter monetarisierter, bepunkteter und qualitativer Kriterien. (vgl. Ecoplan (2010), S. 22ff.)

Die Anwendung der NISTRA führt nach den bisherigen Erfahrungen zu mehr **Transparenz**, zu einer **Vereinheitlichung** und, damit verbunden, zu einer besseren **Vergleichbarkeit** des Bewertungsprozesses und -resultats, zu einer Verstärkung der **systematischen Beurteilung** und folgerichtig auch zu einer **Vereinfachung**. Ökologische Restriktionen, wie Grenzwerte oder Schutzgebiete, werden nicht revidiert oder relativiert, da durch die Methodik andere vorgeschriebene und unabhängige Verfahren, wie z. B. die Umweltverträglichkeitsprüfung, nicht ersetzt werden. Die NISTRA setzt demnach dort an, wo rechtlich gesehen ein Abwägungsspielraum besteht. (vgl. Ecoplan (2010), S. 22ff.)

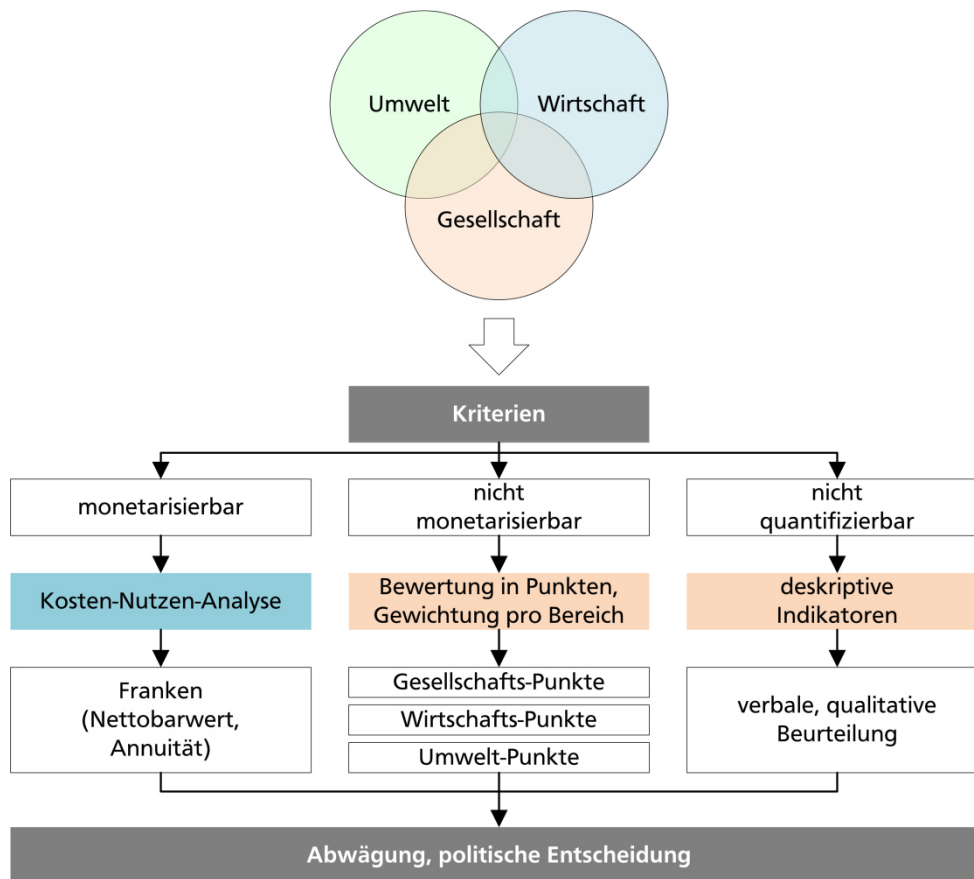


Abbildung 26: Grundprinzip von NISTRA (entnommen aus Ecoplan (2010), S. 24).

Eine **zahlenmäßige Aggregation** aller drei Bereiche in Form einer NWA wird **nicht vollzogen**. Den Entscheidungsträgern soll eine intensive Auseinandersetzung mit dem zu bewertenden Projekt nicht entzogen werden, was durch die Ermittlung einer einzigen aggregierten Bewertungskennziffer durchaus möglich erscheint. (vgl. Walter et al. (2006), S. 3ff.)

Eine umfängliche Übersicht der Ziele, Kriterien und Verfahrenszuordnungen der NISTRA ist der Abbildung 52 in **Anlage 6** zu entnehmen.

### 3.3.5. Kritische Auseinandersetzung

Die Vorstellung und Analyse der verschiedenen Bewertungsmethodiken und Verfahren zeigt, dass es nicht das Verfahren gibt, das zugleich alle bewertungsrelevanten Anforderungen abdeckt. Die NKA ist mit Abstand die Methode, die in der **Praxis am häufigsten und nahezu überall zum Einsatz** kommt. Dies liegt insbesondere daran, dass für die Öffentliche Hand der Aspekt der Wirtschaftlichkeit, und damit verbunden, dem **verantwortungsvollen Umgang mit öffentlichen Mitteln** eine sehr hohe Bedeutung zukommt. Dieser Ansatz ist durchaus nachvollziehbar und ist auch bei der Auswahl der Verfahren zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement zu berücksichtigen. In den praxisorientierten Handbüchern finden sich zahlreiche Zahlenwerte, Formeln und Berechnungsvorschläge, mittels denen eine NKA im jeweiligen Geltungsgebiet durchgeführt werden kann. Es bleibt **kritisch** zu hinterfragen, wie zuverlässig die angegebenen **Berechnungsvorgaben** sind, und ob sich solche Formeln und Zahlenwerte ohne weiteres auf verschiedene Regionen allgemeingültig übertragen lassen. Diese kritische Diskussion ist nicht neu und wird derzeit auch während der Erarbeitung des BVWP 2015 geführt. Allerdings muss auch konstatiert werden, dass es derzeit wohl kein alternatives Verfahren gibt, mit dem die Wirtschaftlichkeit auf nachvollziehbare Art berechnet werden kann. In diesem Sinn ist ein gewisses **Dilemma** festzustellen: Zum einen soll durch ein nationales Regelwerk ein einheitliches und transparentes Verfahren geschaffen werden, durch das Ergebnisse unterschiedlicher Projekte miteinander vergleichbar und somit der Entscheidungsprozess

erleichtert wird. Zum anderen bestehen die schon ausgeführten Zweifel, inwiefern Berechnungsvorgaben unter Berücksichtigung der mannigfaltigen Rahmenbedingungen der verschiedenen Bundesländer bzw. Einsatzsituationen sinnvoll sind.

Durch die Analyse hat sich aber auch gezeigt, dass die alleinige Ausrichtung auf monetäre Messgrößen nicht ausreicht, um alle verkehrsrelevanten Wirkungsfelder abzudecken, weshalb es sowohl im nationalen als auch internationalen Kontext **Verfahren** gibt, welche die **NKA ergänzen**. Insbesondere ökologische und sozio-ökonomische Kriterien lassen sich oftmals nicht sinnvoll monetarisieren und sind gleichzeitig von so großer Relevanz, dass sie durch ergänzende Methoden in der Gesamtbewertung berücksichtigt werden. Diese plausible und sinnvolle Vorgehensweise wird auch bei der Entwicklung der Methodik im Rahmen dieser Arbeit berücksichtigt.

### 3.4. Zwischenfazit

Der Fokus in diesem Kapitel lag auf der Vorstellung und Analyse möglicher Methoden, die für eine Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement grundsätzlich in Frage kommen. Dabei sind im Wesentlichen drei Schritte unternommen worden. Zuerst sind **Anforderungen** an die Methoden zur Bewertung von Verkehrsmanagementstrategien definiert worden. Diese können auch mit dem Begriff **Meta-Kriterien** umschrieben werden. Dies liegt daran, da sie zwar nicht direkt herangezogen werden können, um eine Strategie zu bewerten, aber dennoch wichtig sind, um aus Sicht der bewertenden Person den jeweiligen Prioritäten und Rahmenbedingungen einer Bewertung mit der Auswahl einer geeigneten Methode Rechnung zu tragen. Dazu sind verschiedene Anforderungen auf Basis bisheriger Forschungsergebnisse vorgestellt, und unter Berücksichtigung des vorliegenden Themas und den Erkenntnissen aus Experteninterviews diskutiert und ausgewählt worden. Die Vor- und Nachteile verschiedener Methoden bezüglich der Anforderungen wurden im Rahmen dieser Arbeit qualitativ untersucht (vgl. Abbildung 27). Auf eine quantitative und verallgemeinerte Gewichtung der Anforderungen wird an dieser Stelle und im weiteren Verlauf dieser Arbeit bewusst verzichtet, da diese, wie sich durch die Experteninterviews herausgestellt hat, durch die spezifischen Maßstäbe und Rahmenbedingungen des Anwenders sehr unterschiedlich ausfallen können. Weiterhin sind die wesentlichen Bestandteile von Bewertungsmethoden vorgestellt worden. Dabei wurde festgestellt, dass formalisierte Methoden per Definition eine Vielzahl verbindlicher Methodenelemente aufweisen, während dies bei den nichtformalisierten Methoden nur bedingt bzw. optional der Fall ist. Die Elemente der Zieldefinition, der Kriterienauswahl und der quantitativen bzw. qualitativen Wertzuweisung sollten jedoch feste Bestandteile aller Bewertungsmethoden sein.

In zweiten Schritt wurden mögliche **Bewertungsmethoden** eingeführt, wobei diese in die drei Gruppen der nichtformalisierten, teilformalisierten und formalisierten Methoden unterteilt worden sind. Eine klare und allgemein anerkannte Trennlinie zwischen diesen Kategorien konnte nicht identifiziert werden, so dass die Übergänge zwischen den einzelnen Gruppen mitunter fließend sind. Die Auswahl für die in diesem Kapitel dargestellten Methoden ist auf Grundlage bisheriger Forschungsergebnisse, Erkenntnissen aus Experteninterviews und der sinnvollen Anwendbarkeit auf das zugrundeliegende Thema erfolgt. Ähnlich uneinheitlich wie die Kategorisierung der Methoden in die drei Bewertungsgruppen, ist eine klare Abgrenzung zwischen Bewertungs-, Analyse-, Prognose- und weiteren Methodenkategorien. Entscheidend für eine Bewertungsmethode ist, dass dem Objektträger auch ein Wert zugewiesen wird. Dies kann auch im Rahmen analytischer Methoden, wie der SWOT-Analyse, geschehen, womit auch an dieser Stelle die Schwierigkeit einer klaren Abgrenzung deutlich wird. Aus diesem Grund sind neben den nominellen Bewertungsmethoden auch vereinzelt Analyse- und Prognosemethoden in die Auswahl möglicher Bewertungsmethoden mit aufgenommen worden, unter der Prämisse, dass im Rahmen der Durchführung dieser Methoden auch eine Wertzuweisung erfolgt.

Neben diesen **Methoden**, die für die Gesamtbewertung einer Strategie in Frage kommen, sind darüber hinaus auch noch solche dargestellt worden, die primär zur **Wirkungsermittlung** verwendet werden, wie beispielsweise die mikroskopische oder makroskopische Verkehrssimulation. Diese Methoden dienen zunächst nur der Feststellung einer verkehrsinduzierten Wirkung, welche zunächst wertfrei ist.

Die Wertzuteilung erfolgt im Anschluss, beispielsweise durch die Ermittlung der Zielerreichungsgrade, und ist somit nur ein - wenn auch wichtiger - Teil der Gesamtbewertung.

Abschließend wurden **Verfahren und Methodiken** zur Bewertung verkehrsbezogener Projekte im **nationalen und internationalen Kontext** untersucht. Dabei ist festgestellt worden, dass die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung einen sehr hohen Stellenwert einnimmt und, damit verbunden, die Anwendung der **NKA weit verbreitet** ist. Weiterhin ist aber auch konstatiert worden, dass die Fokussierung auf rein wirtschaftliche Aspekte und monetarisierbare Kriterien nicht ausreichend und zufriedenstellend ist. Daher existieren in vielen Fällen **begleitende Verfahren**, welche explizit **nicht-monetarisierbare Kriterien**, wie ökologische oder sozio-ökonomische, untersuchen. Die dargestellten Bewertungsverfahren aus dem In- und Ausland sind insbesondere für Projekte vorgesehen, die aufgrund der hohen Kosten und der damit zusammenhängenden Verwendung von Steuergeldern einen einheitlichen, vergleichbaren und transparenten Bewertungs- und Entscheidungsprozess verlangen. Dies gilt insbesondere für den Neu-, Um- oder Ausbau von Infrastrukturanlagen, weshalb viele der untersuchten Verfahren und Kriterien für solche Projekte ausgelegt sind. Für die Strategiebewertung muss dies nicht zwangsläufig der Fall sein, da mit der Planung, Implementierung und dem Betrieb einer Strategie nicht zwangsläufig ein Auf- oder Ausbau der Straßeninfrastruktur einhergeht. Somit können auch andere Aspekte bei der Strategiebewertung in den Vordergrund treten, was durch eine entsprechende Auswahl des Bewertungsverfahrens und der Schwerpunktsetzung innerhalb des Bewertungsprozesses berücksichtigt werden muss. Im Kontext der Strategiebewertung stellen sich zudem spezifischere Fragen der Wirtschaftlichkeit, z. B., ob sich eine Investition in die systemtechnische Infrastruktur lohnt, wenn davon auszugehen ist, dass diese nur sporadisch im Falle einer Strategieaktivierung zum Einsatz kommt. Diese Fragestellung wird bei der Erstellung der Methodik in Kapitel 5 erneut aufgegriffen.

Die folgende Abbildung 27 gibt eine Übersicht über die Methoden und die dazugehörige **qualitative Einschätzung** bezüglich der **Anforderung** an die einzelnen **Methoden**. Die Bewertungsmethoden sind auch im Rahmen der Experteninterviews besprochen worden. Die aus diesen Gesprächen gewonnenen Erkenntnisse sind ebenfalls in die qualitative Bewertung mit eingeflossen. Eine ausführlichere Darstellung der Herleitung der einzelnen Ergebnisse ist **Anlage 2** dieser Arbeit zu entnehmen.

Anforderungen	Nichtformalisierte Methoden						Teilformalisierte Methoden						Formalisierte Methoden				
	VA/I	AB	SWOT	Exp.	ÖD	AM	VNA	MWA	VAE	PV	EROV	FAR	NKA	WKA	NWA	AHP	
AFW	++	+	+	o	-	+	+	o	-	-	o	-	--	-	-	-	
DAB	++	++	++	++	++	++	++	o	o	-	+	o	--	-	o	--	
VUH	++	++	++	++	++	+	++	+	+	+	+	+	o	o	-	--	
OBJ	--	--	--	--	o	--	o	o	o	-	o	o	+	+	+	++	
NUT	--	-	o	o	++	-	o	+	+	-	-	+	o	o	o	--	
ZUV	-	-	-	o	-	--	-	o	o	-	-	o	o	o	+	+	
VGB	-	-	-	-	-	-	o	+	+	+	++	++	+	+	+	+	
GUA	-	-	-	o	-	--	o	o	+	-	-	o	+	+	+	+	
VAL	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-	-	++	++	

AFW - Aufwand	VA/I - Verbal-Argumentative/Intuitive Methode
DAB - Datenabhängigkeit	AB - Argumentenbilanzierung
VUH - Verständlichkeit und Handhabbarkeit	SWOT - Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken Analyse
OBJ - Objektivität	Exp. - Expertengespräche
NUT - Nachvollziehbarkeit und Transparenz	ÖD - Öffentliche Diskussion
ZUV - Zuverlässigkeit	AM - Anwaltsmethode
VGB - Vergleichbarkeit	VNA - Vorteil-Nachteil-Analyse
GUA - Genauigkeit und Aussagefähigkeit	MWA - Multikriterielle Wirkungsanalyse
VAL - Validität	VAE - Verträglichkeitsanalyse und Eliminationsverfahren
++ sehr gut	PV - Paarweiser Vergleich
+ gut	EROV - Einfaches Rangordnungsverfahren
o durchschnittlich	FAR - Formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren
- schlecht	NKA - Nutzen-Kosten-Analyse
-- sehr schlecht	WKA - Wirksamkeits-Kosten-Analyse
	NWA - Nutzwertanalyse
	AHP - Analytical Hierarchy Process

Abbildung 27: Übersicht und qualitative Einschätzung potentieller Bewertungsmethoden für die Strategiebewertung (eigene Darstellung).

Die Analyse hat ergeben, dass es eine sehr große Bandbreite an möglichen Methoden für die Strategiebewertung gibt, welche sich zudem, je nach Ausgestaltung, weiter differenzieren lassen. Insbesondere bei den teilformalisierten Methoden kann die Daten- und Werterhebung für die meisten Kriterien entweder auf qualitativer oder quantitativer (z. B. Berechnungen, Simulationen) Weise erfolgen. Eine eindeutige Festlegung ist im Allgemeinen nicht zu finden, weshalb trotz der Kategorisierung noch immer ein recht großer Ermessensspielraum besteht, was die inhaltliche Ausgestaltung der einzelnen Methoden zu konkreten Verfahren und dem damit verbundenen Aufwand angeht.

Nichtformalisierte Methoden haben den Vorteil, dass sie einfach und verständlich sowie ohne größeren Aufwand durchgeführt werden können. Dafür sind sie im Vergleich zu den formalisierten Methoden ungenauer, sehr durch subjektive Eindrücke geprägt und dahingehend mit Unsicherheiten behaftet. Durch formalisierte Methoden lässt sich die Genauigkeit und Zuverlässigkeit zwar steigern, dafür sind sie aber aufwändiger, schwerer handhabbar und erfordern eine ausreichende Datenbasis.

Im Zuge der qualitativen Bewertung der Methoden und auf Basis der Experteninterviews werden die **Öffentliche Diskussion**, die **Anwaltsmethode**, der **Paarweise Vergleich** und der **Analytical Hierarchy Process** im Rahmen dieser Arbeit und im Kontext der Strategiebewertung **nicht weiter betrachtet**. Die öffentliche Diskussion erscheint zu impraktikabel, aufwendig, ineffizient und folglich in der Summe ungeeignet. Die Anwaltsmethode ist durch die stark subjektive Ausrichtung und durch die hohe Abhängigkeit von der vortragenden Person gekennzeichnet und bietet im Vergleich zu den anderen nichtformalisierten Methoden keinen Mehrwert. Zudem ist die Methode auch unter den



befragten Experten weitestgehend unbekannt. Durch den paarweisen Vergleich werden zunächst nicht alle Alternativen miteinander verglichen, so dass die Genauigkeit und Nachvollziehbarkeit gering sind. Da einzelne Alternativen durch das K.O. System nicht weiter berücksichtigt werden, tritt ein Informationsverlust ein, der ebenfalls negativ zu bewerten ist. Die Methode würde sich anbieten, wenn eine sehr hohe Anzahl an Strategiealternativen vorhanden wäre, was im Regelfall nach Auskunft der Experten allerdings nicht der Fall ist. Der AHP hat seine Stärken in der Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Objektivität, da die aufwendigen Rechenoperationen ohne individuelle Eingriffe seitens der bewertenden Person erfolgen. Allerdings ist die Methode sehr intransparent, schwer handhabbar und recht aufwändig. Ohne den Einsatz von Software ist sie bei der Vielzahl an Kriterien kaum praktikabel. Die hohe Intransparenz und die dadurch schwere Nachvollziehbarkeit des Ergebnisses sowie der hohe Aufwand sind die wesentlichen Gründe, auch den AHP nicht weiter in Betracht zu ziehen.

Ein **kritischer Aspekt** bei Bewertungsvorgängen ist die **Subjektivität** der bewertenden Person bzw. Personen. In allen Stufen des Bewertungsprozesses, beginnend mit der Auswahl von Daten, der Festlegung der zu berücksichtigenden Werte im Sachmodell, der Erstellung und Gewichtung eines Zielsystems, der Definition von Zuordnungs- und Aggregationsregeln, der Auswahl der Bewertungsverfahren, der Gewichtung von Zielen und nicht zuletzt bei der Wertermittlung und -zuordnung, sind subjektive Einflüsse nicht zu verhindern. Neben der Subjektivität sind auch Transparenz und Nachvollziehbarkeit wichtige Aspekte, die für Entscheidungen, die das öffentliche Interesse betreffen, einen hohen Stellenwert einnehmen.

Welche **Methoden** letztlich **ausgewählt** werden, liegt immer im **Kontext der konkreten Strategie- und Bewertungssituation** und kann daher **nicht allgemeingültig** festgelegt werden. So gibt es je nach Anwendungskontext weniger oder mehr geeignete, plausible und implausible, aber nicht per se richtige oder falsche Methoden (vgl. Scholles et al. (2008), S. 530). Diese Fragestellung wird im späteren Verlauf dieser Forschungsarbeit, wenn es um die Eignung und Zuordnung spezifischer Verfahren zu bestimmten Strategie- bzw. Bewertungsszenarien geht, nochmals aufgegriffen und ausführlich in Kapitel 5 diskutiert. Neben der Auswahl des geeigneten Verfahrens spielen insbesondere die Bewertungskriterien eine gewichtige Rolle, die innerhalb eines Verfahrens berücksichtigt und bewertet werden sollen. Welche dies im Rahmen der Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement exakt sind, wird im folgenden Kapitel nun eingehend eruiert.

---

## 4. Kriterien zur Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement

---

Für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ist es notwendig, sich eingehender mit den Kriterien auseinanderzusetzen, die zu einer erfolgreichen Strategieentwicklung und Strategieumsetzung beitragen. Aus diesem Grund sollen in diesem Kapitel, anknüpfend an die vorausgegangenen Ausführungen, die wesentlichen Kriterien und, sofern möglich und sinnvoll, Messgrößen bzw. Kenngrößen identifiziert und erläutert werden. Ein **Kriterium** wird dabei als ein unterscheidendes Merkmal definiert, welches als Bedingung für einen Sachverhalt, ein Urteil oder eine Entscheidung dient (vgl. Duden (1996) S. 436). Ein Kriterium ist dann von Relevanz, wenn eine Entscheidung bei der Auswahl von Personen und Objekten getroffen werden muss, und sollte im Wesentlichen zwei Zwecke erfüllen. Zum einen muss durch das gewählte Kriterium das repräsentierte Ziel, oder zumindest Teile davon, abgedeckt werden. Dies hat zur Folge, dass für eine vollständige Erfassung des zu bewertenden Sachmodells mehrere Kriterien notwendig sein können. Zum anderen muss eine allgemeingültige Vorstellung, was mit einem Kriterium gemeint ist, bei den an der Bewertung und Entscheidung beteiligten Personen vorherrschen. (vgl. Grünig/Kühn (2013), S. 111)

Bezug nehmend auf die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel können **drei verschiedene Kategorien** von Kriterien identifiziert werden. Diese umfassen:

- die Zielerreichung und insbesondere die nicht-monetären verkehrsinduzierten Wirkungen in den Unterkategorien Verkehrsqualität und Mobilität, Verkehrssicherheit sowie Umwelt und Umfeld,
- die Finanzierbarkeit und die wirtschaftlichen Auswirkungen sowie
- die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung.

Weiterhin ist aus den bisherigen Ausführungen abzuleiten, dass für die einzelnen Kriterien weitere **Betrachtungsebenen** zu berücksichtigen sind, die für eine spätere Bewertung von Bedeutung sein können. Diese sind

- die aus der Betriebswirtschaft bekannten endogenen, ressourcenbasierten und exogenen marktbasieren Perspektiven einer Strategie, welche, analog auf den Verkehrsbereich bezogen, die Akteure (endogen) sowie Verkehrsteilnehmer und sonstige Betroffene (exogen) beinhalten;
- die Planungs-, Implementierungs- und Betriebsebene entsprechend den verschiedenen Stufen der gesamten Strategieprozesse;
- die Produkt- und Prozessebene gemäß der Differenzierung aus dem Qualitätsmanagement.

Im ersten Abschnitt dieses Kapitels soll zunächst ein genereller Überblick möglicher Bewertungskriterien auf Grundlage bekannter Bewertungsmethoden und Methodiken gegeben und eine Vorauswahl getroffen werden. Die identifizierten Kriterien werden um weitere ergänzt, die sich auf Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements beziehen und in den bisherigen Ausführungen noch nicht explizit berücksichtigt worden sind. Im weiteren Verlauf werden die Kriterien eingehender analysiert und ihre Bedeutung für die Strategiebewertung herausgestellt. Weiterhin werden mögliche Messgrößen benannt.

### 4.1. Grundlegende Identifizierung relevanter Kriterien

Um zunächst einen Überblick über mögliche verkehrsrelevante Bewertungskriterien zu erhalten, werden im Folgenden gängige Kriterien aus ausgewählten Veröffentlichungen zusammengetragen, und so weit wie möglich zusammengefasst und kategorisiert. Die Auswahl der in der Tabelle 19 dargestellten Kriterien basiert im Wesentlichen auf Forschungsergebnissen und Veröffentlichungen, welche zum Teil in dieser Arbeit erwähnt worden sind. Insbesondere bei der Analyse nationaler und internationaler Bewertungsverfahren sind bereits eine Vielzahl an Kriterien benannt worden, welche einen Bezug zum Straßenverkehrswesen aufweisen und sich zu gewissen Teilen auch auf das zugrunde liegende Thema der Arbeit übertragen lassen. Neben den Kriterien der bereits genannten Veröffentlichungen sind zusätzlich noch die Ergebnisse des Projekts **„Frankfurt Urban Integrating**

**Traffic Management‘ (FRUIT)** aufgeführt. Das Projekt ‚FRUIT‘ ist hauptsächlich eine Erfassungs- und Machbarkeitsstudie gewesen, in welcher für die Stadt Frankfurt am Main betriebliche Maßnahmen des Verkehrsmanagements gesammelt und analysiert wurden. Basierend auf dieser Analyse sind die Maßnahmen gebündelt und in ein Gesamtkonzept für das Verkehrsmanagement zusammengeführt worden. Zudem sind Hemmnisse zur Maßnahmenumsetzung sowie Empfehlungen zu deren Beseitigung erarbeitet worden. (vgl. Boltze (1996), S. 16) Im Rahmen dieser Arbeit wurden auch Kriterien identifiziert, die der Bewertung von Maßnahmen(-bündeln) dienen. Da diese Studie eine der ersten im nationalen Kontext gewesen ist, in der sich ausführlicher mit strategiebezogenen Bewertungskriterien für das Straßenverkehrsmanagement auseinandergesetzt wurde, sollen diese hier ebenfalls angeführt werden.

Die in der nachfolgenden Tabelle 19 aufgeführten Kriterien sind nach der Häufigkeit der Nennungen sortiert bzw. aufgelistet, um auch einen Eindruck über die Wertigkeit der einzelnen Kriterien zu erhalten. Zu der Kategorisierung ist anzumerken, dass bestimmte Kriterien auch anderen Kategorien hätten zugeordnet werden können. Bei der Analyse verschiedener nationaler und internationaler Bewertungsmethodiken ist bereits festgestellt worden, dass viele Kriterien monetarisiert werden, um die wirtschaftlichen Auswirkungen im Rahmen einer NKA ermessen zu können. Daher könnten Kriterien, wie beispielsweise Schadstoffausstoß, Lärmbelastung, Unfälle, aber auch Wartezeiten, Reisezeiten oder Verkehrsbelastungen in einen wirtschaftlichen Zusammenhang gebracht und entsprechend dieser Kategorie zugeordnet werden. Auf eine Mehrfachnennung bestimmter Kriterien wurde an dieser Stelle aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Bewertungskriterien	FRUIT (1993)	EWS (1997)	TASTE (1999)	PIARC (2004)	BMVBW (2005)	HEATCO (2005)	BMVBS (2006)	FGSV (2010)
<b>Zielbereich Qualität und Mobilität</b>								
Reisezeit/Reisezeitersparnisse im ÖV/MIV	x	x	x	x	x	x	x	x
Wartezeiten und Reisegeschwindigkeiten (Verkehrskomfort)	x	x	x	x			x	x
Erreichbarkeiten			x	x			x	x
Verkehrsbelastung bzw. Verkehrsaufkommen		x	x	x				
Verkehrsverlagerung und Verkehrsverteilung				x				x
Verkehrsarbeit und -leistung pro Jahr im MIV/ÖV/NMIV	x				x			
Störungen im Regelbetrieb (z.B. Stau, Fahrplanabweichung)				x				x
Anbindung von See- und Flughafen					x			
Störungen während der Implementierung				x				
Verkehrszusammensetzung			x					
Bedienungskomfort und Pünktlichkeit im ÖV							x	
<b>Zielbereich Ökonomie</b>								
Investitionskosten (z. B. Baukosten oder Erneuerungskosten)		x			x	x	x	x
Standortattraktivität (für Güterverkehr u. intern. Beziehungen)				x	x	x	x	x
Fahrzeugbetriebs- und/oder Fahrzeugvorhaltekosten				x	x	x		x
Instandhaltungskosten		x			x			x
Systembetriebskosten und Wartungskosten im MIV/ÖV		x				x	x	
Beschäftigungseffekte				x	x			x
Entschädigungszahlungen und Ausgleichskosten		x		x	x			
Aufwendungen für Ortsveränderungen	x						x	
Nutzergebühren und Erlöse (z. B. Maut, ÖPNV)				x		x		
Verschleiß der Infrastruktur						x		
Planungskosten								x
Transportkosten					x			
Auslastung des MIV/ÖV	x							
Einsatzkosten für Polizei und Rettungskräfte				x				
Realisierungsdauer bzw. -kosten				x				
Finanzierungskosten				x				
Gesundheitskosten (z. B. durch Stress)				x				
<b>Zielbereich Sicherheit</b>								
Unfälle (Anzahl, Sach- und Personenschäden)	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Zielbereich Umwelt und Umfeld</b>								
Luftverschmutzung bzw. Abgasbelastung		x	x	x	x	x	x	x
Lärm- und Geräuschbelastung		x	x	x	x	x	x	x
Flächenverbrauch und -nutzung (Flächeninanspruchnahme)	x	x		x			x	x
Trennwirkungen		x		x	x		x	x
Klimawandel bzw. Klimaschäden		x			x	x		x
Energieverbrauch			x	x			x	x
Wohn- und Standortqualität	x			x				x
Landschafts- und Stadtbildqualität	x			x			x	
Beeinträchtigung von Natur und Landschaft (Schutzgebiete)				x			x	x
Wasserwirtschaftliche Beeinträchtigung (u. a. Versiegelung)				x			x	
Effekte durch Schwerpunkt und Achsenbildung				x			x	
Beeinträchtigungen von Freizeit- /Naherholungsgebieten							x	
Erschütterung				x				
Schutz von Kulturgütern				x				
Verteilungswirkung (Wohnverhalten)								x

Tabelle 19: Zusammenstellung verkehrsrelevanter Bewertungskriterien  
(vgl. FRUIT (1993), S. 25, FGSV (1997a), S. 8ff., TASTE (1999), S. 15, BMVBW (2005), S. 164ff.,  
PIARC (2004), S. 31ff., HEATCO (2005), S. 34ff., BMVBS (2006), S. 63ff. und FGSV (2010a), S. 13f.).

Die Zusammenstellung der Kriterien aus acht verschiedenen Veröffentlichungen der Tabelle 19 verdeutlicht, dass es trotz der unterschiedlichen Bewertungsverfahren und -methodiken im nationalen und internationalen Kontext zahlreiche Überschneidungen gibt. Viele dieser Kriterien haben auch für die Strategiebewertung im dynamischen Straßenverkehrsmanagement eine hohe Bedeutung. Allerdings sind einige von ihnen unter Berücksichtigung des vorliegenden Themas auch kritisch zu hinterfragen. Daher werden im folgenden Abschnitt die Kriterien und deren Relevanz für Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements kurz analysiert.

Für die Überprüfung des Zielbereichs der **Qualität bzw. Mobilität** sind insbesondere Reisezeiten, Reisegeschwindigkeiten und Wartezeiten, Erreichbarkeiten, Verkehrsverlagerungen bzw. -verteilungen sowie die Verkehrsbelastung bzw. das Verkehrsaufkommen wichtige Kriterien. Weniger aussagekräftig hingegen scheinen die Kriterien der Verkehrsleistung pro Jahr für verschiedene Verkehrsträger zu sein, da sie kaum eine kausale Aussage über die Effektivität einer Strategie erlauben. Die Anbindung von See- und Lufthäfen ist im Kontext des vorliegenden Themas ebenfalls zu vernachlässigen, da dieses Kriterium höchstens für Sonderfälle in Betracht gezogen werden könnte. Der Bedienungscomfort und die Pünktlichkeit des ÖV sind, für sich genommen, wichtige Kriterien zur Beurteilung der Qualität im ÖV. Inwieweit dies für die Strategiebewertung tragend ist, ist kritisch, und vor allem fallweise zu erörtern. Sofern der ÖV in eine Strategie eingebunden ist, ist auch dessen Qualität zu berücksichtigen. Allerdings richten sich die Strategien im Kontext dieser Arbeit auf das Straßenverkehrsmanagement und, wie es in **Kapitel 1.2** bereits abgegrenzt worden ist, auf den Bereich des motorisierten Individualverkehrs, weshalb Kriterien zur Bewertung der Qualität des ÖV zwar der Vollständigkeit halber mit aufgenommen, diese aber im Folgenden nicht eingehender analysiert werden. Schließlich sind noch Störungen aufgelistet, die sich nach obiger Tabelle auf den Regelbetrieb als auch auf die Implementierungsphase beziehen. Da Strategien per se für Störfälle des Regelbetriebs konzipiert werden, also fest mit deren Auftreten gerechnet wird, ist dies als Bewertungskriterium nicht in den Kriterienkanon mit aufzunehmen. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Strategieimplementierungsphase, und vor allem die Strategiebetriebsphase, zuverlässig und robust ablaufen und es zu keinen weiteren Störungen (z. B. Systemausfällen) während dieser Phasen kommt. Dieser Aspekt wird im weiteren Verlauf dieses Abschnittes nochmals thematisiert, wenn die Kriterien der Umsetzbarkeit definiert werden.

Was den Bereich der **Verkehrssicherheit** angeht, so besteht nach Durchsicht der verschiedenen Publikationen weitestgehend Einigkeit, dass die Anzahl an Unfällen und die damit verbundene Anzahl und Schwere der Personen- und Sachschäden als wesentliche Kriterien zur Beurteilung der Verkehrssicherheit dienen.

Im Bereich **Umwelt- und Umfeld** bezieht sich eine Vielzahl der aufgelisteten Kriterien auf den Neubau von Straßen und Straßenverkehrsanlagen, welche bei der Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements zwar prinzipiell denkbar, aber im Kontext dieser Arbeit weitestgehend vernachlässigt werden können. Zu diesen Kriterien zählen der Schutz von Kulturgütern, langfristige Verteilungswirkungen (Änderungen der Siedlungsstruktur), dauerhafte wasserwirtschaftliche Beeinträchtigungen, permanente Auswirkungen auf die Landschafts- und Stadtbildqualität oder bleibende Beeinträchtigungen von Freizeit- und Naherholungsgebieten sowie Natur- und Landschaftsschutzgebieten. Effekte durch Schwerpunkt- und Achsenbildung können den Bedarf einer Strategie begründen, entstehen aber nicht primär und beständig durch den Einsatz von Strategien, weshalb dieses Kriterium ebenfalls nicht weiter berücksichtigt wird. Das Kriterium der Trennwirkung ist ebenfalls kritisch zu hinterfragen, da die Trennwirkung in erster Linie mit dem Bau neuer oder der Erweiterung bestehender Straßenanlagen einhergeht. Im Rahmen dynamischer Strategien im Straßenverkehrsmanagement steht diese Art von Maßnahmen nicht im Fokus und somit auch nicht die damit verbundene Trennwirkung. Eine erhöhte Trennwirkung könnte zwar infolge von erhöhtem, strategiebedingtem Verkehrsaufkommen auftreten, soll aber an dieser Stelle vernachlässigt werden. Die Wohn- und Standortqualität sowie der Flächenverbrauch bzw. die Flächennutzung hängen von der Ausgestaltung der Strategie ab. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es zum regelmäßigen Einsatz von Strategien kommt, und somit die Wohnqualität, beispielsweise durch vermehrt auftretenden Schwerverkehr, beeinträchtigt wird, oder es zur temporären Beanspruchung von Flächen

kommt, die im Regelbetrieb eigentlich einen anderen Zweck erfüllen (z. B. durch eine temporäre Seitenstreifenfreigabe). Die Kriterien, die im Bereich Umwelt und Umfeld am häufigsten genannt werden, beziehen sich auf die Luftverschmutzung und die Lärmbelastung. Diese spielen auch bei der Entwicklung und Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements eine große Rolle und sind daher zu betrachten. Die Auswirkungen auf das Klima sind von ebenso großer Bedeutung, werden im Folgenden aber zusammen mit der Luftverschmutzung und der Abgasbelastung unter dem Begriff ‚Schadstoffemission‘ zusammengefasst. Der strategiebedingte Energieverbrauch, insbesondere auf Seiten der Verkehrsteilnehmer aufgrund von Umleitungen oder störfallbedingten Wartezeiten, ist bei der Entwicklung und Bewertung von Strategien ebenso wie verkehrsbedingten Erschütterungen in Betracht zu ziehen.

Zur Erreichung **ökonomischer Ziele** spielen die **Kosten** und der mit einer Strategie erhoffte **Nutzen** die maßgebliche Rolle. Insofern sind die in der Tabelle 19 genannten Kriterien zur Ermittlung der Kosten und des Nutzens, die während der Planungs-, Implementierungs- und der Strategiebetriebsphase anfallen, für die Strategiebewertung von Relevanz. Auch die Kosten für den strategiebedingten Einsatz von Polizei und Rettungskräften sowie Gesundheitskosten stellen, trotz der geringen Zahl an Nennungen unter den verschiedenen Veröffentlichungen, ein wichtiges Kriterium dar. Da der Schwerpunkt dieser Arbeit im Gegensatz zu anderen Veröffentlichungen nicht im Aus-, Neu- oder Umbau von Straßen bzw. Straßenverkehrsanlagen liegt, müssen die aufgelisteten Kriterien von ihrer Bedeutung her fallspezifisch ausgewählt bzw. gewichtet werden. Neben den verschiedenen Kostenarten, die für Verkehrsteilnehmer und Akteure anfallen, sind vermehrt auch indirekte Kosten- und Nutzenkriterien vorzufinden, welche sich auf einer gesamtwirtschaftlichen Ebene befinden. Zu diesen **sonstigen volkswirtschaftlichen Effekten** zählen u. a. Kriterien wie die Standortattraktivität oder Beschäftigungseffekte.

Wenn man sich die Ausführungen zur Strategiedefinition und zu den Strategieeigenschaften aus Kapitel 2.2 vergegenwärtigt, stellt man fest, dass sich die bisher dargelegten Kriterien weitestgehend auf den quantifizierbaren Bereich beziehen. Ein wesentliches Merkmal einer Strategie ist es, dass neben konkreten Maßnahmen auch intangible Faktoren zu einer erfolgreichen **Umsetzung** gehören, deren Wirkungen sich zwar nicht ohne Weiteres quantifizieren lassen, aber dennoch berücksichtigt werden müssen.

Bei der Beschreibung der Strategieeigenschaften wurde erkannt, dass eine Strategie aufgrund diverser Unsicherheiten (Zeit, Dauer, Ort) flexibel bezüglich des Einsatzes sein kann und, damit verbunden, möglichst schnell aktivierbar sein sollte. Dieser Sachverhalt drückt sich v. a. in einer möglichst kurzen Erfassungs-, Übertragungs-, Entscheidungs-, Kommunikations-, Umsetzungs- und Übergangsdauer aus, was durch den Begriff **Aktivierungsdauer** umfasst werden soll. Die Aktivierungsdauer gibt somit an, wie lange es von dem Auftreten eines Störfalls bis hin zum Beginn der stabilen Phase im Störfall dauert.

Weiterhin wurde konstatiert, dass die Definition von mittel- bis langfristigen Zielen ein elementarer Bestandteil einer Strategie ist. In diesem Zusammenhang ist auch das Risiko zu betrachten, welches sich aus potentiellen **Zielkonflikten** zwischen den einzelnen Interessengruppen ergibt. Daher sind die Strategien auch auf etwaige Zielkonflikte hin zu untersuchen, die letztlich auch einen erheblichen Einfluss auf die Effektivität einer Strategie nehmen.

Die erfolgreiche Umsetzung einer Strategie hängt ferner sowohl von endogenen als auch von exogenen Faktoren ab. Zu den exogenen Faktoren gehört in erster Linie das Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Eine Strategie ist dann wirkungsvoll, wenn sie von den Verkehrsteilnehmern gemäß den Vorgaben und Anweisungen befolgt wird und sich somit die geplanten Wirkungen einstellen. Aus diesem Grund kann die **Akzeptanz bzw. Verständlichkeit** einer Strategie auf Seiten der Verkehrsteilnehmer als weiteres Kriterium definiert werden.

Für eine effektive Strategie ist es zudem auf der endogenen Ebene erforderlich, dass eine gut funktionierende Struktur der **Kommunikation bzw. Vernetzung** vorherrscht, was zum einen von einer entsprechenden Vernetzungsform, und zum anderen von eindeutigen und praktikablen Kommunikationsregeln abhängt.

Letztlich ist es auch ein Charakteristikum einer Strategie, dass diese antizipativ und demnach so gestaltet ist, dass sie trotz gewisser, zu erwartender Entwicklungen und Änderungen ihre Wirkung beibehält. Somit sollte eine Strategie robust gegenüber zukünftigen Änderungen sein, gerade vor dem Hintergrund der mittel- bis langfristigen Zielvorgaben. Daher wird bei einer Strategie eine **Funktionalität bzw. Zuverlässigkeit** vorausgesetzt. Einfluss darauf kann u. a. die für eine Strategie charakteristische Komplexität nehmen. Eine hohe Strategiekomplexität kann die Funktionalität bzw. Zuverlässigkeit aufgrund des Zusammenspiels verschiedener Systeme, deren Störanfälligkeit oder den möglichen komplexen Abstimmungs- und Kommunikationsprozessen zwischen den handelnden Personen gefährden.

Die aufgeführten Kriterien lassen sich in drei verschiedene Kategorien einteilen. Zum einen findet sich eine Vielzahl an Kriterien, welche die verkehrlichen Wirkungen in den Bereichen Mobilität und Qualität, Sicherheit sowie Umwelt und Umfeld beschreibt. Zum anderen gibt es zahlreiche Kriterien, welche die direkten und indirekten monetären verkehrsinduzierten Wirkungen zum Ausdruck bringen. An dieser Stelle ist eine Differenzierung in **verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen** und **wirtschaftliche Wirkungen** vorgenommen worden, da sich aus den bisherigen Untersuchungen gezeigt hat, dass der Betrachtung wirtschaftlicher Aspekte eine sehr hohe Bedeutung beigemessen wird, und dies auch im Rahmen dieser Forschungsarbeit durch eine eigenständige Kategorisierung entsprechend beachtet werden soll. Die Kategorie der wirtschaftlichen Wirkungen wird weiterhin unterteilt in die Unterkategorien der Kosten, des Nutzens und sonstiger volkswirtschaftlicher Effekte. Schließlich sind noch die Kriterien zu kategorisieren, welche zwar schwer oder gar nicht quantifizierbar, aber dennoch wichtig für die Umsetzung und die gesamte Zielerreichung einer Strategie sind. In diese Kategorie, welche maßgeblich die **Umsetzbarkeit** beeinflusst, fallen die Unterkategorien der Aktivierungsdauer, der Zielkonflikte, der Akzeptanz bzw. Verständlichkeit, der Kommunikation bzw. Vernetzung sowie der Funktionalität bzw. Zuverlässigkeit.

Aus den erläuterten Überlegungen lässt sich die in der folgenden Abbildung 28 dargestellte Kategorisierung zusammenfassend darstellen.

verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen	wirtschaftliche Wirkungen	Umsetzbarkeit
Umwelt/Umfeld	Kosten	Aktivierungsdauer
Sicherheit	Nutzen	Zielkonflikte
Mobilität/Qualität	sonst. volkswirt. Effekte	Akzeptanz/ Verständlichkeit
		Kommunikation/ Vernetzung
		Funktionalität/ Zuverlässigkeit

Abbildung 28: Kriterienkategorien zur Bewertung von Strategien im dynamischen Straßenverkehrsmanagement (eigene Darstellung).

## 4.2. Verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen

Im Folgenden werden die verschiedenen Kriterien der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen genauer beschrieben und Mess- und Kenngrößen, soweit sinnvoll, benannt. Weiterhin werden für einige Kriterien Empfehlungen gegeben, ob eine quantitative Wirkungsermittlung bzw. Bewertung erfolgen sollte oder eine qualitative Betrachtung ausreichend erscheint.

### 4.2.1. Umwelt und Umfeld

Im Bereich Umwelt und Umfeld kommen für die Bewertung Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements gemäß den vorigen Ausführungen, insbesondere Kriterien aus den Wirkungsbereichen Schadstoff- und Lärmemissionen, Erschütterungen, Energieverbrauch, Flächenverbrauch und –nutzung sowie Wohn- und Standortqualität in Betracht. Die Kriterien beziehen sich in erster Linie auf die Produkte einer Strategie und deren Auswirkungen auf die Verkehrsteilnehmer und sonstiger Betroffener während der Strategiebetriebsphase.

#### 4.2.1.1. Schadstoffemissionen

Unter verkehrsinduzierten Schadstoffemissionen zählen im Bereich der Luft u. a. der Ausstoß von **Kohlenmonoxid** (CO) und **Kohlendioxid** (CO<sub>2</sub>), **Stickoxide** (NO<sub>x</sub>), **Schwefeloxide** (SO<sub>x</sub>) sowie **Feinstaub** (PM<sub>x</sub>). Die **Massenkonzentration** für Partikel und Stickoxide wird in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angegeben. (Kohoutek (2010), S. 5ff.) Der Verkehr verursachte im Jahr 2010 CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 192 Millionen Tonnen, wovon 162 Millionen Tonnen auf den Straßenverkehr entfielen (vgl. Groh et al. (2013), S. 6). Der Verkehr trägt damit knapp ein Fünftel zu den gesamten Emissionen bei (vgl. Groh et al. (2013), S. 6 und UBA (2012), S. 44). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen konnten im Straßenverkehr von 2000 bis 2010 um knapp 26 Millionen Tonnen oder ca. 15 Prozent reduziert werden (vgl. UBA (2012), S. 44). Auch wenn diese Entwicklung in die richtige Richtung weist, ist das Ziel einer stetig weiteren Reduzierung der Emissionen, gerade in Anbetracht der noch zu erwartenden technischen Innovationen, bei weitem noch nicht erreicht. Prognosen gehen davon aus, dass unter Annahme klimafreundlicher Entwicklungen, wie eine Reduzierung der Pkw-Fahrleistung, dem Einsatz effizienterer und umweltfreundlicherer Fahrzeuge sowie einer verstärkten Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, die Emissionen noch erheblich verringert werden können (vgl. Cyganski et al. (2013), S. 86f.). Neben den negativen Auswirkungen auf die Gesundheit des Einzelnen, sind CO und CO<sub>2</sub> schädlich für das Klima und beschleunigen als Bestandteil der sog. **Treibhausgase** den **Klimawandel** durch die globale Erderwärmung (vgl. BMUB (2014), S. 8f.).

Feinstaub kann in Abhängigkeit des aerodynamischen Durchmessers ebenfalls erhebliche negative Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen haben. Feine Partikel (PM<sub>2,5</sub>) und ultrafeine Partikel (PM<sub>0,1</sub>) mit einem aerodynamischen Durchmesser unter 2,5  $\mu\text{m}$  bzw. unter 0,1  $\mu\text{m}$  können nicht in den Atemwegen zurückgehalten werden und gelangen dadurch in den Blutkreislauf. Auch andere gesundheitsschädliche Stoffe, die den Partikeln anhaften, wie beispielsweise Schwermetalle, können auf diese Weise in den Blutkreislauf gelangen (vgl. UBA (2009a), S. 9). Verkehrsbedingter Feinstaub entsteht u. a. aus Brems-, Reifen- und Straßenabrieb sowie durch Wiederaufwirbelungen (vgl. UBA (2013), S. 11f.). Ebenso wie bei der CO<sub>2</sub>-Emission ist auch bei der Feinstaubbelastung in den vergangenen Jahren ein kontinuierlicher Rückgang festzustellen. So ist in Deutschland die Feinstaubemission im Pkw-Verkehr im Zeitraum 2000 bis 2010 um 50 Prozent, im Lkw-Verkehr gar um über 70 Prozent zurückgegangen. (vgl. UBA (2012), S. 38) Trotz dieser positiven Entwicklungen ist und bleibt das Thema der Feinstaubemission aufgrund der hohen gesundheitlichen Risiken von großer Bedeutung. Es kann sogar vermutet werden, dass jährlich mehr Todesfälle durch Feinstaub, als durch Verkehrsunfälle hervorgerufen werden (vgl. Boltze (2013c), S. 215).

Die Belastung der Bevölkerung und der Umwelt durch Luftschadstoffe wurde auch im rechtlichen Bereich thematisiert. Ausschlaggebend dafür ist die EG-Tochterrichtlinie AEG (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft/Union) 1999/30/EG zur Rahmenrichtlinie Luftqualität (AEG 1996/62/EG), welche über das siebte Gesetz zur Änderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes in deutsches nationales Recht umgewandelt worden ist. Dies hat zur Anpassung der ‚Technischen Reinhaltung der Luft‘ sowie zur Neufassung der **22. Bundesimmissionsschutzverordnung** (BImSchV,



22.) geführt. Im Jahr 2008 wurde eine Überarbeitung der o. g. **Luftqualitätsrichtlinie** verabschiedet und im Jahre 2010 als 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. (Kohoutek (2010), S. 10)

Schadstoffemissionen sind somit aus zweierlei Gründen wichtig für die Entwicklung und Bewertung von dynamischen Strategien im Verkehrsmanagement. Zum einen muss darauf geachtet werden, dass durch Strategien und den damit einhergehenden verkehrlichen Änderungen die Schadstoffbelastung für Verkehrsteilnehmer und sonstige Betroffene vertretbar ist. Zum anderen können gerade die gesetzlichen Vorgaben Anlass dafür sein, dass dynamische Strategien entwickelt und dann aktiviert werden, sobald spezifische Grenzwerte überschritten werden. Aus den Expertengesprächen ist hervorgegangen, dass sich einige Städte inzwischen intensiv mit dieser Thematik im Rahmen des dynamischen Verkehrsmanagements auseinandersetzen. Das Potential solcher Strategien wird deutlich, wenn man bedenkt, dass innerhalb des Personenverkehrs der motorisierte Individualverkehr mit rund 75 Prozent den mit Abstand größten Stellenwert einnimmt (vgl. UBA (2012), S. 28).

#### 4.2.1.2. Lärmemissionen

Lärm wird durch einen logarithmierten, zur Hörschwelle relativierten **Schalldruckpegel** ausgedrückt. Der Schalldruckpegel ist allerdings nicht zur Beurteilung der wahrgenommenen Lautstärke geeignet, da dieser stark frequenzabhängig ist. Die Gewichtung der Messgrößen erfolgt deshalb durch einen bewertenden Filter, den sog. A-Filter, der den Frequenzgang des menschlichen Gehörs berücksichtigt. Der Lärm wird aus diesem Grund mit dem A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel in **Dezibel**, db(A) angegeben. (vgl. BImSchV, 34., § 2)

Lärm kann wie die beschriebenen Luftschadstoffe ebenfalls einen schädlichen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen und anderer Lebewesen ausüben. So können **Schädigungen des Gehörs** und **lärmbedingte Ausschüttungen von Stresshormonen** erfolgen, welche wiederum zu Symptomen wie Unwohlsein, Reizbarkeit, Schlafstörungen bis hin zu Herz-Kreislauf Erkrankungen führen können. (vgl. Boltze (2013b), S. 98ff.) Ähnlich wie bei den Luftschadstoffen ist im Jahre 2002 von der Europäischen Union eine Richtlinie (AEG 2002/49/EG) erlassen worden, in der die **Erstellung von strategischen Lärmkarten**, die Aufstellung von **Lärmaktionsplänen** mit Maßnahmen zur **Lärmbekämpfung** sowie die Information und Beteiligung der Öffentlichkeit gefordert wird. Durch das Bundesimmissionsschutzgesetz sowie durch die 16., 24. und 34. Bundesimmissionsschutzverordnung ist die Richtlinie in nationales Recht umgesetzt, und es sind Vorgaben zur Lärmsanierung, der Lärmvorsorge und Schallschutzmaßnahmen und der Lärmkartierung erteilt worden. (vgl. u. a. BImSchV, 34., § 2, § 4, § 6 und § 7)

Die 16. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes schreibt vor, dass die Verkehrsgeräuschemission auf Basis der Verkehrsdaten rechnerisch zu ermitteln ist. Der Emissionsmittelungspegel wird dabei u. a. von der Verkehrsstärke, den Anteilen unterschiedlich lauter Fahrzeuge sowie der zulässigen Höchstgeschwindigkeit beeinflusst. Weiterhin sind auch die vom verkehrsinduzierten Lärm betroffenen Anwohner während der Planung zu beachten. (vgl. BImSchV, 16., § 3 i. V. m. Anlage 2) Bei der Entwicklung und Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien ist deshalb darauf zu achten, dass mindestens die gesetzlichen Vorgaben erfüllt, und die Anwohner und sonstige davon Betroffene durch etwaige Maßnahmen nicht zu sehr belastet werden.

#### Weiterführende Anmerkungen zur Schadstoff- und Lärmbelastung

Sowohl für die Lärm- als auch die Schadstoffimmission ist festzuhalten, dass die **Ursachen nicht einzig aus dem Verkehrsbereich**, sondern auf verschiedene Quellen, wie beispielsweise der Industrie, der Landwirtschaft oder den Privathaushalten, zurückzuführen sind. Der NO<sub>x</sub> Emissionsanteil des Straßenverkehrs für das Jahr 2007 lag etwa bei 45 %, der Emissionsanteil für PM<sub>10</sub> lag bei 19 % (vgl. UBA (2009b), S. 5ff.). Die Zahlen verdeutlichen, dass der Verkehr, und hier insbesondere der Straßenverkehr, zwar nicht die einzige Ursache für Emissionen ist, aber immerhin und trotz aller genannten positiven Entwicklungen einen beträchtlichen Anteil der Schadstoffemissionen ausmachen.

Die nach der 22. bzw. 39. BImSchV festgelegten Immissionsgrenzwerte für Partikel und Stickoxide sowie die nach Artikel 24, 2008/50/EG geltende Vorgabe, für Gebiete oder Ballungsräume **Pläne mit**

**kurzfristigen Maßnahmen** zu erstellen, wenn eine Gefahr der Überschreitung von Alarmschwellen besteht, führen dazu, dass den dynamischen Verkehrsmanagementstrategien im Verkehrsbereich eine hohe Bedeutung zukommt. Dies liegt insbesondere daran, da statische Maßnahmen oftmals unerwünschte Begleiteffekte mit sich bringen. So haben beispielsweise dauerhafte Durchfahrverbote für Lkw den Nachteil, dass der Wirtschaftsverkehr und die logistischen Prozesse negativ beeinflusst werden, was wiederum nachhaltige negative Auswirkungen für den Standort sowie die ökonomische Leistungsfähigkeit einer Region impliziert. Aus diesem Grund sollten die Restriktionen für den Verkehr zeitlich und räumlich minimiert und deshalb flexibel durch dynamische, umweltabhängige Strategien gestaltet werden. Verkehrliche Maßnahmen im Rahmen des umweltabhängigen dynamischen Verkehrsmanagements sollten zudem nur dort vorgenommen werden, wo es die aktuelle Umweltsituation tatsächlich erfordert, und nur dann umgesetzt werden, wenn solche Maßnahmen auch einen Beitrag zur Problemlösung erwarten lassen. Die Immissionen in einem bestimmten Gebiet und die gemessene Massenkonzentration ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wodurch die Quantifizierung der tatsächlich vom Verkehr verursachten Immissionen erschwert wird. (vgl. Kohoutek (2010), S. 13ff.) Dennoch sollte eine Quantifizierung im Rahmen der Bewertung angestrebt werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten und **Maßnahmen im Verkehrsbereich**, um den Lärm- und Schadstoffbelastungen entgegenzuwirken. Die Maßnahmen unterscheiden sich hinsichtlich der **Primärwirkung** (Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung, Verkehrslenkung), des **Eingriffsortes** (Emissionsort, Immissionsort) und schließlich der **Aktivierungsstrategie** (statische oder zeitplan- bzw. situationsabhängige dynamische Maßnahmen) (vgl. Boltze (2013b), S. 103). Ein Überblick über mögliche Maßnahmen, die im Bereich des umweltabhängigen, dynamischen Verkehrsmanagements eingesetzt werden können, ist in der **Anlage 7** dieser Arbeit dargestellt.

#### 4.2.1.3. Erschütterungen

Erschütterungen sind als **mechanische Schwingungen** fester Körper mit potentiell schädigender Wirkung definiert. (vgl. DIN 4150 1-3) Zu unterscheiden ist dabei der **Körperschall** vom **Sekundärschall**. Ersterer wird von einem festen Material geleitet und breitet sich im Boden in Form elastischer Wellen aus. Letzterer entsteht durch die Schwingung von festem Material, wodurch die Umgebungsluft gleichfalls zum Schwingen angeregt wird. Die verkehrsbezogenen Ursachen liegen vor allem in den Schwingungen von Einzelteilen, insbesondere der Motoren, Unebenheiten und Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche und in der Kraft, die auf die Fahrbahn und somit auf den Körperschall einwirkt. Der Körperschallpegel wird berechnet als Schallschnelle (gemessene Schwinggeschwindigkeit [m/s] in Abhängigkeit von der Frequenz) und wird in Dezibel ( $\text{dB}_v$ ) angegeben. (vgl. Boltze (2013b), S. 104f. und Oetting (2013a), F. 29)

Möglichkeiten zur Reduzierung der verkehrsbedingten Erschütterungen ergeben sich im Straßenverkehr, wie schon in den anderen zuvor beschriebenen Kategorien, aus baulichen Maßnahmen am Emissionsort (z. B. am Fahrzeug oder an der Fahrbahnoberfläche bzw. dem Straßenaufbau) und verkehrsplanerischen Maßnahmen, wie beispielsweise einer Geschwindigkeitsbegrenzung oder einem (temporären) Durchfahrverbot. Sekundäre Maßnahmen am Immissionsort, wie z. B. bauliche schwingungsdämpfende Maßnahmen an Wohnhäusern können ebenfalls zur Reduzierung der Erschütterung beitragen. Die Entscheidung für oder gegen bestimmte Maßnahmen und Strategien hängt auch im Fall der Erschütterungen von verschiedenen Einflussfaktoren ab, wie u. a. der Tageszeit, der Schutzbedürftigkeit der Örtlichkeit, der Schwingungsgeschwindigkeit, der Häufigkeit oder der Stärke der Erschütterung. (vgl. Oetting (2013b), F. 71ff.)

Erschütterungen sind für Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ähnlich wie der Lärm, insbesondere für die Einhaltung temporärer Schutzzonen, u. a. zur Einhaltung der Nachtruhe für Anwohner, von Relevanz. Insbesondere bei räumlichen Verkehrsverlagerungen ist darauf zu achten, dass diese nicht zu unverhältnismäßigen Erschütterungen, beispielsweise in Wohngebieten durch die Umleitung des Güterverkehrs, führen. Im Gegensatz zur Luft- und Lärmbelastung nimmt die Erschütterung eine untergeordnete Position in der BImSchV ein. Eine qualitative Betrachtung dieses Kriteriums wird im Rahmen der Strategiebewertung daher grundsätzlich als ausreichend erachtet.

#### 4.2.1.4. Energieverbrauch

Der Energieverbrauch im Straßenverkehr bezieht sich, sofern man den Wirkungsbereich von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements betrachtet, hauptsächlich auf den **Kraftstoffverbrauch**. Primärer Ansatzpunkt zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs sind Neuerungen in der Antriebstechnologie, wie sie bereits in Form von Elektro-, Hybrid- oder Wasserstofffahrzeugen in Erscheinung treten. Im Jahr 2008 stellte der konventionelle Antrieb mittels eines Verbrennungsmotors mit über 99 % den bei weitem größten Anteil dar. Für das Jahr 2030 gehen Szenarien davon aus, dass der Anteil der nicht konventionellen Antriebe von 0,6 % im Jahre 2008 auf 26,5 % bis 65,5 % steigen wird (vgl. Shell (2009), S. 31ff.). Weiterhin nehmen Faktoren, wie Fahrweise, Wetterbedingungen, Betriebsbedingungen, Gesetzgeber, Straßenbedingungen und Verkehrsbedingungen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch. Dabei lassen sich die für das dynamische Verkehrsmanagement beeinflussbaren Verkehrsbedingungen in Bezug auf den verkehrsinduzierten Energieverbrauch in einem **mikroskopischen, fahrzeugbezogenen** (einzelne Verkehrsteilnehmer) und einen **makroskopischen, gesamtverkehrsbezogenen** Bereich (alle Verkehrsteilnehmer, Allgemeinheit) unterteilen. Der mikroskopische Bereich ist u. a. abhängig von Wartezeiten, der Anzahl der Halte, der Reisezeit und Reisegeschwindigkeit. Der Energieverbrauch im makroskopischen Bereich ist hingegen u. a. abhängig von der Verkehrsstärke, der Verkehrsdichte, des Verkehrsflusses oder der Rückstaulänge. Ziel ist es, einen möglichst homogenen Verkehrsfluss zu gewährleisten, was im Rahmen von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements u. a. durch eine Verringerung der Beschleunigungs- und Haltevorgänge, einem gleichmäßigen Geschwindigkeitsniveau und geringen Wartezeiten an Lichtsignalanlagen erreicht werden kann (vgl. Schnabel/Lohse (2011), S. 545ff.). Der Energieverbrauch wird in Joule [J], der Kraftstoffverbrauch in Volumen [l] oder Gewichtseinheiten [kg oder t] angegeben. Der relative Verbrauch ist im Personenverkehr der Kraftstoffverbrauch pro Personenkilometer [z. B. l/100 km] und im Güterverkehr der Kraftstoffverbrauch pro Frachttonne oder Kubikmeter [z. B. l/t oder l/m<sup>3</sup>] (vgl. UBA (2012), S. 12 und S. 30). Da sich aus dem Energieverbrauch auch Nutzenberechnungen ableiten lassen, sollte nach Möglichkeit eine Quantifizierung des Energieverbrauchs vorgenommen werden.

#### 4.2.1.5. Flächenverbrauch und Flächennutzung

Die Auswirkungen des Straßenverkehrs auf den Flächenverbrauch und die Flächennutzung entstehen zwar hauptsächlich im Zusammenhang mit **Neu- oder Umbaumaßnahmen** von Fahrbahnen, Parkflächen oder sonstiger straßenverkehrsrelevanter Infrastruktur, sie können aber auch im Kontext von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements relevant werden. Zu einem Flächenverbrauch in geringerem Umfang kann es beispielsweise kommen, wenn es im Rahmen intermodaler Strategien notwendig ist, Parkflächen oder Park-and-Ride Anlagen für den MIV und NMIV zu bauen. Zu einer **veränderten Flächennutzung** kann es kommen, wenn im Kontext des Strategiebetriebes bestimmten Verkehrsflächen eine andere Funktion zugeschrieben wird. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die **temporäre Seitenstreifenfreigabe**, indem in Zeiten hoher Verkehrsbelastung der Seitenstreifen auf Bundesautobahnen für den Verkehr freigegeben und mittels Videoüberwachung kontrolliert wird (vgl. FGSV (2012c), S. 67f.). Die Messgröße für die Flächeninanspruchnahme und den Flächenverbrauch wird durch ein Flächenmaß (z. B. m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>, ha) angegeben. Letztlich bleibt festzuhalten, dass die Auswirkungen des Verkehrs aufgrund von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements auf die Flächeninanspruchnahme existieren, in ihrem Umfang allerdings als eher gering einzuschätzen sind. Aus diesem Grund genügt eine qualitative Betrachtung der Auswirkungen einer Strategie auf den Flächenverbrauch und die Flächennutzung.

#### 4.2.1.6. Wohn- und Standortqualität

Eine eindeutige Messgröße für das Kriterium der Wohn- und Standortqualität ist nur schwer zu definieren, da **verschiedenste Faktoren** Einflüsse auf die Standortqualität nehmen. Die Qualität hängt zwar auch von verkehrlichen Einflussgrößen, wie dem Verkehrsaufkommen, der Anbindung zum ÖPNV, zum öffentlichen Straßennetz oder den verkehrsbedingten Immissionen von Lärm, Erschütterungen und Luftschadstoffen ab. Allerdings nehmen auch weitere, verkehrsunabhängige Faktoren Einfluss auf die Wohn- und Standortqualität, wie die Arbeitsmarktsituation, die

wirtschaftlichen Rahmenbedingungen oder die soziale bzw. kulturelle Infrastruktur. Eine mögliche Messgröße für die Wohn- und Standortqualität ist der durchschnittliche Mietpreis, wobei auch dieser vielen Einflüssen und Verzerrungen, wie beispielsweise dem Alter und der Ausstattung der Immobilie sowie den gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen unterliegen. Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements können dazu beitragen, die Wohn- und Standortqualität zu verbessern, insbesondere wenn durch Strategien eine Lärm- und Schadstoffreduzierung sowie gute Erreichbarkeiten gewährleistet werden können. Die Auswirkungen auf die Wohn- und Standortqualität ergeben sich vornehmlich während der Strategiebetriebsphase und richten sich in erster Linie an Bewohner und Gewerbetreibende, welche der Gruppe der sonstigen Betroffenen zugehören. Die direkten Auswirkungen von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements, u. a. durch Lärm, Schadstoffemissionen und Erschütterungen bezüglich der Wohn- und Standortqualität sind aufgrund der genannten vielfältigen Einflüsse nur sehr schwer zu quantifizieren, weshalb eine qualitative Bewertung dieses Kriteriums für ausreichend befunden wird.

#### 4.2.2. Verkehrssicherheit

Die Erhöhung und Gewährleistung der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer spielt eine wesentliche Rolle im Verkehrsmanagement und ist bei der Ausarbeitung und Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien dementsprechend zu priorisieren. Die Verkehrssicherheit gibt „den Grad der Zuverlässigkeit der Verkehrsmittel und –anlagen dafür an, dass keine Gefährdung und Unfälle im Verkehrsablauf auftreten“ (Schnabel/Lohse (2011), S. 559). Die Verkehrssicherheit hängt zum einen von der Art, Anzahl, dem technischen Zustand und der Geschwindigkeit der Verkehrsmittel ab. Zum anderen hängt sie vom Verhalten der Verkehrsteilnehmer, der Verkehrsdichte, der Gestaltung der Verkehrswege sowie witterungsbedingten Einflüssen ab. Demnach sind die Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auch in den Bereichen der drei großen ‚Es‘ zu verorten. Diese sind die gesetzlichen und polizeilichen Maßnahmen (Enforcement), die Verkehrserziehung (Education) und die ingenieurbezogenen Maßnahmen (Engineering) (vgl. Schnabel/Lohse (2011), S. 559). In den Bereich der ingenieurmäßigen Maßnahmen fallen bauliche Maßnahmen (z. B. Fahrbahnerweiterungen, Errichtung von Umgehungsstraßen, Leitplanken, Sperrgeländern, Beleuchtungsanlagen, Anbringung von Fahrbahnmarkierungen oder die Installation und Programmierung von Lichtsignalanlagen) und die für die Strategieentwicklung bedeutsamen planerischen Maßnahmen, wie z. B. Überhol- und Abbiegeverbote, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Zu- und Durchfahrtsrestriktionen oder kurzfristige Signalprogrammanpassungen. Gerade die letztgenannten Maßnahmen fallen bei entsprechender vorhandener Infrastruktur in die Kategorie der Sofortmaßnahmen und sind daher von großer Bedeutung für das dynamische Straßenverkehrsmanagement. (vgl. Schnabel/Lohse (2011), S. 559 und S. 579)

Die Verkehrssicherheit kann durch das **Unfallgeschehen** bzw. durch **Straßenverkehrsunfälle** ausgedrückt werden. Ein Straßenverkehrsunfall ist definiert als ein „Ereignis, bei dem infolge des Fahrverkehrs auf öffentlichen Wegen und Plätzen Personen getötet oder verletzt werden oder Sachschaden verursacht wird“ (FGSV (2012b), S. 113). Von hoher Relevanz sind die sich aus einem Verkehrsunfall ergebenden **Unfallfolgen**. Die Einteilung erfolgt diesbezüglich in sechs Kategorien:

- Unfall mit Getöteten,
- Unfall mit Schwerverletzten,
- Unfall mit Leichtverletzten,
- schwerwiegender Unfall mit Sachschaden,
- sonstige Schadensunfälle unter Einfluss berauschender Mittel und
- sonstige Schadensunfälle ohne Einfluss berauschender Mittel. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung Schnabel/Lohse (2011), S. 566)

Straßenverkehrsunfälle können zwar als Messgrößen für die Verkehrssicherheit herangezogen werden, sie geben allerdings keine Anhaltspunkte über die Auswirkungen bzw. über die **Relation zum Gesamtverkehrsaufkommen**. Durch die fehlende Relation ist auch die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Streckenabschnitten nur sehr bedingt gegeben. Darum werden für die

Verkehrssicherheit Kriterien, wie die Unfallschwere, die Unfalldichte oder die Unfallrate (bzw. die Unfallkostendichte und Unfallkostenrate)<sup>10</sup> herangezogen. Die **Unfallschwere** gibt dabei die mittlere Anzahl an Verunglückten je 100 Unfälle an. Die **Unfalldichte** ist die Häufigkeit von Unfällen in einem definierten Zeitraum (i. d. R. ein Jahr) auf einem bestimmten Streckenabschnitt oder Knotenpunkt. Die **Unfallrate** beschreibt die durchschnittliche Anzahl der Unfälle, die auf eine Fahrleistung von einer Million Kfz-km in einem Straßenabschnitt entfallen. (vgl. Schnabel/Lohse (2011), S. 603) Die Wirkungen dynamischer Verkehrsmanagementstrategien auf die Verkehrssicherheit stellen sich erst während des Strategiebetriebes ein und beziehen sich überwiegend auf die Verkehrsteilnehmer und sollte quantifiziert werden.

#### 4.2.3. Verkehrsqualität und Mobilität

Der Verkehrsablauf ist die Bezeichnung für die dazu notwendigen **Bewegungsvorgänge**, wie u. a. das Beschleunigen, das Fahren oder Bremsen (vgl. Schnabel/Lohse (2011), S. 19). Im Straßenverkehr können die Verkehrsteilnehmer den Verkehrsablauf teilweise selbst bestimmen, müssen aber auch auf andere Verkehrsteilnehmer und Umfeldbedingungen (u. a. Geschwindigkeitsbeschränkungen, Durchfahrverbote) Rücksicht nehmen. Die Interaktion zwischen verschiedenen Fahrzeugen ergibt den Verkehrsfluss, welcher mikroskopisch, als Kenngröße für einzelne Fahrzeuge, oder makroskopisch, als gemittelte Kenngröße über einen Zeitraum, betrachtet wird. Die wichtigsten Kenngrößen sind dabei die Verkehrsstärke ( $q$  in Kfz/h), die Verkehrsdichte ( $k$  in Kfz/km) sowie die mittlere Geschwindigkeit ( $v$  in km/h). (vgl. Schick (2003), S. 36)

Die **Leistungsfähigkeit** im Straßenverkehrswesen ist gekennzeichnet durch die **Verkehrsmenge**, die ein Verkehrsweg oder einen Knotenpunkt unter bestimmten Bedingungen je Zeiteinheit zu bewältigen vermag (vgl. FGSV (2001b), S. 6-3). Die **Kapazität** ( $C$ ) versteht man dabei als die „größte Verkehrsstärke, die ein Verkehrsstrom bei gegebenen Weg- und Verkehrsbedingungen an dem für ihn bestimmten Querschnitt erreichen kann“ und wird in Kfz/h angegeben (FGSV (2001b), S. 2-11). Durch das Verhältnis von Verkehrsmenge und Kapazität lässt sich der **Auslastungsgrad** ( $a$ ) berechnen, ein weiteres Maß zur Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs.

Allerdings ist zu beachten, für welche Verkehrsanlagen die Qualitätsbestimmung durchgeführt werden soll. Im Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) werden diesbezüglich unterschieden:

- Autobahnabschnitte außerhalb von Knotenpunkten,
- planfreie Knotenpunkte,
- zweistreifige Landstraßen,
- Knotenpunkte mit und ohne Lichtsignalanlage,
- Streckenabschnitte von Hauptverkehrsstraßen,
- der straßengebundene öffentliche Personennahverkehr,
- Anlagen für den Fahrradverkehr und den Fußgängerverkehr sowie
- Abfertigungsanlagen des ruhenden Verkehrs. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung FGSV (2001b), S. 2-11)

Für freie Streckenabschnitte und planfreie Knotenpunkte werden entweder der Auslastungsgrad oder die **Verkehrsdichte** als Messgröße für die Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs verwendet (vgl. FGSV (2001b), S. 2-11). Für die Qualitätsbewertung ist auch die Verwendung anderer Kennzahlen, wie z. B. die **mittlere Reisegeschwindigkeit** (km/h) oder die **mittlere Reisezeit** (min/100 km) eines Pkw möglich (vgl. FGSV (2001b), S. 6-3). Diese Messgrößen geben allerdings keine Auskunft über die Bewegungsfreiheit der Kraftfahrer im Verkehrsfluss. Demnach kann auch auf Streckenabschnitten mit hoher Längsneigung oder mit Geschwindigkeitsbegrenzungen und den daraus resultierenden geringeren Reisegeschwindigkeiten durchaus eine gute Qualität des Verkehrsablaufs erreicht werden, sofern eine geringe Verkehrsbelastung vorherrscht. (vgl. FGSV (2001b), S. 3-7, 5-9) Für die Qualität

<sup>10</sup> Siehe dazu Kapitel 4.3.2.

des Verkehrsablaufs auf Streckenabschnitten von Hauptstraßen kann ebenfalls die Verkehrsdichte als Messgröße benutzt werden. Da solche Streckenabschnitte eine Verbindungsfunktion zwischen Knotenpunkten erfüllen, kann auch die Reisegeschwindigkeit als Maß der Verkehrsqualität herangezogen werden (vgl. FGSV (2001b), S. 8-3). Für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage ist die **Wartezeit** maßgebend für die Bestimmung der Qualität. Die Wartezeit wird in Sekunden angegeben und berechnet sich für Kraftfahrzeugverkehr an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage aus der Summe der Grundwartezeit und der Reststauwartezeit (vgl. FGSV (2001b), S. 6-20f.). Bei Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage ergibt sich die Wartezeit für den MIV aus der Kapazitätsreserve, welche die Differenz aus der Kapazität eines Verkehrsstroms und der dazugehörigen Verkehrsstärke ist (vgl. FGSV (2001b) und 7-45f.). Die Wartezeit ist neben dem Kraftfahrzeugverkehr an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage auch für den straßengebundenen ÖPNV, den Fahrradverkehr und den Fußgängerverkehr die maßgebende Messgröße. (FGSV (2001b), S. 6-20) Für die Qualitätsbeurteilung des ÖPNV wird zudem die **Beförderungsgeschwindigkeit** als Messgröße verwendet. Die folgende Tabelle 20 fasst die verschiedenen Kriterien samt ihrer Messgrößen des HBS zusammen.

Art der Verkehrsanlage	Kriterium	Messgröße
Autobahnabschnitte außerhalb der Knotenpunkte	Auslastungsgrad	a
planfreie Knotenpunkte	Auslastungsgrad	a
zweistreifige Landstraßen	Verkehrsdichte	k
Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage	mittlere Wartezeit	w
Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage	mittlere Wartezeit	w
Streckenabschnitte von Hauptverkehrsstraßen	-	-
straßengebundener ÖV	Beförderungsgeschwindigkeit	$V_{\text{ÖV}}$
	Störungswahrscheinlichkeit	$p_s$
	Sitzplatz-/ Stehflächenverfügbarkeit	$R_{\text{Sitz}}, R_{\text{St}}$
Anlagen für den Fahrradverkehr	-	-
Anlagen für den Fußgängerverkehr	Verkehrsdichte	k
Abfertigungsanlagen des ruhenden Verkehrs	mittlere Ein-/ Ausfahrdauer	$t_D$

Tabelle 20: Qualitätskriterien für verschiedene Verkehrsanlagen (vgl. HBS (2001b), S. 2-11).

Ähnliche Messgrößen werden auch in den ‚Hinweisen zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement‘ angeführt. Dort werden der **Fahrzeugdurchsatz** (Fz/h), die **mittlere Verkehrsleistung** (km/Fz), die **mittlere Dichte** (Fz/km), die **mittlere Geschwindigkeit** (km/h), die **mittlere Reisezeit** (min/Fz) sowie die **Anzahl der Staukilometer** (Strecken-km) als Messgrößen für die Bewertung gesamtnetzbezogener Maßnahmen benannt. Darüber hinaus kann auch die **mittlere Wegelänge** (km), gerade hinsichtlich der Beurteilung von Routenempfehlungen und Umleitungen, verwendet werden. (vgl. FGSV (2003), S. 22)

Da der Verkehrsfluss ein räumlich-zeitliches Ereignis ist, ergeben sich zwei Möglichkeiten der Betrachtung; nämlich eine über einen Zeitraum von einem festen Ort aus (lokal) oder eine andere über eine Strecke zu einem festen Zeitpunkt (momentan). Bei der **lokalen Messung** werden alle Fahrzeuge erfasst, die innerhalb einer bestimmten Zeit (Messintervall) einen ortsfesten Querschnitt passieren. Dieses Messverfahren lässt sich leicht realisieren, indem an dem ortsfesten Punkt die Zeit gemessen wird, die die Fahrzeuge für das Durchfahren einer sehr kurzen Messstrecke benötigen. In diesem Fall handelt es sich um ein quasilokales Messverfahren. Bei der **momentanen Messung** werden die Fahrzeuge erfasst, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt innerhalb einer Messstrecke befinden. (vgl. Schick (2003), S. 36)

Die Definition einzelner **Qualitätsstufen** ist ebenfalls im ‚Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen‘ definiert. Die Abstufung erfolgt beginnend mit Stufe A (sehr gute Verkehrsqualität) bis F (sehr schlechte Verkehrsqualität). Den einzelnen Qualitätsstufen werden die folgenden Attribute zugeordnet:

- **Stufe A:** „Die Verkehrsteilnehmer werden äußerst selten von anderen beeinflusst. Sie besitzen die gewünschte Bewegungsfreiheit in dem Umfang, wie sie auf der Verkehrsanlage zugelassen ist. Der Verkehrsfluss ist frei.“
- **Stufe B:** „Die Anwesenheit anderer Verkehrsteilnehmer macht sich bemerkbar, bewirkt aber eine nur geringe Beeinträchtigung des Einzelnen. Der Verkehrsfluss ist nahezu frei.“
- **Stufe C:** „Die individuelle Bewegungsmöglichkeit hängt vielfach vom Verhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer ab. Die Bewegungsfreiheit ist spürbar eingeschränkt. Der Verkehrszustand ist stabil.“
- **Stufe D:** „Der Verkehrsablauf ist gekennzeichnet durch hohe Belastungen, die zu deutlichen Beeinträchtigungen in der Bewegungsfreiheit der Verkehrsteilnehmer führen. Interaktionen zwischen ihnen finden nahezu ständig statt. Der Verkehrszustand ist noch stabil.“
- **Stufe E:** „Es treten ständige gegenseitige Behinderungen zwischen den Verkehrsteilnehmern auf. Bewegungsfreiheit ist nur in sehr geringem Umfang gegeben. Geringfügige Verschlechterungen der Einflussgrößen können zum Zusammenbruch des Verkehrsflusses führen. Der Verkehr bewegt sich im Bereich zwischen Stabilität und Instabilität. Die Kapazität wird erreicht.“
- **Stufe F:** „Die Nachfrage ist größer als die Kapazität. Die Verkehrsanlage ist überlastet.“ (FGSV (2001b), S. 2-12)

Die Verkehrsqualität ist für den Strategieeinsatz ein wichtiger Aspekt, da sie einen Strategieeinsatz aufgrund von hohen Wartezeiten, geringen Reisegeschwindigkeiten und hohen Auslastungsgraden infolge von Unfällen, Berufsverkehren oder sonstigen Störfällen auslösen kann. Zu einer Strategieaktivierung kann es demnach kommen, sobald eine gewisse Mindestqualitätsstufe unterschritten wird, wie es in vielen Städten praktiziert wird. Weiterhin sollte auch beachtet werden, dass andere Straßennetze infolge einer Strategie und möglicher Verkehrsverlagerungen übermäßig beansprucht werden, so dass eine gewisse Kapazität vorhanden sein muss, um zusätzliche Verkehrsmengen aufnehmen zu können und eine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet werden kann. Wie sich aus den Expertengesprächen ergeben hat, kann es auch vorkommen, dass es trotz Verkehrsüberlastungen auf einem Strecken- oder Netzabschnitt zu keiner Strategieaktivierung kommt, insofern es in den übrigen Netzen keine Kapazitäten gibt, die ein Teil des Verkehrsaufkommens aufnehmen können.

Das hier beschriebene Kriterium ist mit den Begriffen ‚Verkehrsqualität und Mobilität‘ umschrieben bzw. zusammengefasst. Dies liegt daran, dass zur Bewertung der Mobilität prinzipiell auch viele der bereits genannten Kriterien verwendet werden können, wie z. B. mittlere Reisezeiten oder mittlere Reisegeschwindigkeiten. Die **Mobilität** ist definiert als „Fähigkeit und Bereitschaft, Ortsveränderungen durchzuführen“ (Boltze (2013a), S. 2). Neben den bereits benannten Messgrößen gibt es noch spezifischere, die Aufschluss über die Mobilität geben können. Zu diesen gehören die **Mobilitätsrate** bzw. **Wegehäufigkeit** (Anzahl der Wege pro Person und Tag), das **Mobilitätsstreckenbudget** bzw. Reiseweiten (Summe der Wegelängen pro Person und Tag) sowie das **Mobilitätszeitbudget** (Zeitaufwand aller Reisen pro Person und Tag) (vgl. Boltze (2013a), S. 2f.). Im Jahr 2012 lag die Mobilitätsrate in Deutschland durchschnittlich bei 3,36 Wegen pro Person und Tag, das Mobilitätsstreckenbudget bei 41 km pro Person und Tag und das Mobilitätszeitbudget bei 82 Minuten pro Person und Tag (vgl. MOP (2014), S. 32ff.). Die Auswirkungen einer Strategie auf die Qualität und Mobilität wird erst im Strategiebetrieb ersichtlich, bezieht sich auf die Verkehrsteilnehmer und sollte nach Möglichkeit quantifiziert werden.

### 4.3. Wirtschaftliche Wirkungen

Die Analyse nationaler und internationaler Bewertungsverfahren und -methodiken hat bereits gezeigt, dass der Wirtschaftlichkeit bei Verkehrsprojekten eine sehr hohe Bedeutung beigemessen wird. Demzufolge wird der **Kosten- und der Nutzenermittlung** eine tragende Rolle beigemessen. Kosten entstehen dabei auf Seiten der Akteure und damit indirekt auch auf Seiten der sonstigen Betroffenen

während aller Strategiephasen. Ferner ist auch zu bedenken, welcher Nutzen den sonstigen Betroffenen bzw. der Allgemeinheit durch die einzelnen Prozesse und Produkte der jeweiligen Strategiephase entsteht. Auf Seiten der Verkehrsteilnehmer ergeben sich der tatsächliche Nutzen und die tatsächlichen Kosten erst während der Phase des Strategiebetriebs. Ferner können sich durch eine Strategie volkswirtschaftliche Effekte einstellen, die bei der Strategieentwicklung und -bewertung berücksichtigt werden sollten. Die volkswirtschaftlichen Effekte betreffen die Allgemeinheit und können erst nach erfolgtem Strategiebetrieb konkret ermittelt werden.

#### 4.3.1. Kosten

Auf Seiten der Akteure werden im Wesentlichen die im Folgenden aufgelisteten Kosten verursacht, die sich sowohl auf Produkte als auch auf Prozesse beziehen. Einzelne Kostenelemente, die in Tabelle 19 zum Teil schon benannt worden sind, werden in der folgenden Aufzählung teils unter einer ähnlichen Begriffsverwendung bedacht.

- **Investitionskosten** (insbesondere für technische Hard- und Software und ggfs. für Fahrwege, Entschädigungszahlungen an Dritte, Kosten für eine ökologisch ausgerichtete Bauausführung, Kosten für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zur Kompensation von Eingriffen in die Natur),
- **Betriebskosten** (u. a. Wartungskosten, Systembetriebskosten, Datenübertragungskosten, Kosten für Software-Updates, Energiekosten oder Sachkosten),
- **Instandhaltungs- und Verschleißkosten** (Reparatur von Verschleißteilen, Modernisierungen),
- **Personalkosten** (sowohl in der Planungs-, Implementierungs-, als auch in der Betriebsphase),
- **Kosten für den Einsatz von Rettungskräften** (oder auch Straßenmeistereien und Ersatzverkehren),
- **Finanzierungskosten** (beispielsweise durch die Aufnahme von Krediten und den damit zusammenhängenden Mehrkosten durch den Zins zur Tilgung des Kredites). (Auflistung wurde ergänzt auf Basis von Kirchhof (2001), S. 242f. und BMVBW (2005), S. 69ff.)

Für die **Verkehrsteilnehmer** sind insbesondere die folgenden Kostenarten zu nennen:

- Kosten, die sich durch den **Fahrzeugbetrieb** einstellen, worunter in erster Linie geschwindigkeits- und betriebsabhängige Energie- und Kraftstoffverbrauchskosten sowie leistungsabhängige Sachkosten wie Materialverschleiß, Reparaturen, Abschreibungen und Wartungen zu verstehen sind.
- Im **Güterverkehr** ergeben sich zusätzlich zeitabhängige **Transport- und Personalkosten**, die durch Störfallereignisse erhöht und durch entsprechende dynamische Strategien reduziert werden können.
- **Opportunitätskosten**, insbesondere hervorgerufen durch störfallbedingten Zeitverlust und einem damit einhergehenden Verdienstausschlag. (vgl. bzgl. der Auflistung BMVBW (2005), S. 174ff.)

Bei der Aktivierung von dynamischen Strategien ist zu beachten, dass **Maßnahmen** und die damit notwendigen **systemtechnischen Komponenten** nur **temporär zum Einsatz** kommen. Deshalb ist zu überprüfen, ob die Investitionen in Hard- und Software für den temporären Einsatz zu rechtfertigen sind oder ob Personal und Systeme, welche originär für den Einsatz dynamischer Strategien eingesetzt werden sollen, auch **anderweitig verwendet werden** können, um somit die **Investition zu rechtfertigen**. Zudem ist zu hinterfragen, wie oft die eingesetzten Maßnahmen bzw. Komponenten zum Einsatz kommen. Für eine ständige Aktivierung einer Strategie, beispielsweise von regelmäßig auftretenden Verkehrsüberlastungen im Berufsverkehr, sind höhere Investitions- und Betriebskosten in die systemtechnische Infrastruktur eher vertretbar und durchsetzbar als für Strategien, die nur selten zur Anwendung kommen.



### 4.3.2. Nutzen

Der Nutzen hängt mit den **definierten Zielen** zusammen und kann sich auf verschiedene Bereiche und Strategiebeteiligte beziehen. Demnach kann sich der Nutzen durch eine Strategie in der Verkürzung der Reisezeit, der Erhöhung der Verkehrsleistung, der Erhöhung der Verkehrssicherheit oder der Reduzierung verkehrsbedingter Emissionen in einer Störfallsituation ausdrücken und sich auf die Gruppen der **Verkehrsteilnehmer** (MIV, ÖV, Fußgänger, Radfahrer), der Akteure (Betreiber, Behörden, Polizei) sowie **sonstiger Betroffener** (Anwohner, ansässige Unternehmen) beziehen. Der Nutzen sollte, wie es bereits dargelegt worden ist, praktischerweise in Geldeinheiten angegeben und auf einen einheitlichen Zeitpunkt diskontiert werden, sofern dies machbar und sinnvoll erscheint. Neben dem positiven Nutzen ist auch der negative Nutzen in die Berechnung mit einzubeziehen. Dieser ergibt sich aus unerwünschten Wirkungen, die aus den geplanten Maßnahmen und Strategien entstehen können, z. B. aufgrund von erhöhten Lärmemissionen oder verlängerten Reisezeiten trotz Strategiebetriebs. (vgl. Aberle (2009), S.584, FGSV (1996), S. 8ff., FGSV (2003), S. 26 und Kirchhof (2001), S. 209 und S. 243f.)

Zur Ermittlung des Nutzens von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement sind beispielsweise die Veränderungen hinsichtlich des **Vergleiches** im ‚Ohnefall‘ (Störfallsituation ohne Strategieaktivierung) und im ‚Mitfall‘ (Störfallsituation mit einer entsprechenden Strategieaktivierung) möglich. Folgende Nutzenkomponenten können im Rahmen des dynamischen Verkehrsmanagements im Wesentlichen benannt werden:

- Veränderung der **Betriebskosten**, z. B. durch weniger Verschleiß oder geringerem Energie- und Kraftstoffverbrauch infolge des Strategiebetriebs;
- Veränderung der Straßenverkehrsunfälle und der damit zusammenhängenden **Unfallkosten** durch die Multiplikation von Unfallrisikopotenzialen (Produkt aus Verkehrsleistung mit spezifischer Unfallrate) mit den Unfallkostensätzen für eine spezifische Strecke. Die Größe des Nutzens ergibt sich infolge vermiedener Personen- und Sachschäden. In diesem Zusammenhang kann die **Unfallkostendichte** und die **Unfallkostenrate** zur Berechnung des Nutzens verwendet werden. Die Unfallkostendichte beziffert die durchschnittlichen jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten durch Unfälle im Straßenverkehr, die auf einem Kilometer des Straßenabschnittes oder in einem Punkt im Betrachtungszeitraum entfallen. Die Unfallkostenrate beziffert die volkswirtschaftlichen Kosten durch Straßenverkehrsunfälle, die auf einem bestimmten Streckenabschnitt bei einer Fahrleistung von 1.000 Kfz-km entstanden sind; (vgl. Schnabel/Lohse (2011), S. 603)
- Veränderung der **Lärmbelastung** und ggfs. **Erschütterungsbelastung** durch die Berechnung der äquivalenten Dauerschallpegel für alle Wirkungsstrecken und durch die Ermittlung der Veränderung der Kosten infolge von Lärm- und Erschütterungsbelastung im ‚Ohne‘- und ‚Mitfall‘;
- Veränderung der Belastung und der Kosten durch **Luftschadstoffe** im Allgemeinen (u. a. CO<sub>x</sub>, CH, NO<sub>x</sub>, PM<sub>x</sub>) und der **Klimabelastung** im Speziellen (Summation der auf einzelnen Netzabschnitten ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Mengen);
- Veränderung von **Nutzergebühren und Erlösen**, z. B. durch Einnahmen aus Maut, Parkraumbewirtschaftungen oder dem ÖPNV;
- Veränderung der **Erreichbarkeit** von Fahrtzielen durch Reisezeitverkürzung. Eine Monetarisierung kann beispielsweise durch die Multiplikation der Zeitvorteile im Personenverkehr (Differenz der Fahrtzeiten im ‚Mit‘- und ‚Ohnefall‘) mit Personenzeitkosten erfolgen;
- **Verbilligung von Beförderungsvorgängen**, z. B. durch Fahrtbeschleunigung, Entfernungsverkürzung oder erhöhte Fahrzeugauslastung;

- **Transportkostenänderungen** durch räumliche, zeitliche oder modale Aufkommensverlagerungen (z. B. durch Verlagerung von Verkehrsanteilen zwischen den Verkehrsträgern Straße und Schiene);
- **Einsparungen** von Investitions- und Betriebskosten durch die Entwicklung von dynamischen Strategien im Vergleich zum Neu- und Ausbau von Verkehrsanlagen. Auch andere Faktoren wie Versiegelung, Trennwirkung und Flächenverbrauch, Eingriffe in die Natur, etc. sind als positiver Nutzen zu berücksichtigen, wenn die Alternative aus einem Neu- oder Ausbau der Straßenverkehrsanlagen besteht, und die damit verbundenen negativen Auswirkungen durch die Verwendung dynamischer Strategien vermieden werden können;
- Veränderung der verkehrsinduzierten **Kosten durch Schädigung der Gesundheit, Vegetation und Gebäude**, welche beispielsweise durch Stress, Erschütterungen, Lärm und Schadstoffe hervorgerufen werden;
- Veränderung der Wirkung des **induzierten Verkehrs** durch eine Erhöhung des Kfz-Verkehrs infolge des ‚Mitfalls‘; (vgl. BMVBW (2005), S. 164ff.)
- Veränderung der **Flächeninanspruchnahme** durch Bildung der Differenz der Kosten durch die Veränderung des Flächenverbrauchs und der Flächennutzung im ‚Mit- und ‚Ohnefall‘. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung u. a. FGSV (1997a), S. 32ff., BMVBW (2005) S. 164ff.)

Im Fall, dass keine logische Monetarisierung möglich ist, sollten die einzelnen Kriterien qualitativ oder mittels der Zuweisung eines Nutzwertes, z. B. von ‚1 - geringer Nutzen‘ bis ‚5 - hoher Nutzen‘, beschrieben und in den Bewertungsprozess integriert werden. Ob sich eine Monetarisierung anbietet und sinnvoll vertreten lässt, muss für jedes Kriterium situationsspezifisch untersucht werden. Hinweise und Zahlenwerte zur Monetarisierung verschiedener Nutzenwerte finden sich u. a. in den in Kapitel 3.3 vorgestellten Regelwerken und sollen an dieser Stelle nicht weiter vertieft behandelt werden. Wie bereits erwähnt, sind die dargestellten Berechnungsmethoden und Zahlenwerte vor dem Hintergrund der spezifischen Anwendungssituation und Rahmenbedingungen kritisch zu hinterfragen und ggfs. anzupassen.

#### Weiterführende Kosten- und Nutzenbetrachtungen

Für die Implementierung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements wird es in der Regel nicht notwendig sein, Vernetzungsformen, Kommunikationswege und vor allem die systemtechnische Infrastruktur zur internen und externen Kommunikation von Grund auf neu zu errichten. Vielmehr sind Strukturen, Prozesse und technische Systeme bereits vorhanden, so dass sich die Frage stellt, ob geplante Strategien mit den **zur Verfügung stehenden Mitteln realisiert** werden können bzw. welche Erweiterungen bzw. Erneuerungen notwendig sind, um eine Strategie umzusetzen und die gewünschten Wirkungen zu erzielen. Zu diesem Sachverhalt gibt es zwei wesentliche Aspekte zu beachten. Zum einen die technische **Machbarkeit der Integration** neuer technischer und prozessualer Komponenten in vorhandene Systeme. Zum anderen die **wirtschaftliche Machbarkeit** im Hinblick auf die **Mehrkosten und den Zusatznutzen**, der entsteht, wenn die vorhandene systemtechnische Infrastruktur modernisiert, erweitert bzw. von Grund auf neu aufgebaut werden soll. Der erste Aspekt wird im nachfolgenden Abschnitt unter dem Begriff der Kommunikation bzw. Vernetzung erörtert. Der zweite Aspekt fällt in den Bereich der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und soll daher an dieser Stelle kurz analysiert werden.

Der beschriebene Sachverhalt ist aus dem wirtschaftswissenschaftlichen Kontext bekannt und wird dort u. a. durch die folgenden Kriterien ausgedrückt.

- **Grenzkosten:** Die durch eine infinitesimale Produktionssteigerung zusätzlich entstehenden Kosten bei totaler oder partieller Faktorvariation (variable Kosten).
- **Grenznutzen:** Der von einer infinitesimalen Erhöhung eines Gutes hervorgerufene Nutzenzuwachs.

- **Grenzrate der technischen Substitution:** Diese gibt an, wieviel Einheiten eines Produktionsfaktors durch einen anderen Produktionsfaktor ersetzt werden können, um das gleiche Produktionsniveau zu erhalten. (vgl. bzgl. der Auflistung Feess (2000), S. 758f.)

Prinzipiell sind die aufgeführten Kriterien von ihrer Bedeutung her geeignet, um den oben beschriebenen Sachverhalt bemessen zu können. Allerdings müssen dafür die mikroökonomischen Fachbegriffe auf den Verkehrsbereich angepasst werden. Im Gegensatz zu einem produzierenden Unternehmen ‚verkauft‘ das Verkehrsmanagement kein Produkt. Daher wäre zunächst die Frage zu beantworten, was unter einem Produkt, und damit verbunden, unter einer Produktionssteigerung zu verstehen ist. Im Kontext dieser Arbeit stellt das Endprodukt die Strategie mitsamt ihren einzelnen Bestandteilen dar. Eine Produktionssteigerung wäre demnach so zu verstehen, dass mehrere Strategien entwickelt und in Betrieb genommen werden, oder dass eine Strategie vermehrt aktiviert wird. Die Grenzkosten sind im übertragenen Sinn als die Kosten zu verstehen, die zusätzlich durch jede weitere Strategie oder Strategieaktivierung entstehen.

Weit gewichtiger scheint allerdings der Grenznutzen zu sein, der sich auf Seiten der Akteure und der sonstigen Beteiligten einstellt. In diesem Zusammenhang ist die Frage zu beantworten, inwieweit sich eine Nutzensteigerung durch weitere Strategien oder einer erhöhten Aktivierungsrate erreichen lässt. Erst wenn dieser Zusatznutzen zu erwarten ist, ist eine Erhöhung des Gutes, in Form von neuen oder modifizierten Strategien oder vermehrten Strategieaktivierungen, zu rechtfertigen.

Eine Substitution von bestimmten Strategieelementen, seien es einzelne Maßnahmen des gesamten Bündels oder der Austausch von technisch-physischen Komponenten, ist gemäß obiger Definition nur dann als sinnvoll zu erachten, wenn davon auszugehen ist, dass mindestens die gleichen Wirkungen durch die Strategie erreicht werden, wie zuvor.

Eine Quantifizierung der Grenzkosten, des Grenznutzens sowie der Grenzrate der Substitution erscheint wenig praktikabel und sehr aufwendig. Zudem ist auch der Aussagegehalt einer solchen Messgröße kritisch zu hinterfragen, so dass eine qualitative Berücksichtigung ausreichend erscheint.

#### 4.3.3. Weitere volkswirtschaftliche Effekte

Im Jahr 2009 betragen die volkswirtschaftlichen negativen Effekte durch Straßenverkehrsunfälle 30,52 Milliarden Euro. 13,29 Mrd. Euro entfielen davon auf Personenschäden (4,14 Milliarden Euro Getötete, 7,61 Mrd. Euro Schwerverletzte und 1,54 Mrd. Euro Leichtverletzte). Die volkswirtschaftlichen Kosten für Sachschäden beliefen sich insgesamt auf 17,23 Mrd. Euro. Durch Überlastungen und Stauungen im Straßenverkehr wurde der volkswirtschaftliche Schaden auf bis zu 102 Mrd. Euro beziffert. Die Kosten durch Zeitverluste auf den Bundesautobahnen ließen sich mit ca. 3,55 Mrd. Euro pro Jahr abschätzen. (vgl. Suntum et al. (2008), S. 35 und Deutscher Bundestag (2007), S. 2) Diese Zahlen verdeutlichen, dass verkehrliche Beeinträchtigungen erhebliche gesamtwirtschaftliche Auswirkungen haben. Insbesondere die Opportunitätskosten, die aus der entgangenen Wertschöpfung aufgrund von störfallbedingten Verlustzeiten entstehen, schlagen, wie es die Zahlen zeigen, deutlich zu Buche.

Die Untersuchung der einzelnen Kriterien zur Bestimmung des Nutzens hat bereits gezeigt, dass nicht nur die Situation der involvierten Verkehrsteilnehmer, sondern auch die wirtschaftlichen und gesundheitlichen Auswirkungen auf die Allgemeinheit berücksichtigt werden müssen. Dies betrifft zum einen die Auswirkung der Strategien auf **Arbeitsplätze** als auch auf die **wirtschaftliche Entwicklung** einer Region. Dabei sind sowohl positive als auch negative Implikationen zu beachten. Negative Implikationen entstehen, wenn durch dynamische Strategien wirtschaftliche Aktivitäten, beispielsweise mittels Fahrverbote für den Güterverkehr, dauerhaft beeinträchtigt werden. Dies kann nicht nur kurzfristige wirtschaftliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen, sondern auch langfristig die **Standortqualität** beeinträchtigen und von **Investitions- und Niederlassungstätigkeiten** abschrecken. Auf der anderen Seite kann durch ein effektives dynamisches Verkehrsmanagement die Erreichbarkeit trotz hoher verkehrlicher Belastungen gewährleistet, und somit die **Standortattraktivität** für Unternehmen erhöht oder zumindest bewahrt werden. Dies könnte wiederum positive Auswirkungen auf die wirtschaftliche Attraktivität und die Schaffung von Arbeitsplätzen haben. Weiterhin können

sich noch **Beschäftigungseffekte** aus dem Aufbau und dem Betrieb der systemtechnischen Infrastruktur ergeben, auch wenn dies durch die Strategieimplementierung und den Strategiebetrieb nicht in hohem Maße zu erwarten ist.

Inwieweit Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements zur **wirtschaftlichen Entwicklung** und zur Standortattraktivität beitragen können, ist fallspezifisch zu untersuchen. Die Tatsache, dass Strategien nur im Bedarfsfall und somit möglicherweise nur selten und für kurze Zeit aktiviert werden, legt die Vermutung nahe, dass die Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung einer Region nicht allzu groß sind oder zumindest die Kausalität zwischen einer Veränderung der wirtschaftlichen Messgrößen und den Aktivitäten des dynamischen Verkehrsmanagements nur schwer herzustellen ist. Allerdings können Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements in Gebieten, in denen diese häufig aktiviert werden, je nach Ausgestaltung und Auswirkungen positive Effekte nach sich ziehen, da ein geregelter Verkehrsfluss ohne größere Zeitverlustzeiten ermöglicht wird. Schon das alleinige Wissen um ein funktionierendes Konzept und eine stabile und zuverlässige Güterversorgung und Erreichbarkeit kann bereits für positive wirtschaftliche Impulse sorgen.

Folgende Messgrößen können zusammenfassend einen Aufschluss über die volkswirtschaftlichen Wirkungen dynamischer Strategien geben:

- **Beschäftigungseffekte**, die sich durch den Aufbau und den Betrieb der systemtechnischen Infrastruktur sowie aus den Wirkungen der Strategien ergeben. Diese drücken sich beispielsweise in der Zahl der neu erschaffenen Arbeitsplätze oder der Änderung der Arbeitslosenquote aus;
- Veränderung des **Wirtschaftswachstums** in betrachteten Untersuchungsgebieten, gemessen in Prozent;
- Absolute oder prozentuale Veränderung der **Investitionstätigkeiten** gemessen an der Anzahl der Neugründungen bzw. Niederlassungen von Unternehmen oder der Veränderung des investierten Kapitals;
- Veränderung der **Gewerbesteuereinnahmen** in Geldeinheiten oder in Prozent;
- Veränderung des **Bruttoinlandsproduktes** im Untersuchungsgebiet in Geldeinheiten oder in Prozent.

Aufgrund der eher untergeordneten Bedeutung dieses Kriteriums sowie der aufwendigen Berechnungen bzw. des schwierigen Kausalitätsnachweises, genügt eine qualitative Betrachtung.

#### 4.4. Umsetzbarkeit

Bei einer Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement sind nicht nur die **Kriterien** zu beachten, welche die nicht-monetären und monetären Wirkungen messen, sondern auch solche, die sich **positiv oder negativ auf die Umsetzung** auswirken. Mögliche Hemmnisse, die der Planung, Implementierung und dem Betrieb im Wege stehen, sind rechtzeitig zu identifizieren. Diese beziehen sich sowohl auf die **endogene, ressourcenbasierte** als auch auf die **exogene, ‚marktbasierte‘** Seite. Auf der einen Seite sollten Strategien so konzipiert sein, dass sie mit den existierenden oder zukünftig zur Verfügung stehenden Mitteln realisiert werden können. Deswegen muss sichergestellt werden, dass die personellen, finanziellen und technischen (Hard- und Software) Ressourcen mittel- bis langfristig vorhanden und zuverlässig einsetzbar bzw. verfügbar sind. Auf der anderen Seite sind mögliche Hemmnisse zu identifizieren, die trotz aller günstigen, ressourcenbasierten Voraussetzungen dafür sorgen können, dass die Strategieumsetzung und schließlich auch die Zielerreichung nicht wie erwünscht erfolgen. Die gesamten Aspekte der Kategorie der ‚Umsetzbarkeit‘ werden nun in den folgenden Abschnitten näher beschrieben. Die einzelnen Kriterien umfassen

- die Aktivierungsdauer,
- die Zielkonflikte,
- die Akzeptanz und Verständlichkeit,

- die Kommunikation und Vernetzung sowie
- die Funktionalität und Zuverlässigkeit.

#### 4.4.1. Aktivierungsdauer

Strategien sollen möglichst **flexibel einsetzbar** und somit **schnell aktiviert** werden können, damit die Phase des instabilen und ungeordneten Verkehrszustandes möglichst kurz ist. Daher ist neben der generellen, vor allem auch die schnelle Umsetzbarkeit ein substanzielles Kriterium für eine wirkungsvolle Strategie im dynamischen Straßenverkehrsmanagement. Eine entscheidende Bedeutung bei dynamischen Strategien kommt daher der Aktivierungsdauer zu. Wie bereits in Kapitel 2.3.4 erläutert worden ist, beginnt die Aktivierungsdauer mit dem Auftreten einer Störung bzw. des Störungszustandes und endet mit dem Beginn der stabilen Phase im Störfall, was gleichbedeutend mit dem Ende der Chaosphase ist. Eine kurze Aktivierungsdauer ist vor allem dann umso wichtiger, je ausgeprägter die Störfallsituation und die damit verbundenen verkehrsbezogenen Probleme sind. Die **Aktivierungsdauer** hängt entscheidend davon ab, wie viele **Akteure** involviert sind, wie die **Kommunikations- und Entscheidungsregeln** gestaltet, und der **Handlungsablauf** definiert ist.

Neben der Aktivierungsdauer kann auch die **Deaktivierungsdauer** als Bewertungskriterium herangezogen werden. Allerdings ist für diesen Fall der Handlungsdruck bei weitem nicht so hoch einzuschätzen wie im Aktivierungsfall, da ausgehend von einem stabilen Zustand ein noch besserer Zustand, der Regelzustand, durch sukzessives Zurücknehmen der temporären Maßnahmen erreicht werden soll. Lediglich bei einer erneut zu erwartenden Chaosphase, die durch die Deaktivierung entstehen könnte, bis der Regelzustand wieder erreicht wird, sollte auch die Deaktivierungsphase im Bewertungsprozess bedacht werden. Im Rahmen dieser Arbeit soll lediglich die als bedeutsamer erscheinende Aktivierungsphase näher betrachtet werden.

Die Messgröße der **Aktivierungsdauer** ( $t_{Akt}$ ) ist die Zeit, angegeben in Minuten (oder auch Stunden), vom Auftreten des Störfalles bis zum Beginn der stabilen Phase im Störfall. Die Aktivierungsdauer setzt sich demnach aus den folgenden Komponenten zusammen:

- Die **Erfassungsdauer** ( $t_{Erf}$ ) gibt an, wie lange es dauert, bis ein real eingetretener Störfall auch als solcher erkannt und erfasst wurde. Für die Erfassungsdauer ist die verwendete Erfassungstechnik (z. B. automatisiert oder manuell) und die Art des Störfalles (z. B. Unfall oder langsame Staubbildung) ausschlaggebend;
- Die **Übertragungsdauer** ( $t_{Ütrag}$ ) gibt an, wie lange die Übertragung relevanter Störfallinformationen an die involvierten Entscheidungsträger dauert, aus denen sich eine Entscheidung ableiten lässt;
- Die **Entscheidungsdauer** ( $t_{Ent}$ ) gibt an, wie lange es dauert, bis die Entscheidungsträger zu einem Ergebnis gekommen sind. Die Entscheidungsfindung hängt in hohem Maße von den zur Verfügung stehenden Informationen und den zuvor festgelegten Entscheidungsregeln ab;
- Die **Kommunikationsdauer** ( $t_{Kom}$ ) gibt an, wie lange es dauert, bis die Strategieentscheidung an alle an der Strategieumsetzung beteiligten Akteure übermittelt worden ist;
- Die **Umsetzungsdauer** ( $t_{Um}$ ) gibt an, wie lange es dauert, bis alle Maßnahmen und systemtechnischen Komponenten, beispielsweise zur Verkehrsführung oder zur Information der Verkehrsteilnehmer, aktiviert worden sind. Je mehr Systeme und Maßnahmen und je aufwendiger deren Aktivierung, u. a. bei der Bereitstellung von Busersatzverkehren, desto länger wird die Umsetzung dauern; (vgl. FGSV (2011), S. 16)
- Die **Übergangsdauer** ( $t_{Ügang}$ ) gibt an, wie lange es dauert, bis der gewünschte stabile Verkehrszustand erreicht wird (Ende der Chaosphase), nachdem alle bzw. eine Teilmenge an Systemen und Maßnahmen aktiviert wurden.

Die folgende Abbildung 29 stellt den Gesamtprozess der Aktivierungsdauer mitsamt seinen Einzelkomponenten qualitativ dar. Es ist davon auszugehen, dass die Aktivierungsdauer nicht der

Summe der Zeitdauern der Einzelprozesse entspricht ( $t_{Akt,max}$ ), sondern, dass sich einzelne Prozesse überlagern können und im besten Fall sollen, so dass der realistische Wert der Aktivierungsdauer ( $t_{Akt,real}$ ) um den Wert  $\Delta t$  entsprechend kleiner ist. Ziel sollte es daher schon bei der Strategieentwicklung sein, die Dauer der einzelnen Teilprozesse nach Möglichkeit zu optimieren und, so weit wie möglich, verschiedene Prozesse zeitweise parallel durchzuführen.

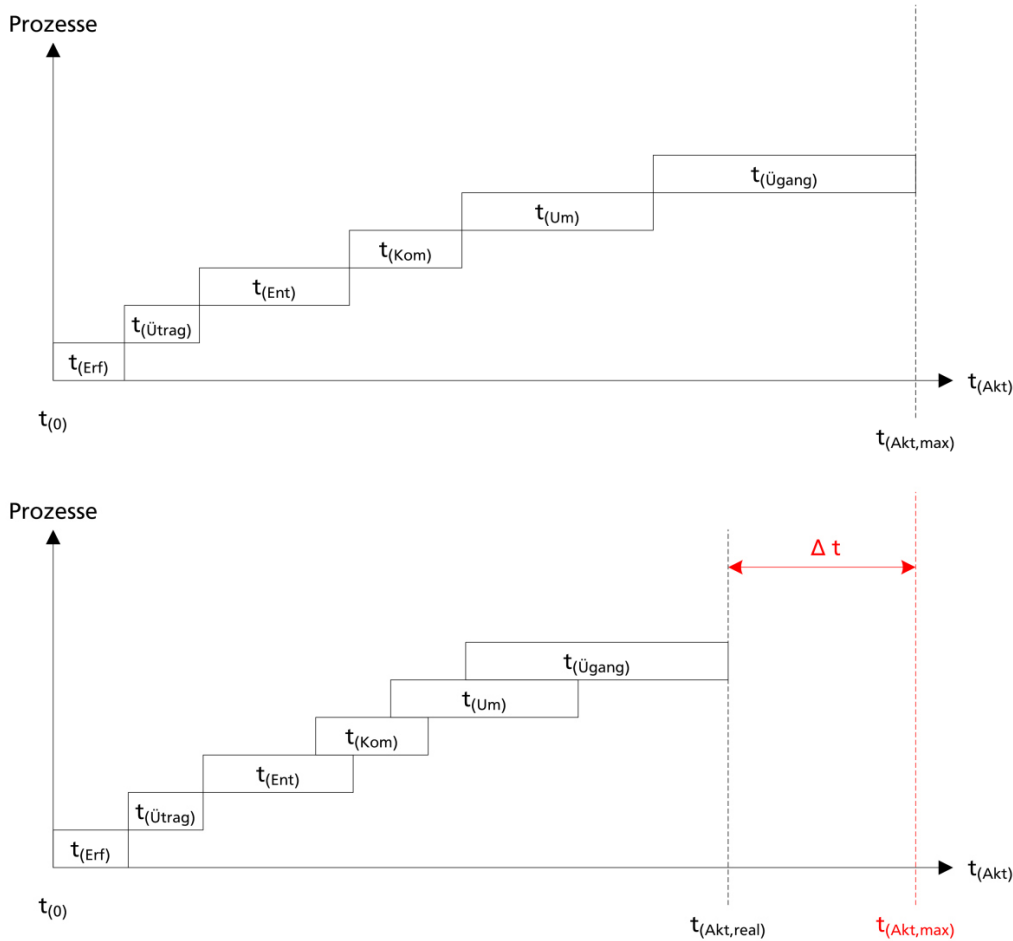


Abbildung 29: Qualitative Darstellung der Aktivierungsdauer mit und ohne prozessualer Überlagerung (eigene Darstellung).

Die Aktivierungsdauer hängt ganz wesentlich davon ab, ob der gesamte Handlungsablauf **automatisch** (closed loop) erfolgt oder durch **manuelle** Eingriffe gekennzeichnet ist (open loop). Die Aktivierungszeit eines automatisierten Ablaufs ist durch die geringen Zeitverluste aufgrund von Entscheidungs- oder Reaktionsprozessen schneller als dies bei manuellen Eingriffen der Fall ist.

#### 4.4.2. Zielkonflikte

In den vorangegangenen Abschnitten wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Zieldefinition bei der Strategieentwicklung eine **zentrale Bedeutung** zukommt, da sie für die Bewertung und der Feststellung der Wirksamkeit einer Strategie benötigt wird. Allerdings ist dabei ebenfalls zu beachten, dass sich Maßnahmen, die zur Verbesserung eines Zielbereichs beitragen sollen, auch negative Auswirkungen auf einen anderen haben können. Beispielsweise kann es im Sinne eines besseren Verkehrsflusses auf der einen Seite zwar sinnvoll sein, Verkehrsströme umzuleiten. Dies kann auf der anderen Seite jedoch dazu führen, dass sich durch die Umleitung Anwohner belästigt fühlen, die ohne den Strategieeinsatz nicht von den negativen Auswirkungen (z. B. Lärm, Erschütterungen) betroffen waren. Auch die Zielvorstellungen bestimmter Interessensvertreter abseits des Verkehrssektors, wie z. B. von Wirtschaftsverbänden, können durch bestimmte Maßnahmen des dynamischen Verkehrsmanagements konterkariert werden. Temporäre Durchfahrtsbeschränkung für den Lkw-Verkehr können einerseits zwar sinnvoll zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens oder der

Immissionsbelastung in einem Stadtgebiet sein, andererseits können sie negative Auswirkungen auf den Wirtschaftsverkehr und die wirtschaftliche Entwicklung einer Region haben. Mit der Thematik der Zielkonflikte im dynamischen Verkehrsmanagement hat sich Grahl (2014) im Rahmen der Forschungsarbeit ‚Zielkonflikte im dynamischen Verkehrsmanagement‘<sup>11</sup> auseinandergesetzt. Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

Zur Identifizierung von Zielkonflikten ist es zunächst notwendig, die **Ziele verschiedener Beteiligter** Gruppen zu benennen. Die direkt und indirekt beteiligten Gruppen und deren prinzipielle Zielvorstellungen sind bereits im Kapitel 2.3.1 benannt worden. Die nachfolgende Tabelle 21 konkretisiert diese Ausführungen und spezifiziert die Zielvorstellungen der mittels einer Strategie involvierten Beteiligten.

Beteiligte	Ziele
<b>Akteure</b>	
Baulastträger Autobahn Baulastträger Landstraße	stabiler Verkehrsfluss, Stauvermeidung, gleichmäßige Netzauslastung, Unfallvermeidung, zuverlässige Nutzbarkeit durch (sichere) Erfüllung der notwendigen Instandhaltungsarbeiten, hohe wirtschaftliche Effizienz
Baulastträger Hauptverkehrsstraße (ggf. Erschließungsstraße)	stabiler Verkehrsfluss, Stauvermeidung, Unfallvermeidung, zuverlässige Nutzbarkeit durch (sichere) Erfüllung der notwendigen Instandhaltungsarbeiten, hohe wirtschaftliche Effizienz, bestmögliche Erfüllung der Anforderungen ÖV, Rad- und Fußgängerverkehr
ÖV - Betreiber (Tram, Bus, Stadtbahn)	Fahrpläneinhaltung bei Regel- und Sonderverkehr, Anschlusssicherung, planmäßiger Fahrzeugumlauf, zuverlässige Nutzbarkeit durch (sichere) Erfüllung der notwendigen Instandhaltungsarbeiten, hohe wirtschaftliche Effizienz
Parkhausbetreiber	hohe Auslastung des Parkraums, angepasste Zielführung
Veranstalter	zeitgerechter Besucherverkehr, planmäßiger und störungsfreier Veranstaltungsverlauf, wirtschaftlicher Erfolg
Polizei, Feuerwehr	Störfallprävention, schnelle Hilfe bei Störfällen, Sicherheitsprävention
<b>Verkehrsteilnehmer</b>	
MIV Quelle	Erreichbarkeit, optimale Wege, Parken
MIV Transit	kurze Reisezeit, Möglichkeit der Nutzung geeigneter Routen
ÖV - Fahrgäste	Erreichbarkeit, Fahrpläneinhaltung, kurze Wege
Radverkehr	sicheres und unbeeinträchtigtes Fahren, kurze Wege
Fußgänger	sicheres und unbeeinträchtigtes Gehen, kurze Wege
<b>Betroffene</b>	
Anlieger privat, gewerblich	Erreichbarkeit, Mehrbelastungen minimieren
Umweltsensible Bereiche	keine oder nur geringe Mehrbelastungen

Tabelle 21: Ziele verschiedener Beteiligter dynamischer Verkehrsmanagementstrategien (vgl. Grahl (2014), S. 3).

Zielkonflikte ergeben sich aus den sich entgegenstehenden Zielvorstellungen potentieller Konfliktparteien. Diese lassen sich daher nicht quantifizieren und demnach nur qualitativ beschreiben,

<sup>11</sup> Die Forschungsarbeit wurde beauftragt durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (unter FE-Nr. 03.465/2010/KGB).

so dass auch keine Messgrößen angegeben werden können. Einige mögliche Konfliktkonstellationen sollen im Folgenden beispielhaft angeführt werden.

- **Verkehrliche Zielkonflikte** (z. B. zwischen verschiedenen Verkehrsarten (ÖV-Beschleunigung contra MIV, MIV contra Fußgänger- und/oder Radverkehr schnelle Umsetzung contra stabiler Verkehrsfluss));
- **Ökonomische Zielkonflikte** (z. B. temporäre Durchfahrverbote für den Güterverkehr contra wirtschaftliche Interessen);
- **Ökologische Zielkonflikte** (z. B. temporäre Umleitungen contra Energieverbrauch, temporäre Pfortnerung contra Emissionsverlagerung);
- **Gesellschaftliche Zielkonflikte** (z. B. Alternativrouten contra Lärmbelastung in Wohngebieten, temporäre Umleitungen und Durchfahrrestriktionen contra Erreichbarkeit);
- **Organisatorische Zielkonflikte** (z. B. zwischen verschiedenen VM- Akteuren, VM-Akteure contra andere Bereiche des Aufgabenträgers (Stadtplanung, Umweltbehörde, Bauasträger (z. B. Straßeninstandhaltung contra notwendige Verkehrskapazität)), VM-Akteure contra außerbehördliche Organisationen (z. B. Verkehrsverantwortliche contra Veranstalter, Sicherheitskräfte));
- **Personale Zielkonflikte** (z. B. schnelle Umsetzung contra Leistungsfähigkeit des Personals (u. a. Stress, Kompetenzen, Verfügbarkeit));
- **Systemtechnische Zielkonflikte** (z. B. kollektive contra individuelle Systeme, Innovation contra Systemzuverlässigkeit);
- **Sicherheitsrelevante Zielkonflikte** (z. B. schnelles und sicheres Eingreifen der Einsatzkräfte durch Sperrungen contra minimale Verkehrsrestriktionen, temporäre Seitenstreifenfreigabe contra Sicherheitsrisiko im Fall von Pannen oder Unfällen). (vgl. bzgl. der gesamten Aufzählung Grahl (2014), S. 2ff.)

Die **Integration der Belange der verschiedenen Beteiligten** ist von elementarer Bedeutung und muss dezidiert analysiert werden. Während Akteure an einer wirkungsvollen, möglichst wirtschaftlichen Strategie interessiert sind, ist für die Verkehrsteilnehmer wichtig, möglichst schnell (Geschwindigkeitsbeschränkungen), ohne größere Umwege und Mehrkosten und in einem angenehmen Verkehrsfluss ihr Ziel zu erreichen. Für andere Betroffene steht die Wahrung der jeweiligen Interessen im Vordergrund, welche ökonomischer (keine Nachteile für gewerbliche Aktivitäten), ökologischer (Natur- und Ressourcenschutz) und sozialer (keine zusätzlichen Lärm- und Schadstoffbelastungen) Art sein können.

Eine Strategie muss daher **ausgewogen** konzipiert und **kompromissorientiert** sein, auch wenn dies zur Konsequenz hat, dass eine Strategie ausgewählt wird, die aus Sicht des Verkehrsmanagements in der Bewertungsrangfolge nicht an erster Position rangiert, aber den höchsten Konsens unter den Beteiligten erwarten lässt. Der Kompromissbereitschaft sind allerdings auch Grenzen gesetzt, sobald die Gefahr besteht, dass die gesetzten Ziele und notwendigen Wirkungen oder gesetzlichen Anforderungen nicht erreicht werden können. Auf diesem Grund ist es notwendig, dass die verschiedenen Interessen und Ziele gesammelt, priorisiert und bei der Strategieplanung und -implementierung seitens der Akteure vorsichtig gegeneinander abgewogen werden. Eine mögliche Methode zur Abwägung der verschiedenen Ziele ist die in Kapitel 3.2.4.6 vorgestellte **Zielkonfliktanalyse**.

#### 4.4.3. Akzeptanz und Verständlichkeit

Die Effektivität einer Strategie hängt im Wesentlichen davon ab, ob die **Handlungsanweisungen** von den Verkehrsteilnehmern **verstanden, befolgt und somit akzeptiert** werden. Die Akzeptanz wird darin als „*die positive, bejahende Einstellung eines Akzeptanzsubjektes gegenüber einem Objekt*“, wie z. B. Verkehrsinformationen, verstanden (Boltze et al. (2014), S. 42). Die Akzeptanz lässt sich nicht



ausschließlich über Auswertungen von Daten ermitteln und wird häufig mit induziertem Verhalten verwechselt, in welcher eine Verhaltensänderung nicht aus Überzeugung, sondern durch die Beeinflussung Dritter erfolgt. Die Akzeptanz kann daher am besten über **Befragungen** (Empfindungen, Gründe für (Nicht-)Befolgung) oder **Beobachtungen** (Geschwindigkeiten, Abstände, Unfälle) ermittelt werden (Breser et al. (2011), S. 13). Zur Messung der Akzeptanz kann darum der Befolgungsgrad dienlich sein. Der **Befolgungsgrad** ist „die messbare Wirkung einer Anordnung oder Empfehlung“ (Boltze et al. (2014), S. 45). Der Befolgungsgrad gibt den prozentualen Anteil der Verkehrsteilnehmer an, welche die über etwaige Informationskanäle bereitgestellten Handlungsanweisungen oder -empfehlungen des Verkehrsmanagements und anderer Quellen befolgen. Wermuth und Wulff haben in einer Untersuchung aus dem Jahr 2008 den Befolgungsgrad sogar als einen der stärksten Einflussfaktoren für die Umsetzung von Strategien hervorgehoben, wie es in der Abbildung 30 schematisch dargestellt ist (vgl. Wermuth/Wulff (2008), S. 12ff.). Demnach ergibt sich eine entlastende Wirkung erst bei einem entsprechend hohem Befolgungsgrad einer Strategie. Die real eintretende Entlastungswirkung nimmt wiederum Einfluss auf die Strategieplanung und mögliche Modifikationen.

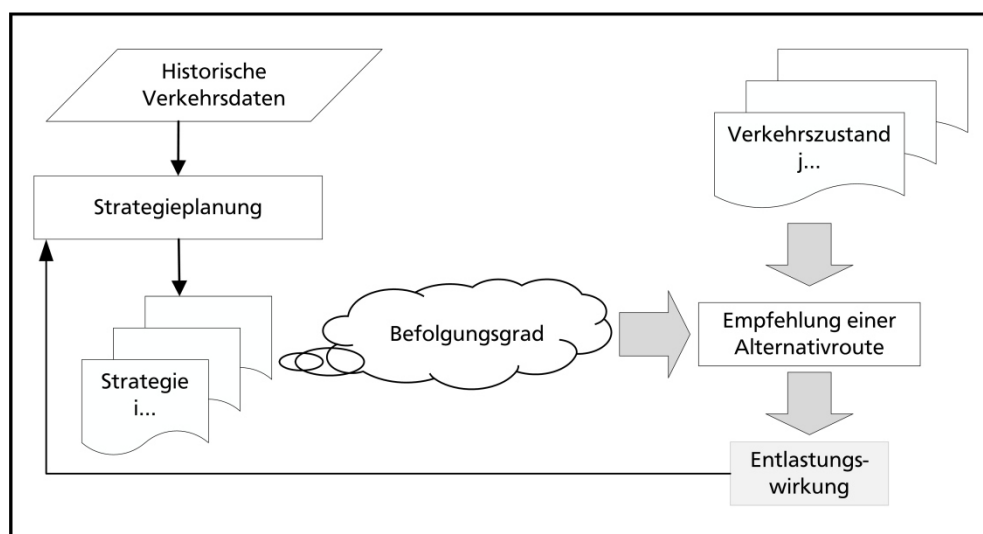


Abbildung 30: System der Verkehrsbeeinflussung (entnommen aus Wermuth/Wulff (2008), S. 13).

Wermuth und Wulff (2008) konstatierten, dass eine genaue, quantitative Vorhersage des Befolgungsgrades für Verkehrsbeeinflussungsanlagen im Kontext von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements nicht allgemein gültig möglich sei. Der Befolgungsgrad wird insbesondere von der **Störfallart**, von **Netz- und Umfeldbedingungen** sowie von der **Länge der Fahrtstrecke** und dem davon abhängigen **Umwegfaktor** beeinflusst (vgl. Wermuth/Wulff (2008), S. 13). Anhand einer Auswertung bestehender nationaler und internationaler Literatur haben Wermuth und Wulff wichtige statische und dynamische Einflussfaktoren zusammengefügt, welche für eine qualitative Abschätzung des Befolgungsgrades mindestens zu beachten seien.<sup>12</sup> Statische Faktoren gelten hierbei unabhängig von einzelnen Störfällen, dynamische Faktoren sind hingegen vom jeweiligen Störfall abhängig, bzw. können für jeden Fall separat beeinflusst werden. Die Faktoren mit hoher Wichtigkeit werden in Tabelle 22 dargestellt.

<sup>12</sup> Die Untersuchung von Wermuth und Wulff beinhalten z. T. Erkenntnisse der Dissertation von Tsavachidis (2002) mit dem Titel ‚Modellierung und empirische Untersuchung des Routenwahlverhaltens in einem multivariaten Entscheidungskontext‘.

Statische Einflussfaktoren	Dynamische Einflussfaktoren
Quelle und Ziel, Fahrtweite	vorherrschende Verkehrsdichte, Netz
vorhandene Alternativen der Fahrtbeziehung	eigene Beobachtung, Fahrer
bekannte Alternativen der Fahrtbeziehung	Informationsumfeld (kollektiv, individuell)
Länge der Alternativroute → Reisezeit	Ursache der Störung
Ortskenntnis/Fahrerfahrung	Anzeige ‚Ausprägung‘
Präferenzen und Systemakzeptanz	Anzeige ‚Ursache‘
Perzeption	Anzeige ‚Verhaltensempfehlung‘
	Anzeige ‚Verkehrszustandsbeschreibung/-prognose‘

Tabelle 22: Statische und dynamische Einflussfaktoren auf den Befolgungsgrad  
(eigene Darstellung nach Wermuth/Wulff (2008), S. 29).

Weitergehende Analysen zur Akzeptanz dynamischer Routenwahlempfehlungen unter Berücksichtigung von situationsangepassten Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen sind in einigen weiteren Projekten vorgenommen worden, deren wesentliche Erkenntnisse im Folgenden kurz dargestellt werden.

Boltze et al. (2014) haben in einer Studie den Nutzen von Verkehrsinformationen für die Verkehrssicherheit untersucht. Im Rahmen dieser Arbeit sind auch die Akzeptanz und der Befolgungsgrad näher analysiert worden. Der **korrekte Inhalt** einer Verkehrsmeldung ist dabei maßgebend für die Zufriedenheit und Akzeptanz. Unnötige Restriktionen wirken sich hingegen nachteilig auf die Akzeptanz aus. Die **Qualität der vermittelten Informationen** gewinnt zudem an Relevanz, womit neben der Aktualität und Zuverlässigkeit auch eine **Individualisierung**, die Berücksichtigung der Position des Fahrers und eine ständige Verfügbarkeit subsumiert werden. Der Befolgungsgrad hängt davon ab, ob das System eine hohe **Datenqualität** bietet, überall und jederzeit verfügbar ist, geringe Kosten verursacht, den Datenschutz gewährleistet und sicher und komfortabel nutzbar ist. (vgl. Boltze et al. (2014), S. 42ff.)

Breser et al. (2011) haben verschiedene Systeme für den motorisierten Individualverkehr und den Rad- und Fußgängerverkehr hinsichtlich der Akzeptanz und der daraus folgenden verkehrlichen Wirkungen analysiert. Die Analysen zeigen, dass der Verkehrsteilnehmer vor allem den **Grund für die Maßnahmen** verstehen möchte (Breser et al. (2011), S. 16).

In einer weiteren Untersuchung von Schwarz und Schaufelberger (2004) sind Verlagerungseffekte aufgrund von Routenempfehlungen durch dynamische, situationsabhängige Verkehrsinformationen sowie deren Verbreitungsmedien (Radio, Navigation, Mobilfunk, etc.) untersucht worden. Einfluss auf die Akzeptanz nimmt gemäß der Studie auch hier v. a. der **Inhalt der Meldung** (z. B. Gefahrenmeldung). Die Qualität und **Glaubwürdigkeit** der Informationen spielen darüber hinaus eine ebenso bedeutende Rolle wie die **Übereinstimmung mit anderen Anzeigen**. In der Studie wurde ferner herausgefunden, dass der Zusammenhang zwischen der Akzeptanz von Verkehrsinformationen und verkehrlicher Wirkungen aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren nur schwer nachzuweisen ist. (vgl. Schwarz/Schaukelberger (2004), S. 57ff.)

Entsprechend einer Untersuchung von Steinhoff (2003) bezüglich der Akzeptanz und Wirksamkeit präventiver Maßnahmen durch Streckenbeeinflussungsanlagen ist festgestellt worden, dass Akzeptanzprobleme vor allem dann entstehen, wenn der Verkehrsteilnehmer keinen Zusammenhang zwischen der Anzeige und der realen Verkehrssituation erkennt. Die **Aktualität** und die **Widerspruchsfreiheit** sind demnach auch nach dieser Studie von großer Bedeutung für die Akzeptanz. (vgl. Steinhoff (2003), S. 126f.)

Die FGSV (2007) hat sich ebenfalls mit der Wirksamkeitsabschätzung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (u. a. Netz-, Strecken- und Knotenpunktbeeinflussungsanlagen) befasst. Der Veröffentlichung ist zu entnehmen, dass, je kleiner die **Masche** und der **Umwegfaktor** sind, desto

größer ist der Befolgungsgrad. Zudem erhöhen situationsangepasste Zusatzinformationen die Akzeptanz. (vgl. FGSV (2007), S. 11)

Grahl und Sander (2007) haben die Wirksamkeit von dynamischen Wegweisern mit integrierten Stauinformationen (kurz: dWiSta) untersucht. Dabei ist ein Pilotprojekt im Raum Leipzig begleitet worden, in dem drei Autobahn-Knotenpunkte und acht Anschlussstellen mit einem dWiSta System untersucht und die verkehrlichen und wirtschaftlichen Wirkungen bewertet worden sind. Relevant für die Akzeptanz sind laut der Untersuchung die Aktualität und der **Gehalt der Informationen**. Der Befolgungsgrad ist gemäß dieser Studie abhängig von der Größe des Umwegfaktors, der **Ortskundigkeit** der Verkehrsteilnehmer, der **Verkehrszusammensetzung** und den **persönlichen Erfahrungswerten**. (vgl. Grahl/Sander (2007), S. 54)

Zusätzlich zu diesen Faktoren benennt eine weitere Studie aus dem Jahre 2005 primär **menschliche Faktoren**, wie beispielsweise Alter und Erfassungsgeschwindigkeit des Verkehrsteilnehmers, die Einfluss auf die Akzeptanz nehmen. (vgl. FSS (2005), S. 14f.)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Akzeptanz und damit auch der Befolgungsgrad von verschiedenen Faktoren abhängen:

- von der zu erwartenden (wahrgenommenen) Verbindungsqualität,
- von den Nutzungsbedingungen und Nutzungskosten,
- vom Informationssystem, der Verfügbarkeit des Endgeräts und der Empfangsbereitschaft des Reisenden,
- von der Aufbereitungsform, der Darstellungsweise und dem Zeitpunkt der Informationsversorgung,
- von der Konsistenz der Informationen, die den Reisenden über verschiedene Medien erreichen,
- von der Qualität der Informationen (v. a. Aktualität, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Individualisierung),
- von individuellen Gewohnheiten und Präferenzen (menschliche Faktoren),
- vom korrekten Inhalt der Information und von der Übereinstimmung mit der wahrgenommenen Verkehrssituation (Glaubwürdigkeit und Widerspruchsfreiheit),
- von der Angabe von Gründen für Verkehrslenkungsmaßnahmen,
- von der Größe der Netzmasche und Höhe des Umwegfaktors,
- von der Ortskundigkeit der Verkehrsteilnehmer,
- von menschlichen Faktoren (z. B. Alter, Erfassungsgeschwindigkeit).

Die Akzeptanz und Verständlichkeit bzw. der Befolgungsgrad lassen sich vor der Implementierung aufgrund der schwierigen Quantifizierung und aus Aufwandsgründen nur qualitativ bewerten. Während und nach der Betriebsphase können und sollten Daten aus Beobachtungen, Befragungen oder Messungen gewonnen werden, anhand derer sich das Kriterium genauer bewerten lässt.

#### 4.4.4. Kommunikation und Vernetzung

Strategien können nur dann wirkungsvoll umgesetzt werden, wenn die Handlungsanweisungen eindeutig kommuniziert werden. Dabei ist die interne von der externen Kommunikation zu unterscheiden. Während sich die **interne Kommunikation** auf die an der Strategieumsetzung beteiligten Akteure bezieht, geht es bei der **externen Kommunikation** insbesondere um die Informationsversorgung der Verkehrsteilnehmer. Für eine reibungslose und vor allem schnelle Umsetzung ist es daher notwendig, dass die Verantwortlichkeiten, Befehls- und Entscheidungsketten sowie einzelne Handlungsanweisungen für alle involvierten Institutionen verständlich aufgebaut und formuliert werden. Ablauf- und Kommunikationsprozesse können diesbezüglich mittels Handbüchern und Flussdiagrammen verständlich dargestellt werden. **Unnötige Komplexitäten** und **Redundanzen** sollten **vermieden** werden, da dadurch die Gefahr entsteht, dass sie von dem einen oder anderen Anwender nicht richtig verstanden werden und somit die Aktivierungsdauer unnötig verlängert wird oder gar falsche Entscheidungen getroffen werden.

Eine Strategie kann durch Einbeziehung zahlreicher Maßnahmen und Akteure und je nach Ausgestaltung sehr komplex werden, insbesondere dann, wenn eine Strategie gebietsübergreifend verschiedene Zuständigkeitsbereiche, Datenformate und Schnittstellen umfasst und zudem den (intermodalen) Einsatz verschiedener Verkehrsträger erfordert. Die **Komplexität** einer Strategie erstreckt sich auf zwei wesentliche Bereiche. Zum einen auf die Anzahl und dem Zusammenspiel verschiedener **Maßnahmen** und den damit verbundenen systemtechnischen Komponenten, zum anderen auf die **involvierten Akteure** und den dahinterstehenden Prozessen (siehe dazu auch Kapitel 2.4.2). Für beide Bereiche gilt, je höher die Komplexität, desto schwerer ist die Umsetzung zügig und fehlerfrei zu vollziehen, da mit der Anzahl der Akteure und systemtechnischen Komponenten auch die **Fehleranfälligkeit** auf der technischen und kommunikativen Ebene steigt. Demzufolge ist ein Vernetzungskonzept notwendig, in welchem die entsprechenden Kommunikationsstrukturen derart angelegt sind, dass ein schnelles Erkennen einer Störfallsituation und ein schnelles Umsetzen der entsprechenden Strategie möglich sind. Die in Betracht kommenden Vernetzungsformen sind bereits in Kapitel 2.3.5 vorgestellt worden und beinhalten die lokale, die monozentrische, die polyzentrische Vernetzung sowie die aus diesen Grundformen resultierenden Mischformen.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass für Strategien in den meisten Fällen keine neuen Vernetzungsstrukturen geschaffen werden, sondern diese in bestehende Vernetzungsformen integriert werden müssen. Daher ist darauf zu achten, dass geplante Strategien auf der organisatorisch-institutionellen, technisch-physischen und konzeptionell-funktionalen Ebene **integrierbar** sind. Ist dies nicht der Fall, muss eingehend geprüft werden, ob notwendige Anpassungen der Vernetzungsstruktur zur Umsetzung einer Strategie zu rechtfertigen sind. Dies betrifft insbesondere Änderungen auf der technisch-physischen Ebene (z. B. neue Soft- und Hardware) und den damit einhergehenden Prozessen der Um- und Einstellung neuer Systeme (z. B. Dauer und Aufwand der Implementierung, Weiterbildung des Personals, technische und personelle Fehleranfälligkeit zu Beginn der Systemeinführung). Aber auch Änderungen auf der organisatorisch-institutionellen Ebene (z. B. Kommunikationsprozesse, Entscheidungsabläufe) sind auf ihre funktionale und finanzielle Machbarkeit hin zu überprüfen.

Für die Bewertung der Kommunikation und Vernetzung sind keine eindeutigen Messgrößen identifiziert worden, die eine sinnvolle Quantifizierung erlauben. Daher sollen an dieser Stelle einige mögliche Fragestellungen aufgezählt werden, die eine qualitative Bewertung unterstützen und als mögliche Checkliste dienlich sein können.

- Sind relevante Akteure sowie Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiche in einer Strategie festgelegt worden?
- Sind zudem klare Kommunikations- und Entscheidungswege sowie Handlungsbefehle festgelegt worden (wer ist mit wem zu vernetzen, wie ist zu vernetzen (zentral/dezentral), wer trifft welche Entscheidungen)?
- Sind eindeutige Entscheidungsregeln und -abläufe festgelegt worden? (z. B. in Form eines Leitfadens?)
- Werden unnötige Kommunikationswege (Redundanzen) vermieden?
- Ist die Kompatibilität und Funktionsfähigkeit der technisch-physischen Ebene, insbesondere bei der Integration neuer systemtechnischer Komponenten für den Strategiebetrieb gewährleistet (Daten, Hard- und Software)?
- Sind die konzeptionell-funktionalen Elemente sichergestellt (Erreichbarkeiten der Akteure in einer Störfallsituation, Bedienbarkeit der technischen Anlagen)?
- Ist die organisatorisch-institutionelle Kompatibilität sichergestellt (Vereinbarungen zwischen verschiedenen Zuständigkeitsbereichen für die Strategieaktivierung und den Strategiebetrieb)?
- Ist die für eine schnellstmögliche Aktivierung und zuverlässige Ausführung einer Strategie günstigste Vernetzungsform gewählt worden, insbesondere bei zuständigkeitsübergreifenden Strategien?

- Ist durch die Vernetzungsform eine frühzeitige visuelle und auditive Informationsversorgung der Verkehrsteilnehmer gewährleistet?
- Sind neue technische und/oder prozessuale Elemente einer Strategie in bestehende Strukturen integrierbar?
- Besteht ein einheitliches Verständnis über etwaige Begriffe, Zeichen und Symbole?

An dieser Stelle zeigt sich deutlich, dass viele der hier aufgeführten Kriterien sich gegenseitig beeinflussen. So haben die Auswahl der Vernetzungsform und Kommunikationsabläufe einen hohen Einfluss auf die Dauer der Aktivierungsphase und auf die zuvor beschriebene Akzeptanz bzw. den Befolgungsgrad auf Seiten der Verkehrsteilnehmer.

#### 4.4.5. Funktionalität und Zuverlässigkeit

Eine Strategie sollte **robust** gegenüber geringfügigen Änderungen der Ausgangssituation oder unerwartete Einwirkungen auf die Situation während der Strategiephase sein. Da sich in der Zukunft liegende Störfallsituationen mit den dazugehörigen Bestandteilen eines spezifischen Störfallereignisses, den daraus resultierenden Problemen und sonstigen, begleitenden Zuständen nie mit absoluter Sicherheit exakt voraussehen lassen, muss bei der Strategieentwicklung immer mit gewissen **Unsicherheiten** gerechnet werden. Diese Unsicherheiten machen es notwendig, dass eine Strategie so gestaltet sein sollte, dass diese auch dann noch die gewünschte Funktionalität und Wirkung entfaltet, wenn sich aus unvorhersehbaren Gründen und Einflüssen geringfügige Änderungen der prognostizierten Störfallsituation ergeben. Strategien, die durch solche geringfügigen Änderungen ihre Leistungs- und Funktionsfähigkeit verlieren, sind kritisch zu betrachten, da die Entwicklungs- und Investitionskosten eine solch fragile Strategie, je nach Ausgestaltung und Aufwand, nicht rechtfertigen würden. Sind die Änderungen der Ausgangssituation, für die eine Strategie entwickelt wurde, allerdings zu groß und von permanenter Natur, sind entweder neue Strategien für die neue Störfallsituation zu erarbeiten oder zumindest die ursprünglichen Strategien entsprechend den veränderten Rahmenbedingungen anzupassen. Weiterhin sollte in diesem Zusammenhang eine Strategie auch bei mehrmaliger Anwendung über einen bestimmten Zeitraum ihre Zuverlässigkeit unter Beweis stellen. Damit die Funktionalität und Zuverlässigkeit sichergestellt werden, ist zu gewährleisten, dass die **personellen** und **technischen** (Hard- und Software) Mittel im Störfall vorhanden und zuverlässig einsetzbar sind. Für Strategien, die z. B. den temporären Einsatz des ÖPNV erfordern, sind die Personalressourcen sowie die Reaktionszeiten für etwaige Ersatzverkehre zu berücksichtigen. (vgl. FGSV (2011), S. 16)

Für das Kriterium der Funktionalität und Zuverlässigkeit gibt es ebenfalls keine eindeutig quantitative Messgröße. Daher ist die Bewertung dieses Kriteriums nur qualitativ, unter Berücksichtigung der folgenden Punkte, durchzuführen.

- **Einsatzort:** Für die räumliche Einsatzbereitschaft ist bei der Bewertung zu überprüfen, ob eine Strategie punktuell (z. B. für einen einzelnen Knotenpunkt), korridorbezogen (z. B. für Hauptachsen, Autobahnabschnitte) oder netzbezogen (z. B. für ganze Stadtgebiete) zur Anwendung kommen soll. Je größer der anvisierte Abdeckungsbereich und die Anzahl möglicher Störfallorte, desto flexibler sind die Strategien zu gestalten.
- **Einsatzzeitpunkt:** Hier gilt es zu bewerten, ob der Strategieeinsatz jederzeit möglich sein soll, beispielsweise nur an Werk- oder auch an Sonn- und Feiertagen, nur tagsüber oder auch nachts.
- **Einsatzdauer:** Es ist zu gewährleisten, dass eine Strategie die erwünschten Wirkungen auch für unterschiedliche Einsatzdauern leisten kann. Personelle und systemtechnische Komponenten müssen ihre Zuverlässigkeit und Funktionalität nicht nur bei kurzfristigen Störfallereignissen (z. B. bei Unfällen oder temporär auftretenden Verkehrsüberlastungen), sondern auch bei länger anhaltenden Störfällen (z. B. bei Großveranstaltungen, Baustellen) über die gesamte Dauer beweisen.

- **Ressourcen:** Es muss sichergestellt werden, dass über alle Strategiephasen, angefangen von der Planung über die Implementierung bis hin zum Strategiebetrieb, die nötigen Ressourcen zur Verfügung stehen. Diese beinhalten vor allem Zeit, Technik, Personal und finanzielle Mittel. Der Faktor Zeit spielt insbesondere bei der Planung und Implementierung eine bedeutende Rolle, da Zeitknappheit möglicherweise dazu führt, dass Analyse- und Bewertungsprozesse nur unzureichend ausgeführt werden und somit ggfs. Strategien entwickelt werden, die nicht optimal auf die Störfallsituationen zugeschnitten sind. Kompetente Mitarbeiter/innen, mit dem relevanten Fachwissen und Erfahrungswerten sind ebenfalls nötig, um effektive Strategien zu entwickeln. Ferner ist ebenso ein gut geschultes und zuverlässiges Personal für den Strategiebetrieb notwendig und mögliche Ausfälle sind entsprechend zu kompensieren. Die technische Infrastruktur muss ebenfalls die nötige Qualität und Zuverlässigkeit für einen kurzfristigen und schnellen Einsatz aufweisen.

#### 4.5. Zwischenfazit

In diesem Kapitel wurden die wesentlichen Kriterien für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement definiert und beschrieben. Dazu wurden auf Basis bisheriger Veröffentlichungen eine Auswahl an allgemein gültigen und verkehrsrelevanten Kriterien aufgezeigt, welche um spezifische Kriterien im Kontext dynamischer Strategien ergänzt wurden. Die Kriterien sind anschließend strukturiert bzw. kategorisiert und in den Kapiteln 4.2 bis 4.4 näher beschrieben und ihre Relevanz dargelegt worden. Die identifizierten Kriterien sind zudem im Rahmen der Expertengespräche diskutiert und verifiziert worden. Sie können den folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- **verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen,**
- **wirtschaftliche Wirkungen** und
- **Umsetzbarkeit.**

Einen Überblick über die verschiedenen Kriterien und deren Mess- und Kenngrößen ist der **Anlage 8** sowie der **Abbildung L 2** dieser Arbeit zu entnehmen.

Die Kosten und der Nutzen stellen wesentliche Kriterien dar, die sich über alle Strategiephasen und auf alle Beteiligten beziehen. Auf der Akteursseite spielt vor allem das zur Verfügung stehende Budget eine große Rolle. Kosten, die während der Planungs-, Implementierungs-, und Betriebsphase sowohl für die einzelnen Prozesse als auch Produkte anfallen, sind dabei zu berücksichtigen und können je nach vorhandenem Budget die Strategieentwicklung, -bewertung und letztlich die Strategieauswahl wesentlich beeinflussen. Weiterhin sind die entstehenden Kosten auch gegenüber sonstigen Betroffenen bzw. der Allgemeinheit zu rechtfertigen, da diese letztlich die Kosten durch Steuern und Gebühren finanziert. Somit sollte auch der zu erwartende Nutzen auf Seiten der Allgemeinheit ermittelt und den zu erwartenden Kosten gegenübergestellt werden. Für die Verkehrsteilnehmer ergeben sich Kosten in einer konkreten Störfallsituation in Form von erhöhten Kraftstoff- oder Zeitkosten. Hier gilt es zu überprüfen, in wie fern den Verkehrsteilnehmern Kosten und Nutzen im ‚Mit‘-Fall im Vergleich zum ‚Ohne‘-Fall entstehen.

Nicht-monetäre, verkehrliche Wirkungen beziehen sich vornehmlich auf die Betriebsphase, da in dieser Zeit die Wirkungen in puncto Qualität/Mobilität und Sicherheit auf Seiten der Verkehrsteilnehmer sowie Umwelt bzw. Umfeld auf Seiten der sonstigen Beteiligten konkret ersichtlich und messbar werden. Beeinträchtigungen der Qualität bzw. Mobilität sowie die Verkehrssicherheit können aber auch schon während des Aufbaus der physischen Systeme, also während der Implementierungsphase auftreten.

Schließlich sind noch die Kriterien in Betracht zu ziehen, die im Wesentlichen einen Einfluss auf die Umsetzung nehmen. Während etwaige Zielkonflikte in der Planungs- und Implementierungsphase überprüft und berücksichtigt werden müssen, sollte eine adäquate Aktivierungszeit, die Kommunikation bzw. Vernetzung, die Funktionalität bzw. Zuverlässigkeit auf Seiten der Akteure sowie

die Akzeptanz bzw. Verständlichkeit auf Seiten der Verkehrsteilnehmer während der Strategiebetriebsphase gewährleistet sein. Die Entscheidungen über die Kommunikations- und Entscheidungsabläufe sowie über die technischen und personellen Komponenten obliegen den Akteuren, basierend auf deren technischen, prozessualen und personellen Möglichkeiten.

Weiterhin sind in diesem Kapitel, sofern dies möglich und angebracht gewesen ist, **Mess- und Kenngrößen** zur Quantifizierung bestimmter Kriterien benannt worden. Ob und wann eine Quantifizierung angebracht ist, hängt vom Strategie- und Bewertungskontext und zudem von der zur Verfügung stehenden Datenqualität und -quantität ab. Dieser Aspekt wird u. a. im nachfolgenden Kapitel eingehender untersucht.

Auf eine allgemeingültige **Gewichtung** der Kriterien wird verzichtet, da die Relevanz der einzelnen Kriterien je nach Strategie- und Bewertungskontext höchst unterschiedlich ausfallen kann. Auch die Expertengespräche konnten bezüglich einer möglichen Gewichtung keine Klarheit schaffen.

Für eine zusammenfassende Bewertung von Strategien sind neben den Ausprägungen der vorgestellten Einzelkriterien auch übergeordnete Gesamtbeurteilungen wünschenswert, welche den Gehalt aus monetären, sonstigen quantitativen und qualitativen Informationen verdichtet. Dabei stellt sich zunächst die Frage, ob durch eine Strategie die definierten Ziele erreicht werden können, was vor allem davon abhängt, ob die gewünschten Wirkungen durch den Einsatz von dynamischen Strategien hervorgerufen werden. Daher muss bei der Bewertung stets die Frage aufgeworfen und beantwortet werden, inwiefern die gesetzten Ziele bzw. die erwünschten Wirkungen durch eine entwickelte Strategie verwirklicht werden können bzw. konnten. Es geht damit letztlich um die Frage der Zielerreichung und damit per Definition um die **Effektivität** einer Strategie. Die Effektivität ist ein Maß für die Wirksamkeit, d. h. dem Verhältnis zwischen erreichtem und definiertem Ziel. (vgl. Fürst (2008), S. 22) Für die Messung der Effektivität einer Strategie spielen vor allem die verkehrsinduzierten, nicht-monetären Kriterien sowie die Kriterien der Umsetzbarkeit eine wesentliche Rolle.

In Kapitel drei ist bereits dargelegt worden, dass in der Praxis die Wirtschaftlichkeit, d. h. der Quotient aus Ertrag und Aufwand bzw. Nutzen und Kosten ein wichtiges übergeordnetes Kriterium dargestellt. (vgl. Thommen/Achleitner (2003), S. 105) In diesem Zusammenhang wird auch der Begriff der **Effizienz** mit der dazugehörigen Fragestellung verwendet, ob für die Zielerreichung alternative Strategien möglich sind, mit denen das gleiche Ergebnis auch durch einen geringeren Aufwand erzielt werden kann (vgl. Fürst (2008), S. 22). Darüber hinaus ist zu analysieren, ob dynamische Strategien ausreichend sind oder ein Neubau- oder Ausbau von Straßen, beispielsweise von Umgehungsstraßen, auf lange Sicht effektiver, aber auch effizienter ist. Um die Effizienz ermitteln zu können, ist demnach auch die Betrachtung der wirtschaftlichen Kriterien erforderlich.

---

## 5. Hinweise zur Methodenauswahl sowie zur Verfahrens- und Methodikgestaltung

---

In Kapitel 2.5 dieser Arbeit sind die verschiedenen Bewertungszeitpunkte im Rahmen der Strategieplanung und Strategieumsetzung bereits definiert worden. Demnach lassen sich die ex-ante Bewertung, die Zwischenbewertung und die ex-post Bewertung zeitlich, aber auch inhaltlich voneinander unterscheiden. Es hat sich zudem herausgestellt, dass eine zweistufige Bewertung im Rahmen der **ex-ante Bewertung** sinnvoll ist, in welcher zunächst mittels einer Vorbewertung ungeeignete Maßnahmen oder ggfs. erste Strategiealternativen eliminiert werden und im Anschluss durch eine detailliertere Bewertung die finale Strategieauswahl erfolgt. Während es in der ex-ante Bewertung darum geht, eine wirkungsvolle, wirtschaftlich vertretbare und weitestgehend akzeptierte Strategie zu identifizieren, steht bei der **ex-post Bewertung** die Überprüfung der Wirkungen bzw. der gesetzten Ziele im Vordergrund. Die **Zwischenbewertung** dient der Überprüfung der geplanten Strategie während der Implementierungsphase, bevor die Strategie in die regelmäßige Betriebsphase überführt wird.

In diesem Kapitel werden unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Kapiteln 2 bis 4 Hinweise zur Methodenauswahl und zur Verfahrensausgestaltung für die jeweiligen Bewertungszeitpunkte entwickelt und zu einer **Gesamtmethodik** zusammengeführt. Dazu werden die in Kapitel 3 vorgestellten Bewertungsmethoden unter Berücksichtigung ihrer Eignung für die unterschiedlichen **Strategie- und Bewertungsanforderungen** den einzelnen Bewertungsstufen zugeordnet. Dabei ist zu beachten, dass sich für die unterschiedlichen Bewertungszeitpunkte und Bewertungsanforderungen jeweils verschiedene Bewertungsmethoden eignen können, so dass gewisse Entscheidungshilfen benötigt werden, welche in diesem Kapitel entwickelt werden. Die grundsätzlichen **Zusammenhänge und Einflussgrößen auf die Methodenauswahl** werden zu Beginn vorgestellt. Anschließend gliedert sich dieses Kapitel in die drei Abschnitte der ex-ante, der begleitenden und der ex-post Bewertung. Mit einer Zusammenfassung und Analyse der gewonnen Erkenntnisse wird dieses Kapitel abgeschlossen.

Zur **Verifizierung** der Überlegungen und Schlussfolgerungen sowie zur Herstellung eines höheren Praxisbezugs der Methodik, werden auch die Einschätzungen von Experten, welche aus entsprechenden **Interviews** gewonnen worden sind, integriert. Dadurch sollen die theoretischen Überlegungen eine deutlich höhere Validität und Praktikabilität erhalten. Insgesamt sind acht Interviews mit Experten aus unterschiedlichen Bereichen, wie dem städtischen Verkehrsmanagement, dem Verkehrsmanagement des Landes Hessen, Ingenieurbüros und/oder mit Experten, welche an der Erstellung bisheriger FGSV Publikationen im Bereich dynamischer Strategien mitgewirkt haben, geführt worden. Bei der Auswahl der Interviewpartner ist Wert darauf gelegt worden, dass Experten aus unterschiedlichen Einrichtungen und Regionen befragt wurden, um eine möglichst breite Streuung und Abdeckung unterschiedlicher Perspektiven und Erfahrungen zu erhalten. Eine Auflistung der Interviewpartner ist der **Anlage 10** zu entnehmen. Aufgrund der begrenzten Anzahl der zu interviewenden Personen ist eine persönliche Befragung, das sog. **„Leitfadeninterview als Experteninterview“** ausgewählt worden (vgl. Mayer (2004), S. 36ff.). Für die Interviews wurde somit im Vorfeld ein Gesprächsleitfaden mit offenen Fragen entwickelt, der die für die Strategiebewertung relevanten Aspekte sowie die wesentlichen Erkenntnisse dieser Arbeit abdeckt und für die Gesprächssteuerung eingesetzt wurde. Die offene Interviewgestaltung hat den Vorteil geboten, dass im Laufe der Gespräche mögliche Aspekte identifiziert und besprochen werden konnten, die im Vorfeld nicht bedacht worden sind. Eine noch höhere Zahl an Experteninterviews ist nicht für zielführend erachtet worden, da sich die Erkenntnisse bzgl. der Strategiebewertung und die Erwartungen an eine solche bereits aus den geführten Interviews deutlich abgezeichnet haben. Zudem ist der Kreis an verfügbaren Experten bzgl. des sehr spezifischen Themas mit praktischer und theoretischer Expertise recht überschaubar, so dass umfangreichere Erhebungen nicht möglich gewesen sind. Somit ist auch von anderen quantitativen Befragungen (z. B. durch Fragebögen) und Auswertungsformen (z. B. Faktoren- oder Clusteranalyse) abgesehen worden.



## 5.1. Grundlegende Bewertungsanforderungen

Im Sinne einer Bewertungsmethodik ist es für bestimmte Entscheidungssituationen notwendig, **verschiedene Methoden** in einen Bewertungsprozess zu integrieren, um den diversen Anforderungen an die Bewertung, wie die **Abdeckung der Wirkungstiefe und Wirkungsbreite**, weitestgehend gerecht zu werden. Die Integration der verschiedenen Methoden in eine Gesamtmethodik wird in den nachfolgenden Kapiteln eingehend behandelt. Zuvor ist es erforderlich, die **grundsätzlichen Bewertungsanforderungen** für bestimmte Strategietypen zu definieren, an denen sich die weiterführende Methodenauswahl ausrichtet. Der Bewertungsprozess und das Ergebnis sollten zum einen eine möglichst eindeutige und nachvollziehbare Schlussfolgerung zulassen, und zum anderen auch verhältnismäßig bzgl. des **Aufwandes** und des zu erwartenden **Nutzens** sein. Aus diesen Gründen kommt der Auswahl geeigneter Methoden eine hohe Bedeutung zu.

### 5.1.1. Bewertungsanforderung in Abhängigkeit des Störfallrisikos

Bereits die Vorstellung und Analyse der einzelnen Bewertungsmethoden in Kapitel 3.2 haben gezeigt, dass die verschiedenen Bewertungsmethoden jeweils Vor- und Nachteile aufweisen, die sie für unterschiedliche Anwendungssituationen mehr oder weniger qualifizieren. Dabei lässt sich zunächst der in der nachfolgenden Abbildung 31 dargestellte Zusammenhang herstellen. Demnach ist für **Störfallsituationen**, welche gemäß den Ausführungen aus Kapitel 2.4.1 ein **geringes Risiko** aufweisen, in der Regel eine vergleichsweise **einfache Strategie** mit wenigen Maßnahmen angebracht, die durch die vorhandene technische Infrastruktur schnell umgesetzt werden kann. Für Störfallsituationen mit einer **mittleren Risikoeinschätzung** sind entsprechend **höhere Anforderungen** an eine Strategie und somit auch an die Bewertung zu stellen, da u. a. die Häufigkeit der Störfallereignisse, die Störfallauswirkungen sowie die Anzahl und das Zusammenspiel verschiedener Maßnahmen in dieser Risikokategorie tendenziell steigen. Somit steigt auch die Anforderung an die Bewertung, womit insbesondere der Grad der Zuverlässigkeit und der Genauigkeit angesprochen ist. Dies hat wiederum zur Konsequenz, dass der Grad der Formalisierung und auch der Mathematisierung grundsätzlich zunimmt. Dies gilt insbesondere für Störfallsituationen, welche der **höchsten Risikokategorie** zugeordnet werden. Für diese Art der Störfallsituationen sind die **Anforderungen** an eine Strategie in puncto Wirksamkeit und Umsetzbarkeit **am größten**.

Prinzipiell sollten die verschiedenen Bewertungsmethoden im Rahmen der Gesamtmethodik so ausgewählt und kombiniert werden können, dass die zu betrachtenden Kriterien mit einem **angemessenem Aufwand** bewertet werden. Der Aufwand bezieht sich dabei auf zeitliche, personelle, technische und finanzielle Aspekte. Eine zeit- und kostenintensive Bewertung von vergleichsweise einfachen Strategien für Störfallsituationen mit geringer Tragweite ist als unverhältnismäßig zu betrachten und sollte aus wirtschaftlichen Gründen vermieden werden. Für komplexe Strategien hingegen sollten schon aus Gründen der **Rechtfertigung, Genauigkeit und Zuverlässigkeit** eingehendere Bewertungen durchgeführt werden. Weiterhin ist für eine praxistaugliche Methodik darauf zu achten, dass die einzelnen Methoden und die Abfolge der einzelnen Bewertungsschritte für den oder die Anwender **praktikabel** und damit **leicht verständlich** und durchführbar sind.

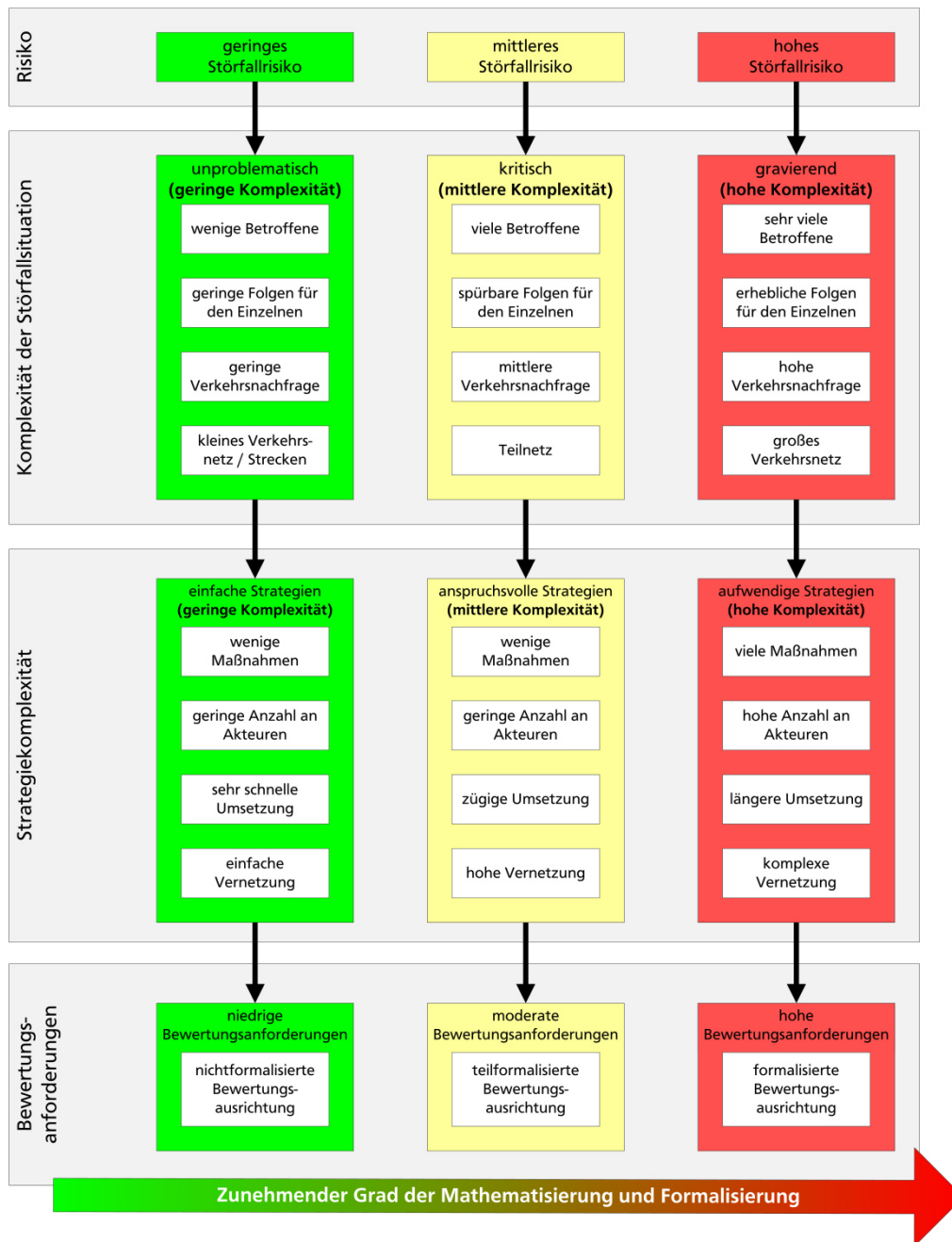


Abbildung 31: Grundsätzlicher Zusammenhang zwischen dem Risiko einer Störfallsituation, der Störfallkomplexität, der Strategiekomplexität und der Bewertungsanforderung (eigene Darstellung).

Die dargestellte Zuordnung stellt die generelle Ausrichtung dar und bedeutet nicht, dass auch Methoden verschiedener Kategorien innerhalb eines Bewertungsprozesses verwendet werden können, oder gar müssen. Einerseits können es z. B. **gesetzliche Regelungen** erforderlich machen, dass auch teilformalisierte bzw. formalisierte Methoden im Rahmen einer nichtformalisierten Gesamtausrichtung integriert werden müssen. Die Wahrung der **Rechtsverbindlichkeit** sowie der Nachweis der **Wirtschaftlichkeit** und die damit zusammenhängende Anwendung einer NKA ist hierfür ein bekanntes Beispiel (vgl. FGSV (2010a), S. 38). Andererseits kann es aufgrund **mangelnder Datenverfügbarkeit oder technischer Möglichkeiten** auch dazu kommen, dass weniger formalisierte bzw. mathematisierte Verfahren angewandt werden, obwohl diese ursprünglich nicht vorgesehen waren. Auf die beschriebenen Sachverhalte wird in den Ausführungen der nachfolgenden Kapitel ausführlicher eingegangen.

### 5.1.2. Einfluss der Störfallkomplexität und der Erfahrungswerte auf die Methodenauswahl

Aus den Expertengesprächen ist die Erkenntnis gewonnen worden, dass zwei Faktoren einen erheblichen Einfluss auf die Auswahl und Ausgestaltung der einzelnen Methoden nehmen können. Dies sind zum einen die Komplexität der konkreten Strategie und zum anderen die Erfahrungswerte, die im Zusammenhang mit der zu bewertenden Strategie bzw. mit den anzuwendenden Bewertungsmethoden von Seiten der Anwender vorhanden sind.

Für eine Strategie, die aus vielen Maßnahmen besteht, ist die Bewertung der Wirkungszusammenhänge durch das Zusammenspiel der verschiedenen Maßnahmen schwerer zu bewerkstelligen und dahingehend der Bewertungsprozess zur Beurteilung der Gesamtstrategie insgesamt als aufwändiger zu betrachten (vgl. FGSV (2010a), S. 37). Allerdings ist im Rahmen der Expertengespräche mehrfach betont worden, dass **komplexe Störfallsituationen**, welche durch eine hohe Anzahl an betroffenen Verkehrsteilnehmern und sonstigen Betroffenen charakterisiert sind, zwar oftmals auch komplexe Strategien erfordern, dies allerdings nicht zwangsläufig der Fall sein muss. Beispielsweise lassen sich Störfallsituationen mit hohen Verkehrsbelastungen in Spitzenstunden auch durch relativ **einfache Strategien** mithilfe von wenigen Umleitungs- und Informationsmaßnahmen sowie durch die Verwendung bereits verfügbarer technischer Infrastruktur realisieren. In diesem Fall werden nur wenige Maßnahmen verwendet, so dass die Effektivität der Strategie bereits durch eine **weniger formalisierte Methodenkombination** ermittelt werden kann.

Neben der Komplexität einer Strategie nehmen auch **Erfahrungswerte** einen erheblichen Einfluss auf den Bewertungsprozess. Zum einen kann eine ähnliche Strategie bereits in anderen Untersuchungsgebieten realisiert worden sein, sodass Erkenntnisse aus diesem Beispiel gezogen und auf das eigene Vorhaben übertragen werden können. Hierbei ist zu beachten, dass die zugrunde liegenden **Rahmenbedingungen vergleichbar** sein müssen. Zum anderen können die bewertenden Personen bereits Erfahrungen im Zusammenhang mit anderen oder gar ähnlichen Strategien im eigenen Zuständigkeitsbereich bzgl. der Wirkungen, der Wirtschaftlichkeit und der Umsetzbarkeit gesammelt haben, die es ermöglichen, weniger **formalisierte Bewertungsmethoden** zu verwenden. Es sollte in diesem Zusammenhang begründet und dokumentiert werden, worauf die Entscheidung beruht, einen hohen Erfahrungswert anzunehmen und auf einfachere Bewertungsmethoden auszuweichen.

Die grundsätzlichen Einflussmöglichkeiten der Erfahrungen und der Strategiekomplexität auf die Ausrichtung des Bewertungsprozesses ist in der nachfolgenden Abbildung 32 dargestellt. Hohe Erfahrungswerte können somit neben einer geringen Strategiekomplexität den Bewertungsaufwand reduzieren, indem weniger formalisierte bzw. mathematisierte Bewertungsmethoden zur Anwendung kommen. Bei näherer Betrachtung der Abbildung 32 wird ersichtlich, dass es keine Verbindung von Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung zu einer grundsätzlich nichtformalisierten Verfahrensausgestaltung mit niedrigen Bewertungsanforderungen gibt.

Für Strategien, welche für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung konzipiert werden, sollte stets ein gewisser Formalisierungsgrad aufrechterhalten werden, unabhängig der Erfahrungswerte oder der Strategiekomplexität. Dies ergibt sich daraus, dass die verkehrlichen, ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Auswirkungen von Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung als so groß angesehen werden können, dass ein gewisser Grad an Objektivität, Transparenz und Nachvollziehbarkeit zur Rechtfertigung der Auswahl einer Strategie notwendig ist. Aus diesem Grund ist es für Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung sinnvoll, einen gewissen Grad an Formalisierung zu bewahren, weshalb nichtformalisierte Verfahren in diesem Fall nicht angewandt werden sollten. Auch ein **gleichzeitiges Auftreten** von einer geringen Strategiekomplexität und hohen Erfahrungswerten für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung führt demnach nicht zur Anwendung nichtformalisierter Verfahren, wie es der nachfolgenden Grafik zu entnehmen ist.

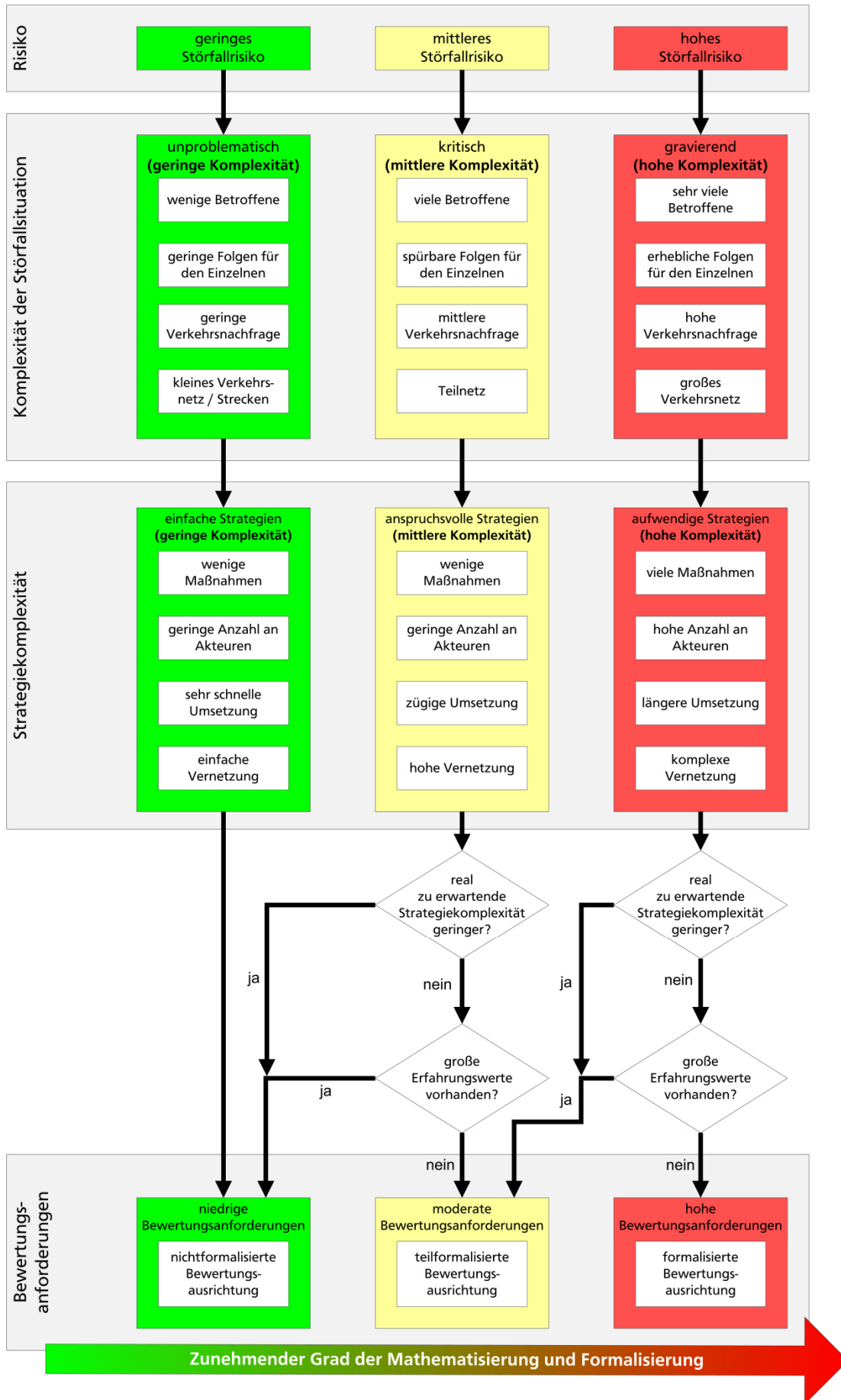


Abbildung 32: Einfluss der Strategiekomplexität und der Erfahrungswerte auf den Bewertungsprozess (eigene Darstellung).

## 5.2. Ex-ante Bewertung

Der ex-ante Bewertung kommt unter den drei Bewertungsprozessen eine besondere Bedeutung zu, da durch diese eine Strategieauswahl getroffen und somit Entscheidungen über **Investitionen** und **verkehrsinduzierende Wirkungen** festgelegt werden. Insbesondere wenn mit einer neuen Strategie der Aufbau einer systemtechnischen Infrastruktur einhergeht, sind die entstehenden Investitions- und Betriebskosten seitens der verantwortlichen Akteure durch die Verwendung geeigneter Bewertungsmethoden zu rechtfertigen.

Die **ex-ante Bewertung** lässt sich, wie eingangs erwähnt, in **zwei Stufen** unterteilen. In der ersten Bewertungsstufe erfolgt eine **Vorbewertung**, in der es das Ziel ist, solche Maßnahmen oder gar ganze Strategiealternativen zu eliminieren, die gänzlich ungeeignet zur Erfüllung der gesetzten Ziele erscheinen. In der zweiten Bewertungsstufe erfolgt die **Hauptbewertung**, in welcher eine geeignet Strategiealternative bzw. die Maßnahmen, die letztlich die finale Strategie bilden, identifiziert werden. Grundsätzlich ist es zwar möglich, nur eine Vorbewertung, beispielsweise anhand rein qualitativer Methoden bzw. aufgrund vorliegender Ergebnisse aus vergleichbaren Strategien durchzuführen (vgl. Andree et al. (2001), S. 616). Allerdings birgt dieses Vorgehen die Gefahr, dass gewünschte Wirkungen und auch unerwünschte Nebenwirkungen unzureichend oder gar falsch bewertet werden. Aus diesem Grund ist es, auch basierend auf den Ergebnissen der Expertengespräche, empfehlenswert, neben einer ersten Vorbewertung auf vornehmlich qualitativer Basis, eine weitere, detailliertere Hauptbewertung durchzuführen, bei der auch **Wirkungszusammenhänge** beim gleichzeitigen Einsatz verschiedener Maßnahmen detaillierter abgeschätzt werden. Das mehrstufige Bewertungsverfahren unter Einbeziehung einer Vor- und Hauptbewertung wird auch in verschiedenen Richtlinien empfohlen (vgl. u. a. FGSV (2010a), S. 36 und FGSV (2011), S. 15f.). Diese nachvollziehbare und logische Vorgehensweise einer zweistufigen Bewertung sollte daher auch für die ex-ante Bewertung von Strategien des dynamischen Straßenverkehrsmanagements verwendet werden.

### 5.2.1. Vorbewertung

Die Vorbewertung findet, wie es in Kapitel 2.3.2 dargestellt worden ist, gegen Ende der Vorplanung statt. Ausschlaggebend für die **Elimination** bestimmter Maßnahmen können u. a. **Ausschlusskriterien**, wie zu hohe Kosten, ein zu geringer Nutzen oder die Nichteinhaltung gesetzlicher oder anderer verbindlicher Vorgaben sein. Insbesondere die Betrachtung der verkehrsinduzierenden Wirkung einzelner Maßnahmen sollte analysiert und der **Beitrag zur Zielerreichung** qualitativ abgeschätzt werden. Maßnahmen, welche einen zu geringen Beitrag zur Zielerreichung leisten, sollten von den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn mit den Maßnahmen zugleich ein erhöhter finanzieller und technischer Aufwand einhergeht. Im Umkehrschluss werden auf diese Weise Maßnahmen identifiziert, welche in der nächsten Stufe der Hauptbewertung genauer zu untersuchen sind. Des Weiteren sind bei der Beurteilung verschiedener Maßnahmen auch etwaige **Zielkonflikte** zu berücksichtigen. Maßnahmen, die ein hohes Konfliktpotential in sich bergen, sollten nach Möglichkeit vermieden werden.

Bevor mit der Vorbewertung begonnen werden kann, sind zunächst **grundsätzlich geeignete Maßnahmen** zu identifizieren, welche bewertet werden sollen. Basierend auf den Erkenntnissen der Grundlagenermittlung (Abgrenzung des Untersuchungsgebietes, Bestimmung des strategischen Netzes, technische Bestandsaufnahme, Aufnahme der Zuständigkeitsbereiche, Ermittlung der Verkehrsnachfrage sowie die Erfassung von Ereignissen und Problemen) sind sämtliche Maßnahmen in der Vorplanung auszuwählen, welche **zur Zielerreichung beitragen** können (s. Kapitel 2.3.2). Dies kann beispielsweise durch die für die Strategieentwicklung und Strategieumsetzung verantwortlichen Personen mittels eines **Brainstormings** geschehen, in welchem zunächst alle grundsätzlich in Frage kommenden Maßnahmen gesammelt werden, ohne diese zu bewerten (vgl. Baldegger (2007), S. 177ff.). Somit entsteht für eine spezifische Störfallsituation ein erstes Bündel an Maßnahmen, in welchem nach Möglichkeit alle denkbaren Optionen enthalten sind. Die nachfolgende Abbildung 33 illustriert ein fiktives Bündel an theoretischen Maßnahmen für eine spezifische Störfallsituation aus den Bereichen Verkehrslenkung, Verkehrssteuerung, Verkehrsvermeidung und Verkehrsinformation. Die dargestellten Maßnahmen können dabei gemäß den Ausführungen aus Kapitel 2.3.2 aus den

Bereichen öffentlicher Verkehr, motorisierter Individualverkehr, nicht-motorisierter Individualverkehr sowie intermodaler bzw. multimodaler Personenverkehr kommen.

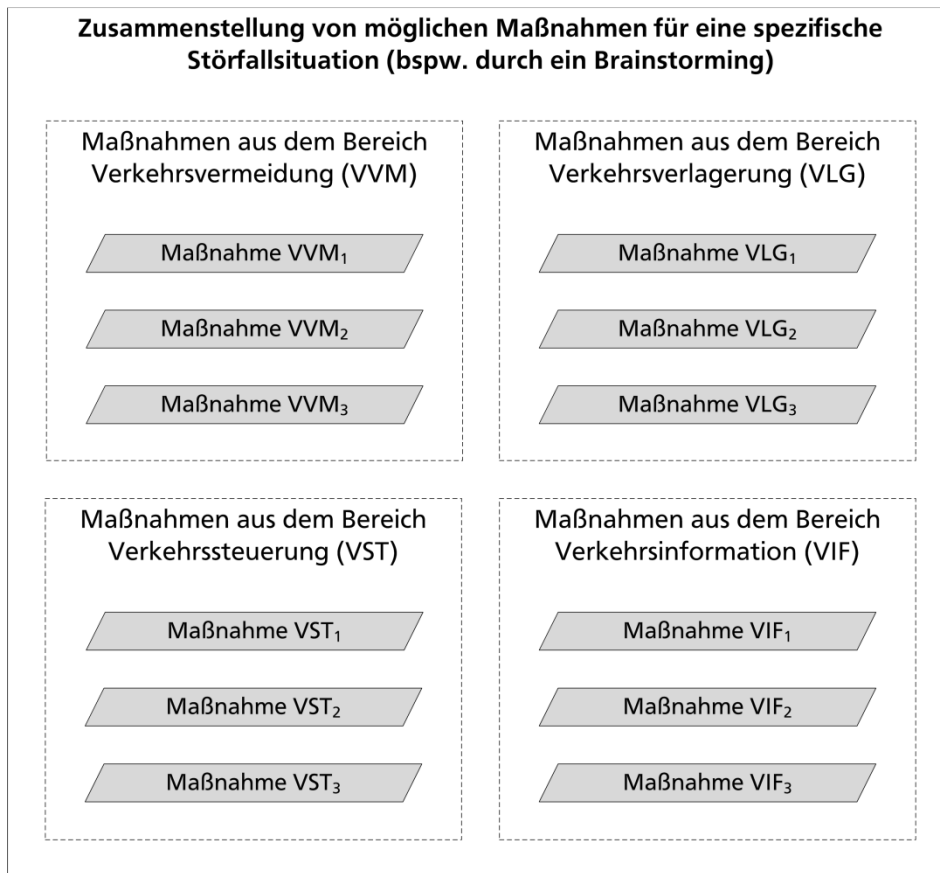


Abbildung 33: Fiktive Zusammenstellung möglicher Maßnahmen für eine spezifische Störfallsituation (eigene Darstellung).

Die **Vorbewertung** ist, da es sich um ein Ausschluss- und kein Auswahlprozess handelt, vom **Aufwand** her **geringer** einzuschätzen als die darauffolgende Hauptbewertung, in der die Entscheidungsgrundlage für die Strategieauswahl getroffen wird. Aus diesem Grund bieten sich für die Vorbewertung zunächst Methoden an, welche gut handhabbar, wenig aufwändig und leicht verständlich erscheinen, auch wenn dies zur Konsequenz hat, dass andere Anforderungen, wie die der Genauigkeit oder der Zuverlässigkeit zunächst vernachlässigt werden. Bezogen auf die drei Risikogruppen und den in Kapitel 3 vorgestellten Methodenkategorien, sind, auch aus den Erkenntnissen der Experteninterviews heraus, zunächst **nichtformalisierte** oder **teilformalisierte Methoden** für die Vorbewertung geeignet.

### 5.2.1.1. Vorbewertung von Strategien mit einer geringen Risikoeinschätzung

#### Methodenauswahl

Für Störfallsituationen, welche ein geringes Risiko erwarten lassen, gehen gemäß den Ausführungen aus Kapitel 2.4.3 in der Regel eine geringere Komplexität hinsichtlich der Wirkungsbreite und Wirkungstiefe und, damit einhergehend, auch **geringere** Anforderungen an die Bewertung einher. Daher ist es für eine Vorbewertung ausreichend, dass die **verbal-argumentative Bewertungsmethode** in diesem Kontext angewandt wird, um ungeeignete Maßnahmen identifizieren und ausschließen zu können.

#### Beteiligte

Ein einheitliches Bild, wer an der Bewertung zu beteiligen ist, ist aus den Experteninterviews nicht eindeutig hervorgegangen, so dass für diesen und für die weiteren Bewertungsfälle nur Empfehlungen gegeben werden können, welche sich auf die Ansichten des Verfassers dieser Arbeit und die mehrheitlichen Aussagen der Experten stützen. Grundsätzlich besteht Einigkeit, dass der **Kreis an**

**Personen**, welche an der Bewertung teilnehmen sollen, **so klein wie möglich** gehalten werden sollte, damit der Aufwand für die Bewertung und für die Entscheidungsfindung nicht zu groß, und die Bewertung möglichst effizient durchgeführt werden kann. Die Anzahl der zu beteiligten Personen hängt auch davon ab, ob **zuständigkeitsübergreifende Strategien** bewertet werden sollen (z. B. zwischen Stadt und Land) oder solche, die sich nur auf einen Zuständigkeitsbereich beziehen. Im ersten Fall ist der **Kreis der Personen entsprechend höher**, da eine Entscheidung nur gemeinsam getroffen werden kann. Für diesen Bewertungsfall wird es als ausreichend erachtet, wenn nur die Personen an der Bewertung teilnehmen, welche in der (jeweils) zuständigen Verkehrsmanagementabteilung für die Strategieplanung und Strategieumsetzung verantwortlich sind. Dies umfasst in der Regel Abteilungsleiter, Verkehrsplaner, Verkehrsingenieure sowie Operatoren. Eine Erweiterung der systemtechnischen Infrastruktur wird für diesen Strategietypus nicht angenommen. Somit ist die Teilnahme von Technikern für Hard- und Softwareangelegenheiten an der Vorbewertung nicht zwingend erforderlich.

### **Verfahrensausgestaltung**

Als Leitlinie für die **verbal-argumentative Bewertung** und alle folgenden Bewertungen sollte der **Kriterienkatalog** dienen, welcher in Kapitel 4 entwickelt worden ist. Somit wird sichergestellt, dass alle Kriterienkategorien betrachtet und diskutiert werden. Eine **Gewichtung** einzelner Kriterien erfolgt wie die Bewertung als solche, wenn überhaupt, auf rein **qualitativer und argumentativer Ebene**. Diese ist in Form einer offenen Diskussion unter den Beteiligten durchzuführen.

Die **Bewertung** ist ebenfalls in einer **offenen Diskussion** durchzuführen, da durch den direkten Austausch und die Dynamik einer Diskussion Sachverhalte durch die verschiedenen Perspektiven hervorgebracht werden, welche bei einer Einzelbewertung leicht übersehen werden könnten. Die Bewertung von einzelnen Maßnahmen ist daher unter Berücksichtigung und **Abwägung von Vor- und Nachteilen** hinsichtlich der Bewertungskriterien bzw. des Zielerreichungsbeitrags in einer offenen Runde vorzunehmen. Die **Entscheidung** über den Ausschluss bestimmter Einzelmaßnahmen oder Strategiealternativen sollte am Ende dieser verbal-argumentativen Erörterung **konsensuell** erfolgen. Maßnahmen, bei denen keine eindeutigen Bewertungsergebnisse erzielt werden können und Unsicherheit bzgl. der weiteren Berücksichtigung herrscht, sind ggfs. im Rahmen der Hauptbewertung nochmals eingehender zu untersuchen.

Für eine bessere **Nachvollziehbarkeit** und **Transparenz** sollte die Bewertung **protokolliert** werden. Dies betrifft die Auswahl und Funktionen der Teilnehmer, die Auswahl und mögliche qualitative Gewichtung der Bewertungskriterien, die Vor- und Nachteile bestimmter Maßnahmen sowie eine zusammenfassende Begründung, warum bestimmte Maßnahmen von den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen werden sollen.

### **5.2.1.2. Vorbewertung von Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung**

#### **Methodenauswahl**

Für Störfallsituationen mit einer **mittleren Risikoeinschätzung** sind ebenfalls **nichtformalisierte Bewertungsmethoden** als geeignet anzusehen, um unzulässige Strategiealternativen und Einzelmaßnahmen vorab auszusortieren. Die Begründung ist auch hierbei in dem Bestreben zu sehen, das Bewertungsverfahren möglichst praktikabel und effizient zu gestalten. Um dies gewährleisten zu können, bietet sich auch hier die **verbal-argumentative Bewertung** als Leitmethode an.

#### **Beteiligte**

Aufgrund der höheren Strategieanforderung und der erhöhten Störfall- und Strategiekomplexität sollte der Kreis der an der Bewertung zu beteiligten Personen erweitert werden. Nebst den bereits genannten Akteuren aus der entsprechenden Verkehrsmanagementabteilung (Abteilungsleiter, Verkehrsplaner, Verkehrsingenieure sowie Operatoren) sind zudem für die Beurteilung der technischen Machbarkeit und der Vernetzung **Fachleute aus dem Bereich Technik** hinzuzuziehen.

### Verfahrensausgestaltung

Für den Fall einer mittleren Risikoeinschätzung und der generell zu erwartenden höheren Komplexität der Strategie sollte die Bewertung etwas **genauer** im Vergleich zum vorigen Verfahren durchgeführt werden. Die angeführten Argumente für oder gegen bestimmte Maßnahmen sind daher und insbesondere bei Unklarheiten **logisch und nachvollziehbar zu begründen**. Der präferierte Weg besteht auch in diesem Fall darin, die entsprechenden Experten an einen Tisch zu bringen und die **Diskussion und Bewertung** der einzelnen Kriterien für jede Maßnahme **gemeinsam** durchzuführen. Eine Kriteriengewichtung kann, wie im Fall zuvor, auf qualitativer Basis erfolgen. Um zu vermeiden, dass die Diskussionen zu lang und die Bewertung nicht zielführend sind, ist es empfehlenswert, einen **Moderator** zu benennen, der die Diskussion möglichst **objektiv** strukturiert, leitet und zielgerichtet steuert. Die **Bewertung** erfolgt auf Basis individueller **Erfahrungen** unter Berücksichtigung vordefinierter **Ziele** bzw. **Kriterien**. Die **Entscheidungen** sind unter Abwägung der Vor- und Nachteile der einzelnen Maßnahmen bzgl. deren Umsetzbarkeit, deren Wirtschaftlichkeit und deren verkehrsinduzierenden Wirkungen **konsensuell** zu treffen. Bei Unstimmigkeiten bzgl. einzelner Maßnahmen kann die Entscheidung auf die Hauptbewertung vertagt werden.

Wie bereits im vorigen Abschnitt 5.2.1.1 erläutert wurde, kommt einer transparenten und nachvollziehbaren Dokumentation eine große Bedeutung zu. Aus diesem Grund ist auch der Bewertungs- und Entscheidungsprozess dieses Verfahrens entsprechend genau zu **protokollieren**.

#### **5.2.1.3. Vorbewertung von Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung**

##### Methodenauswahl

Strategien für Störfallsituationen mit einer **hohen Risikoeinschätzung** sollten aufgrund der hohen Bedeutung für Verkehrsteilnehmer und anderer Betroffener bereits in diesem Stadium durch Methoden mit einem **höheren Formalisierungsgrad** vorgewertet werden. Daher kommen Methoden aus dem **teilformalisierten Bereich** in Betracht, welche die Elimination von unzulässigen Maßnahmen erlauben und deren Aufwand in zeitlicher, finanzieller und personeller Hinsicht dem Anlass der Vorbewertung entspricht. Basierend auf der qualitativen Analyse der verschiedenen Bewertungsverfahren aus Kapitel 3.4 empfiehlt sich daher die Anwendung einer **Vorteil-Nachteil-Analyse**, welche gut handhabbar und einfach durchzuführen ist. Durch diese Methode lassen sich relativ unkompliziert ungeeignete Maßnahmen identifizieren und aussortieren. Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen, nichtformalisierten Verfahren ist es allerdings notwendig, den ausgewählten Bewertungskriterien einen numerischen Wert zuzuweisen, durch welchen sich die verschiedenen Maßnahmen auch quantitativ differenzieren und vergleichen lassen. Bei Bedarf können auch zusätzlich **Expertengespräche** durchgeführt werden.

##### Beteiligte

Grundsätzlich kommt in diesem Bewertungsfall der **gleiche Personenkreis** in Betracht wie bei der Vorbewertung dynamischer Strategien mit einer **mittleren Risikoeinschätzung** der zugrundeliegenden Störfallsituation. Prinzipiell ist darauf zu achten, dass auch hier die einzelnen Bewertungsbereiche der verkehrsinduzierten Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen und der Umsetzbarkeit samt ihrer ausgewählten Kriterien durch entsprechende Fachleute adäquat beurteilt werden können. Punktuell ist bei **Bedarf die Expertise** von weiteren an der Strategie **beteiligten Akteuren** anhand von vor- oder nachgelagerten Expertengesprächen hinzuzuziehen.

##### Verfahrensausgestaltung

Für eine bessere und transparente Bewertung und Gegenüberstellung verschiedener Maßnahmen sind die qualitativen Einschätzungen der einzelnen Bewertungskriterien mittels eines **Punktesystems** zu quantifizieren, wie es bereits in Kapitel 3.2.2 beispielhaft dargestellt worden ist. Eine **Gewichtung** der einzelnen Kriterien kann in diesem Fall nur auf **qualitativer** Basis erfolgen, wodurch der Aufwand gering und das Verfahren einfach gehalten wird. Die im Vorfeld festzulegenden **Kriterien** sind für jede Maßnahme mit einem **numerischen Wert** zu versehen. Die Wertzuweisung ist logisch und nachvollziehbar, beispielsweise auf Grundlage von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Situationen, zu begründen. Die **Skala** einer möglichen Wertzuweisung sollte eine ausreichende Differenzierung



erlauben, gleichzeitig aber verständlich und nachvollziehbar sein. In der Regel bietet sich eine fünfstufige bis maximal zehnstufige Skala an. Im Folgenden wird von einer fünfstufigen Skala von ‚sehr schlecht‘ (1) bis ‚sehr gut‘ (5) ausgegangen. Zur Unterstützung der Entscheidungsfindung können für die bewerteten Kriterien je Maßnahme **Durchschnittswerte** ermittelt werden, anhand derer sich die einzelnen Maßnahmen **differenzieren und vergleichen** lassen. Vom Prinzip ähnelt das Verfahren der verbal-argumentativen Bewertung, nur, dass die Argumentation mit einem numerischen Wert gemäß dem **Beitrag zur Zielerreichung** versehen wird. Um den Bewertungsprozess, insbesondere bei vielen zu untersuchenden Maßnahmen nicht zu aufwendig zu gestalten, sollten nur die wesentlichen, zur Zielerreichung beitragenden Kriterien berücksichtigt werden. Eine detailliertere Betrachtung, auch anderer Kriterien, kann im Rahmen der Hauptbewertung vorgenommen werden. Eine beispielhafte Darstellung der Vorteil-Nachteil-Analyse ist in der folgenden Tabelle 23 illustriert, in dem zwei verschiedene Maßnahmen anhand von vier Kriterien untersucht und bewertet werden.

Kriterienkategorien	Kriterien	Maßnahme A	Maßnahme B
<b>verkehrsinduzierte Wirkungen</b>			
	Wartezeit	sehr gut (5)	sehr schlecht (1)
	Reisezeit	gut (4)	befriedigend (3)
<b>Wirtschaftlichkeit</b>			
	Kosten	sehr gut (5)	befriedigend (3)
<b>Umsetzbarkeit</b>			
	Akzeptanz	befriedigend (3)	gut (4)
<b>Gesamtergebnis (Durchschnitt)</b>		<b>4,25</b>	<b>2,75</b>

Tabelle 23: Beispielhafte Anwendung der Vorteil-Nachteil-Analyse im Rahmen der Vorbewertung (eigene Darstellung).

In dem aufgezeigten Beispiel schneidet Maßnahme B deutlich schlechter ab. Dies bedeutet aber nicht zwangsläufig, dass Maßnahme B eliminiert werden muss. Mögliche Entscheidungsregeln, um Maßnahmen von den weiteren Untersuchungen auszuschließen, können u. a. sein:

- Eine Maßnahme erfüllt ein Ausschlusskriterium (z. B. sehr schlecht (1) → Maßnahme B scheidet aus).
- Eine Maßnahme erfüllt nicht die durchschnittliche Mindestpunktzahl (z. B. 3,0 → Maßnahme B scheidet aus).
- Eine Maßnahme schneidet im Verhältnis zu anderen Maßnahmen zu schlecht ab, insbesondere wenn nur eine begrenzte Anzahl an Maßnahmen im weiteren Verlauf berücksichtigt werden soll.
- Eine Maßnahme schneidet in einem wichtigen Kriterium zu schlecht ab und lässt keinen wesentlichen Wirkungsbeitrag erkennen.

Im **Ergebnis** sollten auch in diesem Bewertungsverfahren die unzulässig erscheinenden Maßnahmen **einstimmig** von den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen werden. Der gesamte Prozess ist auch in diesem Verfahren hinreichend detailliert und nachvollziehbar zu **protokollieren**, inklusive der Begründungen, die zu den numerischen Werten geführt haben.

### **Berücksichtigung von Erfahrungswerten**

Liegen fundierte **Erkenntnisse aus vergleichbaren Strategien** vor, kann der Bewertungsprozess beschleunigt werden, da der Aufwand für die Vorbewertung weder notwendig noch gerechtfertigt erscheint. In diesem Fall kann die **Vorgehensweise der nichtformalisierten Bewertung** angewandt werden, welche im Abschnitt 5.2.1.2 beschrieben worden ist. Jedoch ist die Annahme einer Vergleichbarkeit hinreichend **genau zu begründen** und in die Dokumentation mit aufzunehmen.

#### 5.2.1.4. Ergebnis

##### Maßnahmenauswahl

Der Zweck der Vorbewertung ist die **Elimination** ungeeigneter Einzelmaßnahmen. Eine Elimination liegt in erster Linie vor, wenn konkrete **Ausschlusskriterien** hinsichtlich der verkehrlichen Wirkung (z. B. eine zu hohe Gefährdung der Verkehrsteilnehmer), der Wirtschaftlichkeit (z. B. zu hohe Investitionskosten) oder der Umsetzbarkeit (z. B. zu große Gefahr von Ziel- und Interessenskonflikten), erfüllt werden. In zweiter Linie sind auch solche Maßnahmen zu verwerfen, welche zwar kein Ausschlusskriterium erfüllen, aber dennoch einen **zu geringen Wirkungsbeitrag** leisten. Dazu ist es erforderlich, die Einzelmaßnahmen qualitativ auf ihre Wirkungsbeiträge hin zu untersuchen, diese gemäß dem Beitrag zu sortieren bzw. zu priorisieren und solche Maßnahmen zu verwerfen, welche einen zu geringen Wirkungsbeitrag erwarten lassen.

##### Strategiebildung

Am Ende der Vorbewertung steht demnach eine **Auswahl von potentiell geeigneten Maßnahmen**, die in der nachfolgenden Hauptbewertung eingehender untersucht werden. Dazu können aus den noch zur Verfügung stehenden Einzelmaßnahmen zunächst verschiedene **Strategiealternativen** durch entsprechende **Maßnahmenkombinationen** gebildet werden. Die Anzahl der verbliebenden Maßnahmen und die daraus ableitbaren Kombinationsmöglichkeiten geben einen Aufschluss über die zu erwartende **Komplexität einer Strategie**. Diese kann, wie in Kapitel 5.1.2 bereits dargelegt worden ist, einen großen Einfluss auf den weiteren Bewertungsaufwand ausüben. Der grundsätzliche Ablauf ist beispielhaft durch nachfolgende Abbildung 34 veranschaulicht.

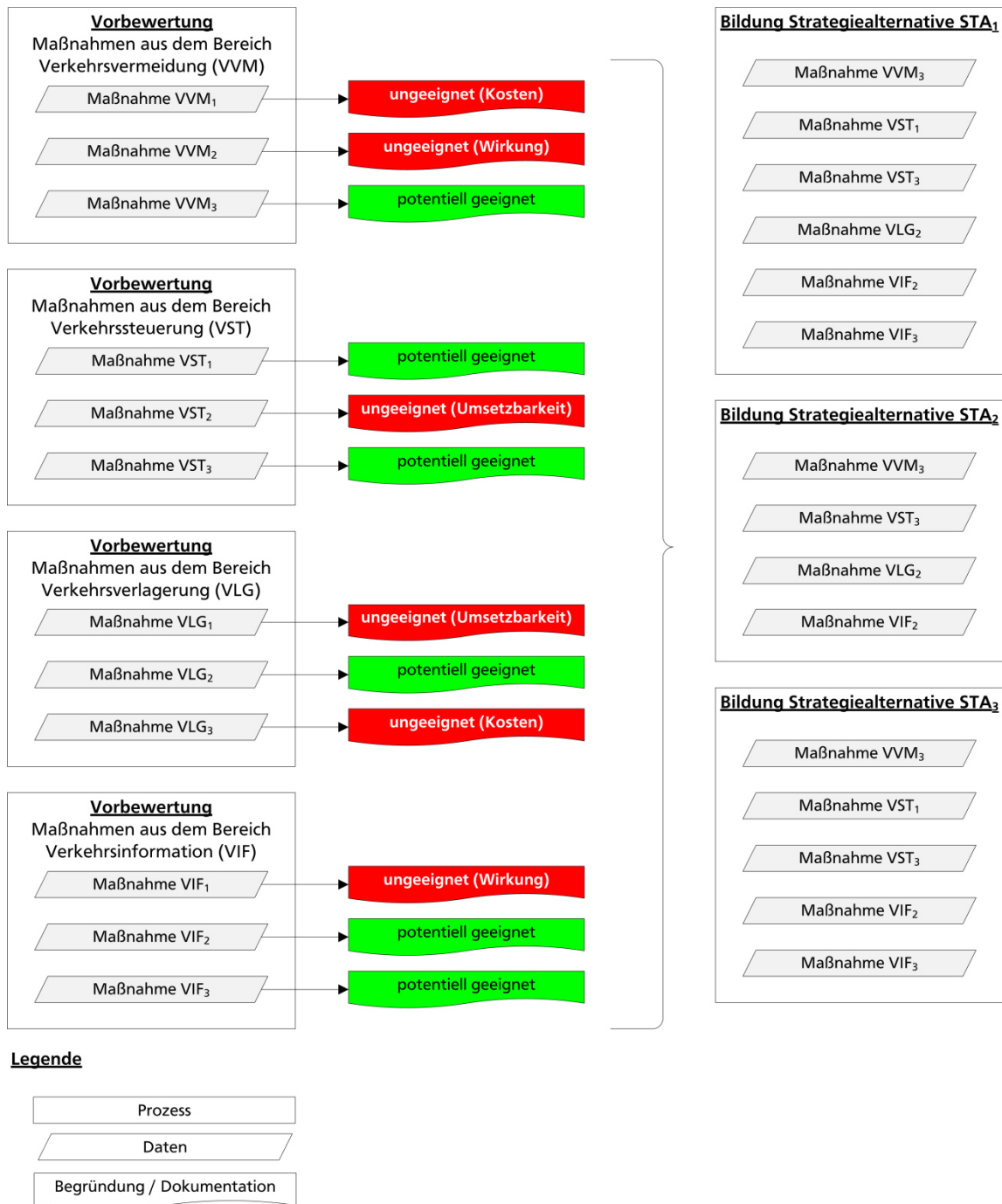


Abbildung 34: Beispielhafte Bildung von Strategiealternativen resultierend aus den Ergebnissen der Vorbewertung (eigene Darstellung).

Alternativ können auch, ausgehend von einer Stammstrategie analog dem Prinzip des **evolutionären bzw. genetischen Algorithmus**, verschiedene Alternativen<sup>13</sup> entwickelt werden. Hierzu wird durch das Hinzufügen und Entfernen einzelner Maßnahmen die Strategie solange variiert, bis mehrere geeignete Strategien identifiziert worden sind, die im Rahmen der Hauptbewertung eingehender untersucht werden. (vgl. Rhamat et al. (2002), S. 357ff.)

<sup>13</sup> Durch die geringfügige Änderung einer Stammstrategie kann an dieser Stelle auch der Begriff ‚Variante‘ anstelle des Begriffs ‚Alternative‘ verwendet werden. Allerdings ist es nicht eindeutig feststellbar, bis zu welchem Grad der Änderung noch der eine oder schon der andere Begriff angebracht wäre. Aus diesem Grund und aus Gründen der Einheitlichkeit wird daher durchgängig der Begriff ‚Alternative‘ gewählt.

Eine **Verfahrensvereinfachung** ist im Rahmen der Vorbewertung nur an einer Stelle vorgesehen, indem das Bewertungsverfahren für Störfallsituationen mit einer mittleren Risikoeinschätzung auch für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung beim Vorliegen entsprechender **Erfahrungswerte** angewandt wird. Eine Verfahrensvereinfachung aufgrund einer zu geringen Strategiekomplexität kommt im Rahmen der Vorbewertung noch nicht zum Tragen. Diesem Sachverhalt wird in der nachfolgenden Hauptbewertung Rechnung gezollt. Die Ergebnisse und Argumentationen, auf denen die Maßnahmenauswahl beruht, sind transparent, nachvollziehbar und möglichst genau zu dokumentieren.

Die Methodik der Vorbewertung im Rahmen der ex-ante Bewertung ist durch die nachfolgende Abbildung 35 zusammenfassend dargestellt.

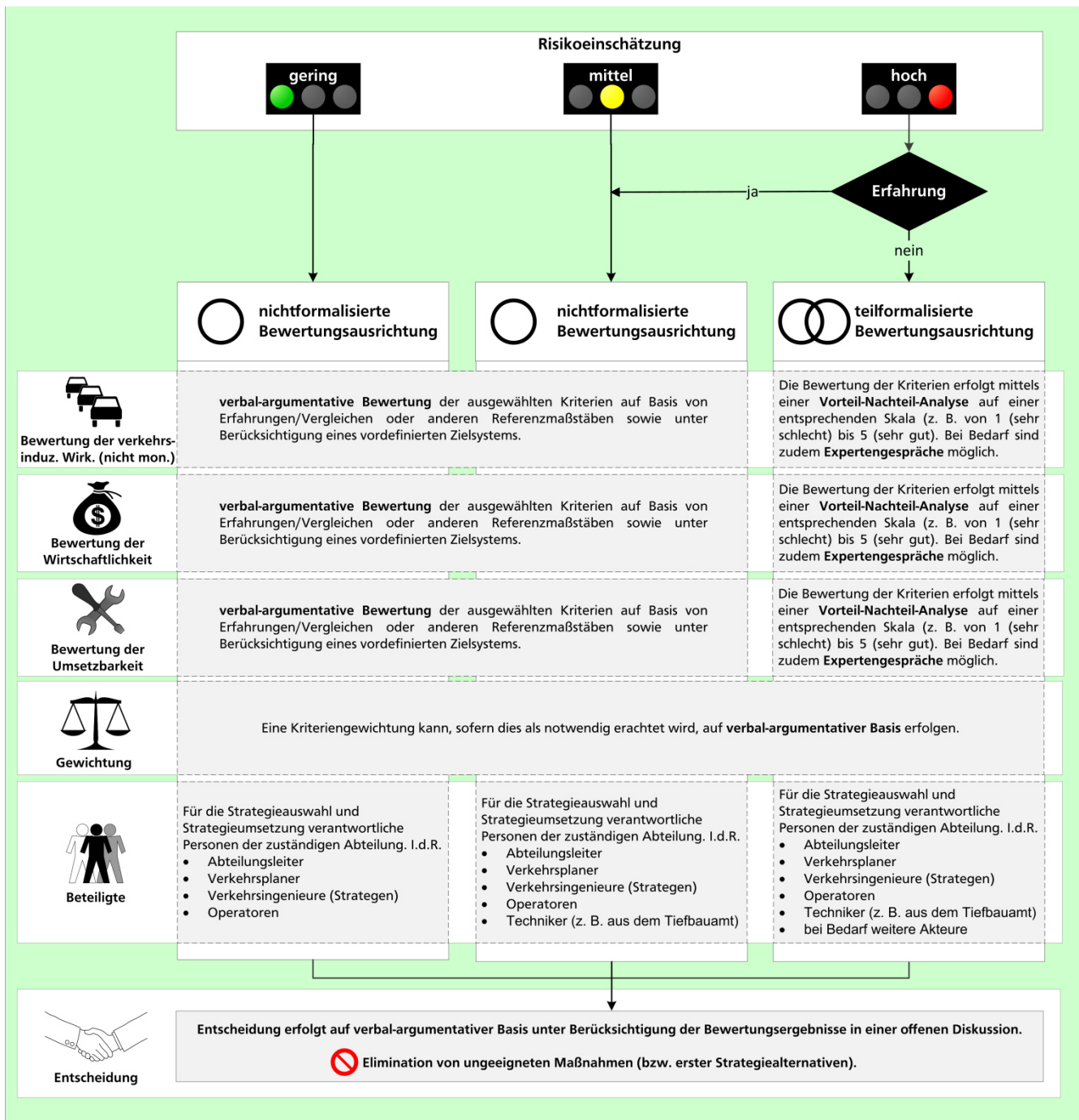


Abbildung 35: Methodik der Vorbewertung im Rahmen der ex-ante Bewertung (eigene Darstellung).

### 5.2.2. Hauptbewertung

Durch die Hauptbewertung am Ende der Entwurfsplanung wird nun endgültig über die **Auswahl einer Strategie** entschieden. Ähnlich wie bei der Vorbewertung richtet sich auch hier die Methodenauswahl und Verfahrensausgestaltung an dem zu erwartenden Risiko aus. Prinzipiell verschiebt sich allerdings die Gewichtung hinsichtlich der Anforderungen an die Bewertung in Richtung der formalisierten und mathematisierten Methoden. Stand für die Vorbewertung zunächst noch eine möglichst einfache Handhabbarkeit im Vordergrund, ist in der **Hauptbewertung** mehr Gewicht auf die **Genauigkeit und Zuverlässigkeit** der Bewertung zu legen. Dies bedeutet, dass mit zunehmendem Risiko und zunehmender Strategiekomplexität auch die Anforderungen an die Bewertung entsprechend wächst. Daher bietet es sich an, den Grad der Formalisierung auch in der Hauptbewertung an den Grad des Risikos und der Strategieanforderungen auszurichten. Demzufolge bleiben für Störfallsituationen mit einer **geringen Risikoeinschätzung** Methoden aus dem **nichtformalisierten Bereich** nach wie vor angemessen, um das Bewertungsziel mit einem vertretbaren Aufwand zu erreichen. Für Störfallsituationen und Strategien mit einer **mittleren Risikoeinschätzung** sind im Gegensatz zur Vorbewertung größere Anforderungen gegeben, so dass die Verwendung von **teiformalisierten Methoden** zweckmäßig erscheint. Schließlich gelten für Störfallsituationen mit einer **hohen Risikoeinschätzung** konsequenterweise die höchsten Anforderungen an eine Strategie und an den Bewertungsprozess, so dass in erster Linie Methoden aus dem **formalisierten** Portfolio zur Anwendung kommen. Der insgesamt höhere Grad an Formalisierung und Mathematisierung hat auch zur Folge, dass die **Anforderungen an die Qualität und Verfügbarkeit der Daten** steigen, die in den Bewertungsprozess eingehen.

Für die Hauptbewertung sind im Wesentlichen dieselben Bewertungskriterien wie auch bei der Vorbewertung gültig, da sich an der grundlegenden Zieldefinition nichts geändert haben sollte. Ist es im Laufe des Planungsprozesses und infolge der Vorbewertung doch zu einer Verschiebung der Zielausrichtung gekommen, ist die Kriterienauswahl und eventuelle Priorisierung entsprechend den veränderten Gegebenheiten anzupassen. Aus diesem Grund sind vor der Hauptbewertung die **Auswahl** und die **Relevanz** der einzelnen **Kriterien** und spezifischer Messgrößen nochmals eingehend zu **überprüfen** und **ggfs. anzupassen**.

Ebenso kann auch die eingangs vorgenommene **Risiko- und Komplexitätseinschätzung** nochmals **kritisch hinterfragt** werden. Gerade in der Auseinandersetzung und Diskussion mit unterschiedlichen Experten im Rahmen der Vorbewertung kann es u. U. zu einer Neueinschätzung der Risikosituation und der Strategiekomplexität kommen. Letzteres kann beispielsweise der Fall sein, wenn festgestellt wird, dass zur Zielerreichung weit weniger Maßnahmen erforderlich sind, als dies ursprünglich geplant war.

In der Hauptbewertung können, wie in der Vorbewertung, **einzelne Maßnahmen** genauer **bewertet** und erneut auf ihre Wirkungspotentiale, ihre Wirtschaftlichkeit und ihre Umsetzbarkeit hin untersucht werden. Insbesondere für Maßnahmen, deren Wirkungspotentiale oder Kosten nur schwer durch die Vorbewertung abzuschätzen waren, und die demzufolge mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sind, können durch die Hauptbewertung eingehender analysiert und ggfs. auch in dieser Bewertungsstufe noch eliminiert werden. Allerdings ist es gerade auch die **Besonderheit einer Strategie**, dass verschiedene **Maßnahmen gleichzeitig zusammenwirken** und dieses Bündel in seiner Gesamtheit untersucht werden sollte. Der Wirkungsgrad einer Strategie ist dabei nicht gleichzusetzen mit der Summe der Wirkungsgrade der in einer Strategie enthaltenen Einzelmaßnahmen, da sich die Wirkungen von Einzelmaßnahmen verstärken, konterkarieren oder auch überlagern können. Aus diesem Grund sollte es für die Hauptbewertung das Ziel sein, nach Möglichkeit die **Strategie in ihrer Gesamtheit** zu erfassen, zu untersuchen und zu **bewerten**.

Eine reine Reduzierung auf numerische Werte greift, wie es die Ausführungen in Kapitel 3.3.5 gezeigt haben, bei der Hauptbewertung zu kurz. Aus diesem Grund ist es wichtig, auch qualitative Bewertungen und Argumentationen zur Begründung, insbesondere hinsichtlich der Kriterien der Umsetzbarkeit, in den jeweiligen Bewertungsprozess zu integrieren.

### 5.2.2.1. Bewertungsverfahren für Strategien mit einer geringen Risikoeinschätzung

#### Methodenauswahl

Auch wenn nichtformalisierte Methoden für die Bewertung von Strategien des dynamischen Straßenverkehrsmanagements mit einer geringen Risikoeinschätzung als ausreichend erscheinen, insbesondere wenn der zu erwartende Ertrag dem Aufwand gegenübergestellt wird, sollten an die nichtformalisierte Bewertung durchaus **höhere Anforderungen** gestellt werden, die dafür sorgen, dass trotzdem ein möglichst hoher Grad an Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Transparenz erreicht wird. Damit eine bessere Entscheidungsbasis geschaffen werden kann, sollten Methoden gewählt werden, die eine **bessere und transparentere Strukturierung** erlauben. Aus diesem Grund empfehlen sich neben der verbal-argumentativen Bewertung die in Kapitel 3.2.1 vorgestellte **SWOT-Analyse** oder die **Argumentenbilanzierung**.

Weiterhin ist darauf zu achten, dass es aufgrund **gesetzlicher** oder **ggfs. vertraglicher Vorgaben** notwendig sein kann, bestimmte **formalisierte Verfahren anzuwenden**. Dies trifft insbesondere auf den Nachweis der Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens oder einer Investition zu. Sollten demnach mit einer Strategie größere Investitionen in die systemtechnische Infrastruktur einhergehen, kann die Durchführung, beispielsweise einer **NKA** oder einer **WKA**, aus **rechtlichen Gründen** unerlässlich sein. Ergänzend kann auch die Expertise anderer Akteure hilfreich sein, weshalb **bei Bedarf** auch **Experteninterviews** durchgeführt werden können.

#### Beteiligte

Für die Hauptbewertung von Strategien mit einer geringen Risikoeinschätzung sollten, wie schon bei der Vorbewertung, die verantwortlichen Personen für die Strategieplanung und -umsetzung beteiligt werden. Somit bleibt der **Personenkreis aus der Vorbewertung** bestehen. Zudem sollten nun auch zur Einschätzung der systemtechnischen Umsetzbarkeit und zur Einschätzung eines etwaigen Erweiterungs- oder Änderungsbedarfs der systemtechnischen Infrastruktur die verantwortlichen Personen aus dem Bereich **Technik bzw. IT** hinzugezogen werden, welche in Städten oft dem Tiefbauamt angehören. Schließlich ist auch die Einschätzung der **Polizei** bzgl. der Umsetzbarkeit notwendig, weshalb diese ebenfalls hinzuzuziehen ist. Bei der Besetzung sollte gewährleistet sein, dass alle drei Kriterienkategorien im Rahmen der nichtformalisierten Bewertung ausreichend beurteilt werden können. Je nach Störfallsituation, z. B. bei kleineren Veranstaltungen, kann die Personengruppe bei Bedarf um **weitere Akteure**, wie Rettungskräfte oder Parkhausbetreiber, erweitert oder deren Einschätzungen durch separate Expertengespräche eingeholt werden. Ist eine Strategie genehmigungsbedürftig, ist auch die Teilnahme der verantwortlichen Person(en) der **genehmigenden Behörde** sinnvoll. Auch in diesem Verfahren sollte der **Kreis der beteiligten Personen** auf ein **erforderliches Minimum** reduziert werden, um einen flüssigen Diskussions- und Bewertungsprozess zu gewährleisten.

#### Verfahrensausgestaltung

Die einzelnen Strategiealternativen sind entsprechend der Strukturierungsvorgaben der **SWOT-Methode** auf ihre Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken bzw. gemäß der **Argumentenbilanzierung** auf ihre Vor- und Nachteile hin **qualitativ** zu bewerten. Eine quantitative Bewertung bestimmter Kriterien ist nicht vorgesehen, auch wenn überschlägige Schätzungen möglich sind. Allerdings sollte auch hier begründet werden, auf welcher Annahme diese Schätzungen, z. B. für die verkehrsinduzierten Wirkungen oder für die zu erwartenden Kosten, basieren. Hierzu können Informationen aus der Grundlagenermittlung dienlich sein. Für einfache Strategien kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass diese mit der bestehenden technischen Infrastruktur realisiert werden können, weshalb die Bewertung der Wirtschaftlichkeit in diesem Fall von verminderter Priorität ist. Demzufolge rücken die Kriterien der **verkehrsinduzierten, nicht monetären Wirkungen** und der **Umsetzbarkeit** in den **Fokus der Bewertung**. Die nachfolgende Abbildung 36 zeigt beispielhaft ein mögliches Ergebnis sowohl eines SWOT-Verfahrens als auch der Argumentenbilanzierung. In beiden Fällen überwiegen die Vorteile der fiktiven Strategie, so dass diese sich für eine Implementierung empfiehlt. Die finale Auswahl hängt allerdings auch vom Vergleich mit weiteren Strategiealternativen ab.

Stärken	Schwächen	Pro	Contra
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung der Wartezeiten</li> <li>• Reduzierung der Reisezeiten</li> <li>• Reduzierung der Emissionen</li> <li>• keine neue Infrastruktur notwendig</li> <li>• geringe Kosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viele Maßnahmen erforderlich</li> <li>• hoher Abstimmungsbedarf</li> <li>• hoher Vernetzungsgrad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung der Wartezeiten</li> <li>• Reduzierung der Reisezeiten</li> <li>• Reduzierung der Emissionen</li> <li>• keine neue Infrastruktur notwendig</li> <li>• geringe Kosten</li> <li>• Steigerung der Standortattraktivität</li> <li>• Image einer modernen und umweltfreundlichen Stadt</li> <li>• Steigerung der Pendlerzufriedenheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viele Maßnahmen erforderlich</li> <li>• hoher Abstimmungsbedarf</li> <li>• hoher Vernetzungsgrad</li> <li>• hohes Konfliktpotential</li> <li>• relativ störanfällig durch alte Infrastruktur</li> </ul>
Chancen	Risiken	<b>8</b>	<b>5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigerung der Standortattraktivität</li> <li>• Image einer modernen und umweltfreundlichen Stadt</li> <li>• Steigerung der Pendlerzufriedenheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohes Konfliktpotential</li> <li>• relativ störanfällig durch alte Infrastruktur</li> </ul>		

Abbildung 36: Beispielhafte Darstellung eines SWOT-Verfahrens (links) und einer Argumentenbilanzierung (rechts) im Rahmen der Hauptbewertung (eigene Darstellung).

Die Eruiierung von Vor- und Nachteilen sowie die abschließende Bewertung und ggf. die Sortierung der Strategiealternativen sollte auf Grundlage des SWOT-Verfahrens oder der Argumentenbilanzierung in einer offenen Diskussionsrunde stattfinden. Als **Bewertungsmaßstab** können individuelle **Einschätzungen** aus **Erfahrungen** oder aus **Erkenntnissen vergleichbarer Fälle** unter Berücksichtigung des definierten **Zielsystems** dienen. Zur Unterstützung der Bewertung können zudem separate **Expertengespräche** durchgeführt werden, insofern einzelne Aspekte von den an der Bewertung beteiligten Personen nicht hinreichend genau bzw. zuverlässig bewertet werden können.

**Gewichtung und Rangordnung**

Eine Kriteriengewichtung und mögliche Rangordnung der verschiedenen Alternativen erfolgt auch im Rahmen dieser Bewertung, wenn überhaupt, auf **verbal-argumentativer** Ebene.

**Sensitivitätsanalyse**

Für die Überprüfung der **Robustheit** und **Zuverlässigkeit** des **Bewertungsergebnisses** sollte eine Sensitivitätsanalyse vorgenommen werden. Durch diese werden Unsicherheiten berücksichtigt, in dem die Annahmen und Eingangsparameter variiert werden. Führen bereits geringfügige Änderungen dieser Eingangsgrößen zu einer erheblichen Veränderung des Bewertungsergebnisses, ist dies ein Zeichen, dass die Bewertung bzw. die gefundene Lösung mit einer hohen **Unsicherheit** behaftet ist. Im umgekehrten Fall führen stabile Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zu der Annahme, dass die gefundenen Strategien robust gegenüber graduellen Änderungen sind und somit als relativ sicher angesehen werden können. Die **Variation der Eingangsparameter** kann sich u. a. auf folgende Punkte beziehen:

- Änderung der Ziel- oder Kriteriengewichtungen (ist eine Strategie auch dann noch wirksam, wenn sich die Prioritäten, z. B. aus politischen oder gesellschaftlichen Entwicklungen heraus verschieben?),
- Änderung der Rahmenbedingungen der Ausgangssituation (ist eine Strategie auch dann noch robust, wenn sich die Rahmenbedingungen (z. B. Veränderung der Verkehrsnachfrage oder der Verkehrszusammensetzung) ändern?),
- Änderung des Maßnahmenbündels (ist eine Strategie auch dann noch wirksam, wenn einzelne Maßnahmen einer Strategie nicht aktiviert werden können?).

Durch die Berücksichtigung der genannten Aspekte soll im Rahmen der Sensitivitätsanalyse sichergestellt werden, dass eine Strategie auch unter Änderung verschiedener Annahmen ihre Wirkungen nicht verfehlt (vgl. Steierwald et al. (2005), S. 373f.).

Im Rahmen des vorgestellten, nichtformalisierten Bewertungsverfahrens kann die Sensitivitätsanalyse nur auf **qualitativer bzw. verbal-argumentativer Basis** erfolgen, indem die dargestellten Leitfragen von den an der Bewertung beteiligten Personen diskutiert werden. Sollten im Rahmen der Sensitivitätsanalyse gravierende Mängel oder Unsicherheiten festgestellt werden, sind die Strategien punktuell anzupassen und ggfs. erneut zu bewerten.

### **Datenanforderung**

Für die qualitative Bewertung sind in erster Linie die Erfahrungswerte der beteiligten Experten ausschlaggebend. Eine **umfangreiche Datenerhebung** und Auswertung erscheinen für diesen Bewertungsfall **unverhältnismäßig**. Die aus der Grundlagenermittlung gewonnenen Informationen sollten zur Untermauerung der Bewertung und der Entscheidung allerdings nicht unberücksichtigt bleiben und daher in den Bewertungsprozess mit aufgenommen werden.

Eine zusammenfassende Übersicht der Hauptbewertung von Strategien für ein geringes Störfallrisiko ist durch die nachstehende Abbildung 37 gegeben.





Abbildung 37: Darstellung der Methodik der nichtformalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung (eigene Darstellung).

### 5.2.2.2. Bewertungsverfahren für Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung

#### Methodenauswahl

Für Strategien, welche ein mittleres Störfallrisiko erwarten lassen, bietet sich zur Bewertung in erster Linie die **multikriterielle Wirkungsanalyse** inklusive der **Anfertigung eines Stärken-Schwächen-Profiles** als Bewertungsrahmen an, da dieses verschiedene Kriterien unterschiedlicher Mess- und Wertskalen berücksichtigt bzw. integriert. Darüber hinaus lässt die multikriterielle Wirkungsanalyse einen übersichtlicheren Strategievergleich zu, und ist auch im internationalen Kontext ein verbreitetes Instrument, wie es die Ausführungen in Kapitel 3.3.4 gezeigt haben. Allerdings kann die multikriterielle Wirkungsanalyse von der Ausgestaltung und vom Aufwand her sehr unterschiedlich ausfallen, je nachdem, durch welche Methode (quantitativ oder qualitativ) die Wirkungen ermittelt werden, und welche Daten zugrunde liegen. Daher können zur Ermittlung der **Mess- und Kenngrößen Simulationen** und **Berechnungen**, aber auch qualitative Methoden verwendet werden. Eine numerische Wertzuweisung kann schließlich durch die **Vorteil-Nachteil-Analyse** bewerkstelligt werden. Die **Entscheidung** erfolgt wie zuvor auf **verbal-argumentative** Art unter Berücksichtigung der zuvor gewonnenen Ergebnisse.

#### Beteiligte

Der Kreis der an der Bewertung zu **beteiligten Personen** entspricht dem aus der **Vorbewertung**. Je nach Störfallsituation und Strategie kann es wie im zuvor beschriebenen Fall erforderlich sein, **weitere Akteure** zu integrieren, wie beispielsweise Rettungskräfte, Stadionbetreiber, Parkhausbetreiber, etc. Die **Polizei** sollte zur Beurteilung der Umsetzbarkeit und möglicher Konflikte ebenfalls hinzugezogen werden. Im Fall einer zuständigkeitsübergreifenden Strategie ist ggfs. eine **behördliche Genehmigung** notwendig, weshalb sich die direkte Beteiligung der dafür zuständigen Person(en) empfiehlt. Dies ist in der Regel auch dann der Fall, wenn mit einer Strategie der Ausbau der systemtechnischen Infrastruktur (z. B. Errichtung neuer Wechselwegweiser) einhergeht.

#### Verfahrensausgestaltung

Für die **verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen** sind von den an der Bewertung beteiligten Personen die Kriterien gemäß ihres Zielbeitrags zu priorisieren. Die für die Bewertung der Zielerreichung wichtigsten Kriterien und Messgrößen sollten durch entsprechende Methoden, wie **Simulationen** und/oder **Berechnungen**, quantifiziert werden. Dadurch kann eine genauere Prognose des **Problemwirkungs- und Maßnahmenwirkungsbereichs** (s. dazu auch Kapitel 2.3.6) erreicht und somit eine präzisere Aussage über die Effektivität einer Strategie getroffen werden. Für Kriterien, welche zwar im Rahmen der Hauptbewertung berücksichtigt werden sollen, deren Beitrag zur Zielerreichung aber von untergeordneter Bedeutung ist (z. B. für Nebenbedingungen), scheint eine eher qualitativ ausgerichtete Einschätzung mittels der beschriebenen **Vorteil-Nachteil-Analyse** angemessen zu sein. Es empfiehlt sich aus Gründen der Übersichtlichkeit und der besseren Vergleichbarkeit, eine einheitliche Skalierung zu verwenden, beispielsweise erneut durch eine fünfstufige Skala von 1 (sehr negativ) bis 5 (sehr positiv).

Wesentliche **Kosten- und Nutzelemente** sollten, sofern dies ohnehin nicht aus rechtlichen oder anderen Gründen gefordert ist, nach Möglichkeit **monetarisiert** werden. Auch die Nutzen-Kosten Relation kann somit mittels einer **NKA** oder einer **WKA** errechnet und als eigene Dimension neben den Kosten in dem Stärken-Schwächen-Profil aufgenommen werden. Einzelne Kosten- oder Nutzelemente können darüber hinaus auch separat aufgeführt werden, wenn es dem Bewertungs- und Entscheidungsprozess dienlich ist (z. B. Investitions- oder Betriebskosten, monetäre Einsparungen infolge von Reisezeitersparnissen oder Reduzierung von Schadstoffemissionen). Kriterien aus dem Bereich der sonstigen volkswirtschaftlichen Effekte sind ohnehin nur sehr schwer zu quantifizieren und sind daher, wenn überhaupt, nur rein qualitativ zu betrachten.

Schließlich sind noch die Kriterien aus der Gruppe der **Umsetzbarkeit** zu betrachten, welche für einen erfolgreichen Strategiebetrieb ebenfalls von großer Bedeutung sind. Aufgrund der bereits geschilderten Probleme der quantitativen Erhebung sind die Aspekte der einzelnen Kriterienkategorien (Aktivierungsdauer, Zielkonflikte, Akzeptanz/Verständlichkeit, Kommunikation/Vernetzung und

Funktionalität/Zuverlässigkeit) mittels der **Vorteil-Nachteil-Analyse** kritisch zu eruieren und durch einer Punktevergabe auf einer gewählten Skala (z. B. von 1 bis 5) zu bewerten.

Ein beispielhaftes Schaubild des Stärken-Schwächen-Profiles mit ausgewählten Bewertungskriterien aus dem dynamischen Verkehrsmanagement ist in der nachfolgenden Abbildung 38 dargestellt. In diesem Beispiel schneidet die Strategiealternative A insgesamt besser ab als Alternative B, weshalb erstere gewählt wird. Bei der Auswahl ist darauf zu achten, dass die jeweilige Strategiealternative kein Ausschlusskriterium erfüllt und in den zur Zielerreichung relevanten Kriterien gut abschneidet.

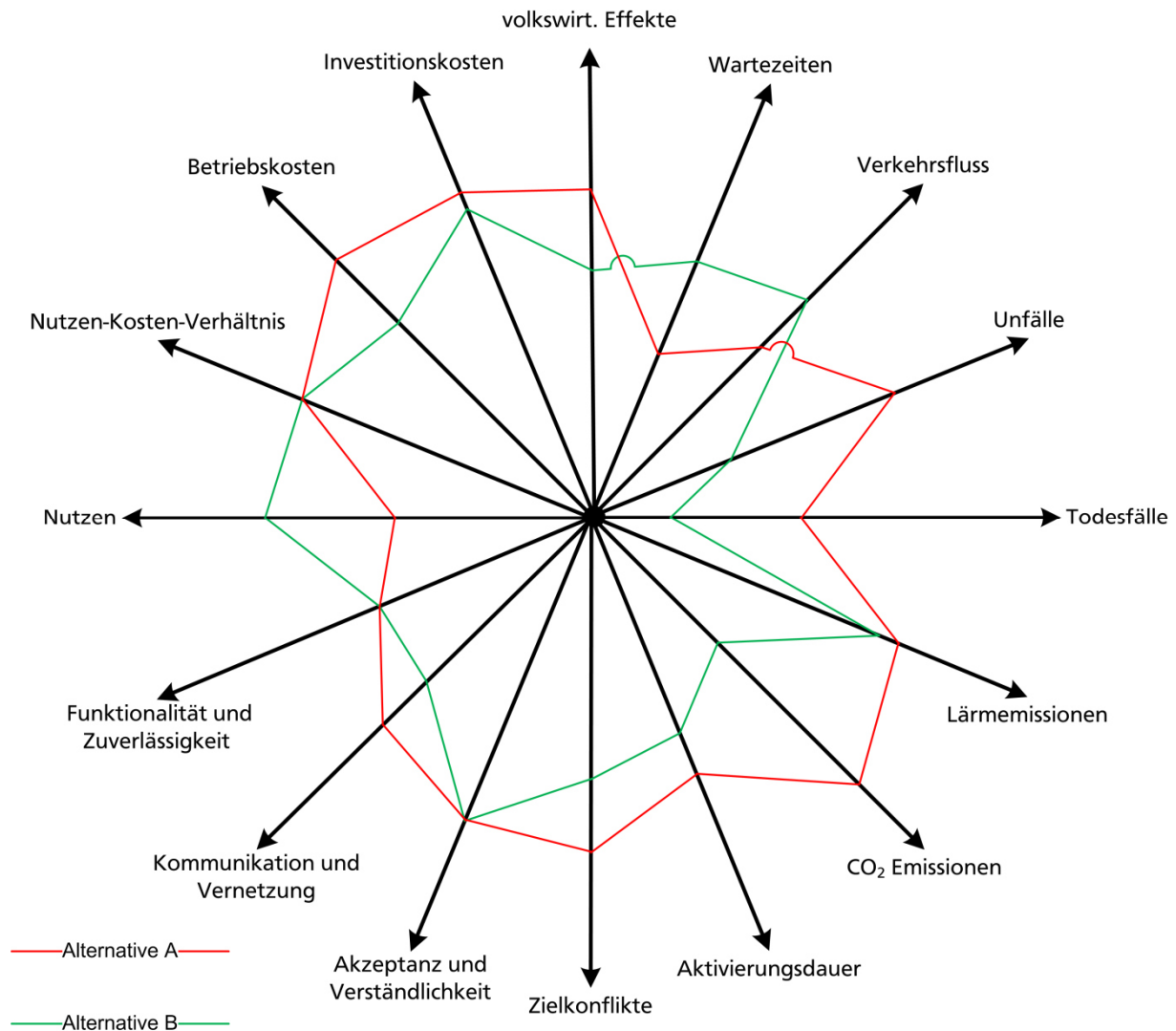


Abbildung 38: Beispielhafte Darstellung eines Stärken-Schwächen-Profiles im Rahmen einer Hauptbewertung (eigene Darstellung).

Die drei Kriterienkategorien können durch **Kleingruppen** getrennt voneinander bewertet werden, da für eine Gesamtbewertung der Zeit- und Personalaufwand zu hoch erscheint. Wichtig ist, dass an den einzelnen Bewertungsprozessen die **relevanten Experten** aus dem gesamten Kreis der Beteiligten teilnehmen. Dies kann auch zur Folge haben, dass einzelne Personen an mehreren Bewertungsvorgängen beteiligt sind. Die Ergebnisse sind im Anschluss an die Einzelbewertungen zusammenzuführen und von der Gesamtgruppe zu analysieren.

Die Verwendung mathematisierter Methoden erfordert eine **quantitativ und qualitativ ausreichende Datenbasis**. Sollten diese nicht zur Verfügung stehen oder deren Erhebung mit einem unverhältnismäßigen **Aufwand** verbunden sein, kann auf eine quantitative Datenerhebung und Wirkungsermittlung verzichtet werden, sofern keine rechtliche Notwendigkeit besteht. Somit erhält

der Bewertungsvorgang einen stark **qualitativen Charakter**, welcher sich auf die Einschätzung der Experten auf Basis von Erfahrungen oder vergleichbarer Strategien stützt. Demzufolge ändert sich die inhaltliche Ausgestaltung der multikriteriellen Wirkungsanalyse, nicht aber das prinzipielle Vorgehen. Eine mögliche Ergänzung durch ein einfaches Rangordnungsverfahren ist auch bei einer eher qualitativen Ausrichtung weiterhin möglich.

Am Ende des Verfahrens ist durch die bewertenden Personen eine **Gesamtbewertung**, basierend auf den **Ergebnissen der multikriteriellen Wirkungsanalyse** und der vorhandenen Stärken-Schwächen-Profile, vorzunehmen. Auf Grundlage dieser abschließenden Bewertung sollte eine im Konsens getroffene Entscheidung für eine bestimmte Strategiealternative getroffen werden. Auch in diesem Fall ist die Entscheidung, wie in den Fällen zuvor, ausreichend zu begründen und zu dokumentieren.

### **Gewichtung und Rangordnung**

Eine direkte Gewichtung mittels der Vergabe von Prozentpunkten oder der Berechnung von Kriteriengewichten ist in dem beschriebenen Verfahren nicht vorgesehen. Die Ergebnisse lassen sich durch das Stärken-Schwächen-Profil grafisch zusammenfassend veranschaulichen, sodass durch dieses Verfahren die Ausprägungen der einzelnen Kriterienbewertungen ersichtlich werden. Allerdings wird das Ergebnis nicht auf eine Kennzahl reduziert, anhand derer die verschiedenen Alternativen miteinander verglichen und in eine Rangfolge gesetzt werden können. Eine Gewichtung der Kriterien sowie eine Rangordnung können daher nur auf **verbal-argumentativer Basis** unter Berücksichtigung der Bewertungsergebnisse erfolgen. Gemäß den Ausführungen aus Kapitel 3.2.2 können auf Basis des Stärken-Schwächen-Profiles durch eine ‚**Verschärfung**‘ der **Anforderungen** weitere Strategiealternativen eliminiert werden (vgl. dazu Kapitel 3.2.2.3). In diesem Fall sind insbesondere die Kriterien genauer zu betrachten, die den größten Zielbeitrag leisten und denen die höchste Priorität zugeordnet worden ist.

Für die Entscheidungsfindung kann es ggfs. sinnvoll sein, das **einfache Rangordnungsverfahren** als Ergänzung in die Methodik zu integrieren. Da durch die multikriterielle Wirkungsanalyse im Gegensatz zu den anderen bisher entwickelten Bewertungsverfahren zum ersten Mal eine dezidierte Bewertung der einzelnen (ausgewählten) Kriterien erfolgt, ist es möglich, die Kriterien der einzelnen Alternativen miteinander zu vergleichen und so eine Rangfolge zu generieren. Die Rangfolge sollte allerdings nur **als Unterstützung** dienen, und ist durch die Experten auf ihre logische Konsistenz und Plausibilität hin zu überprüfen.

### **Sensitivitätsanalyse**

Im Fall einer quantitativen Ausrichtung der multikriteriellen Wirkungsanalyse können die **Eingangsparameter**, insbesondere bei der Modellierung oder der Verwendung von Berechnungsformeln (Kostensätze, Angleichungsfaktoren), im Sinne der Sensitivitätsanalyse leicht **variiert** werden, um die Robustheit eines Maßnahmenbündels zu überprüfen. Im Fall einer qualitativen Ausrichtung erfolgt die Sensitivitätsanalyse wie im zuvor beschriebenen Verfahren auf verbal-argumentativer Ebene.

### **Datenanforderung**

Für einige Kriterien, insbesondere die der verkehrsinduzierten und wirtschaftlichen Wirkungen, lassen sich die Werte sowohl quantitativ, beispielsweise durch Simulationen oder Berechnungen, als auch qualitativ, u. a. auf einer verbal-argumentativen Weise, erheben. Für die qualitative Wirkungsermittlung und Bewertung sind die Anforderungen an die Datenquantität und Datenqualität geringer, da in erster Linie die Erfahrungen und Meinungen der Experten zum Tragen kommen. Ein quantitativ ausgerichtetes Verfahren kann zwar genauere und objektivere Ergebnisse liefern, benötigt dafür aber qualitativ hochwertige Eingangsdaten und Modelle. Daher muss dafür Sorge getragen werden, dass die entsprechenden Daten, z. B. Strukturdaten für eine makroskopische Modellierung bzw. Eingangsdaten für den vier-Stufen-Algorithmus, in entsprechender **Qualität** vorhanden sind. Dies kann es erforderlich machen, dass neben den Daten aus der Grundlagenermittlung eine **weitere Datenerhebung** notwendig ist. In diesen Fällen ist zu prüfen, inwieweit die notwendigen Daten vorliegen, wie groß der **Aufwand** für eine (weitere) Datenerhebung ist, und ob dieser Aufwand im Verhältnis zum erwarteten **Nutzen** der Bewertung gerechtfertigt ist. Weiterhin ist auch sicherzustellen, dass die vorhandenen

**Modelle** und **Berechnungsmethoden** ebenfalls eine ausreichende **Qualität und Zuverlässigkeit** aufweisen. Ein entsprechender Mehraufwand zum Aufbau oder zur Kalibrierung von Modellen und/oder Berechnungsverfahren ist hierbei kritisch zu hinterfragen.

#### **Berücksichtigung von Erfahrungswerten und der Strategiekomplexität**

Bei der Strategiebewertung ist, wie zu Beginn des Kapitels festgestellt worden ist, auch immer die Ausgangslage der Bewertung zu berücksichtigen. Schließlich ist es möglich, dass im Untersuchungsgebiet bereits ähnliche Strategien für eine andere Störfallsituation entwickelt worden sind oder die Strategiekomplexität sehr gering ist. Sollte dies zutreffen, so kann der **Bewertungsprozess beschleunigt** und der **Aufwand reduziert** werden, indem das Verfahren für die Hauptbewertung von Störfallsituationen mit einer geringen Risikoeinschätzung angewandt wird. Der Einfluss der Strategiekomplexität und der Erfahrungswerte auf die Verfahrensauswahl ist der Abbildung 42 zu entnehmen.

Ein zusammenfassendes Schaubild der Hauptbewertung von Strategien für ein mittleres Störfallrisiko ist der nachfolgenden Abbildung 39 zu entnehmen.



Abbildung 39: Darstellung der Methodik der teilformalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung (eigene Darstellung).

### 5.2.2.3. Bewertungsverfahren für Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung

#### Methodenauswahl

Für die Hauptbewertung von Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung ist eine höhere Zuverlässigkeit und Genauigkeit erforderlich, weshalb vornehmlich quantitative bzw. formalisierte Methoden zum Einsatz kommen sollten. Dies umschließt neben der Verwendung von **Simulations- und Berechnungsmethoden** zur verkehrsinduzierten Wirkungsermittlung auch die **NKA** oder **WKA** für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit, die **Vorteil-Nachteil Analyse** für die Bewertung der Umsetzbarkeit sowie optional die Methode der **NWA** und des **formalisierten Rangordnungsverfahrens**. Weiterhin kommt zur finalen Entscheidungsfindung auch die **verbalargumentative** Methode zum Einsatz.

#### Beteiligte

Der an der Bewertung zu **beteiligende Personenkreis** kann aufgrund des hohen Risikos einer Störfallsituation und dem damit einhergehenden großen Auswirkungsbereich (z. B. auf Verkehrsteilnehmer, Anwohner, Umwelt, Wirtschaftsverkehr, etc.) recht **groß** ausfallen. Um möglichen Zielkonflikten frühzeitig zu begegnen, kann daher die Beteiligung weiterer Personen notwendig sein, sodass die folgenden Personen in Frage kommen können:

- Leiter der für die Strategieentwicklung und Strategieumsetzung zuständigen Abteilung,
- Verkehrsplaner, Verkehrsingenieure und Operatoren aus dem Verkehrsmanagement,
- Techniker für die Beurteilung der technischen Umsetzbarkeit (meist aus dem Tiefbauamt),
- Polizei für die Beurteilung der generellen Umsetzbarkeit,
- Behördenvertreter für Genehmigungsfragen,
- ggfs. Einsatzleiter, Rettungskräfte, Stadionbetreiber, Parkhausbetreiber, Vertreter des ÖPNV, Verkehrswacht, Ordnungsamt, etc., welche an der Strategie aktiv beteiligt sind,
- ggfs. Fachleute für Finanzfragen (z. B. Kämmerer),
- ggfs. Personen sonstiger Interessensvertretungen (z. B. Anwohner, Umweltverbände, Wirtschaftsverbände), die von einer Strategie direkt oder indirekt betroffen sind und
- ggfs. Repräsentanten der Politik.

Die Teilnahme von Interessenvertretern kann als notwendig erachtet werden, wenn Strategien im Portfolio der Alternativen sind, welche sich nachteilig auf die Belange bestimmter Gruppen auswirken können (z. B. Nachteile für den Wirtschaftsverkehr durch temporäre Durchfahrverbote für Lkw).

Wird die **Neutralität** der für die Bewertung verantwortlichen Personen in Frage gestellt, kann es sinnvoll sein, den gesamten Bewertungsprozess oder zumindest Teile davon (z. B. nur die Ermittlung der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen) an einen **externen Auftragnehmer**, z. B. ein Ingenieurbüro, zu vergeben. Dies kann neben der Wahrung der Neutralität und Objektivität im Falle vieler Zielkonflikte auch dann sinnvoll sein, wenn auf Seiten der verantwortlichen Personen keine Expertisen oder technischen Mittel vorhanden sind (z. B. Simulationssoftware).

#### Verfahrensausgestaltung

In diesem Bewertungsfall ist eine höhere Mathematisierung geboten, um die Bewertungsergebnisse auf ein genaueres und stichhaltigeres Fundament zu stellen. Für die verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen ist vor allem die hohe Komplexität zu berücksichtigen, welche sich durch das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen ergibt. Für Strategien, welche einen hohen Wirkungsbereich abdecken sollen, sind Methoden zur Wirkungsermittlung zweckmäßig, welche die gesamte **Breite eines Maßnahmenbündels** abdecken können. Die fundierte Gesamtbetrachtung der Komplexität in einem Netz oder Teilnetz ist entweder mittels einer realen Erprobung einer Strategie oder einer **Verkehrssimulation** möglich. Da ersteres zu diesem Zeitpunkt aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität nicht sinnvoll erscheint, bietet sich nicht zuletzt durch die Fortschritte und Möglichkeiten der Simulationstechnik eine solche Anwendung an. Diese hat den Vorteil, dass sie im Vergleich zur realen Erprobung **zeit- und kostengünstiger** ist, und zudem

Wirkungen verschiedener Strategiealternativen zügig ermittelt werden können. Dies setzt allerdings neben der Software auch eine ausreichende Datengrundlage sowie Fachwissen seitens des Anwenders voraus.

Sind Simulationen nicht möglich, kann alternativ eine **Vorteil-Nachteil Analyse** durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass neben den einzelnen Kriterien auch die **Wirkungszusammenhänge** verschiedener Maßnahmen (Effektivität) bzw. der Problemwirkungs- und Maßnahmenwirkungsbereich berücksichtigt und als eigenständige Kriterien in die Bewertung integriert werden. Die einzelnen Wertzuweisungen sind auf **Grundlage der Erfahrungen** von Experten und unter Verwendung von **Vergleichsfällen** möglichst genau und plausibel zu begründen. Unterstützend sollten **Berechnungsverfahren** angewandt werden, durch welche sich verschiedene Wirkungsbereiche, wie beispielsweise die der Verkehrsqualität, quantifizieren lassen. Da die Wirkungsermittlung für sich genommen noch keine Bewertung darstellt, sind die ermittelten Werte den definierten Zielgrößen gegenüberzustellen und/oder mit den Wirkungen alternativer Strategiealternativen zu vergleichen, um eine nachvollziehbare Wertzuweisung seitens der verantwortlichen Personen vornehmen zu können.

**Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen** können ebenfalls je nach Datenlage im Wesentlichen auf drei verschiedenen Wegen geschehen. Zum einen kann eine **NKA** durchgeführt werden, insbesondere wenn dies aus rechtlichen Gründen im Sinne eines Wirtschaftlichkeitsnachweises verlangt wird. Allerdings ist kritisch zu diskutieren, ob die angegebenen Kostensätze oder Berechnungsverfahren aus den in Kapitel 3.3 genannten Leitfäden auf die jeweilige Bewertungssituation übertragbar sind, oder ob ggfs. Anpassungen vorzunehmen sind. Die Wahrung des Allgemeinwohls und die Berücksichtigung des öffentlichen Interesses nehmen bei kostenintensiven Vorhaben der öffentlichen Hand einen hohen Stellenwert ein. Aus diesem Grund kommt der Nutzenermittlung eine hohe Bedeutung zu, was bei der Analyse bekannter nationaler und internationaler Bewertungsverfahren in Kapitel 3.3 bereits festgestellt worden ist. Deswegen sollte in Anlehnung an diese Erkenntnisse auch im Rahmen der Bewertung von komplexen und kostenintensiven Strategien, insbesondere wenn es um den Aufbau oder die Erweiterung der systemtechnischen Infrastruktur geht, der Nutzen ermittelt und nachgewiesen werden. Auch für die Nutzenermittlung können entsprechend den Vorgaben aus den bekannten Veröffentlichungen Formeln und numerische Werte zur Berechnung verwendet werden. Falls eine Monetarisierung des Nutzens entweder nicht möglich oder nicht sinnvoll erscheint, kann alternativ zur NKA eine **WKA** durchgeführt werden, in der, wie in Kapitel 3.2.3 beschrieben worden ist, anstatt einer Monetarisierung des Nutzens dieser in Wirksamkeits- bzw. Nutzenpunkten angegeben und in Relation zu den Kosten gesetzt wird. Ferner bieten die heutigen **Modellierungs- und Simulationsprogramme** Möglichkeiten zur Berechnung wirtschaftlicher Größen unter Angabe entsprechender Kostensätze (z. B. Zeitkosten, Immissionskostensätze). Daher ist es auch möglich, Kosten- und monetarisierte Nutzenermittlungen mittels Verkehrssimulationen vorzunehmen. Unterstützend sind Erfahrungswerte aus denselben oder vergleichbaren Untersuchungsgebieten für eine realitätsnahe Einschätzung der Kosten und des zu erwartenden Nutzens zu verwenden.

Schließlich sind noch die Kriterien hinsichtlich der **Strategieumsetzung** zu bewerten. Eine Quantifizierung bietet sich auch im Fall risikoreicher Störfallsituationen prinzipiell nicht an, da, abgesehen von der Aktivierungsdauer, keine belastbaren Messgrößen vorhanden sind. Somit können diese Kriterien unter Berücksichtigung der Eigenschaften und Leitfragen, welche in Kapitel 4.4 bereits vorgestellt worden sind, auf Basis von Einschätzungen und Erfahrungen von Experten auf **verbal-argumentativer Ebene diskutiert** und gemäß einer **Vorteil-Nachteil-Analyse bewertet** werden. Dafür ist zunächst die Skala bzw. die Werteinteilung festzulegen. Eine beispielhafte Skaleneinteilung für die Kriterien der Umsetzbarkeit im Rahmen einer Vorteil-Nachteil-Analyse ist der Tabelle 47 in **Anlage 9** zu entnehmen.

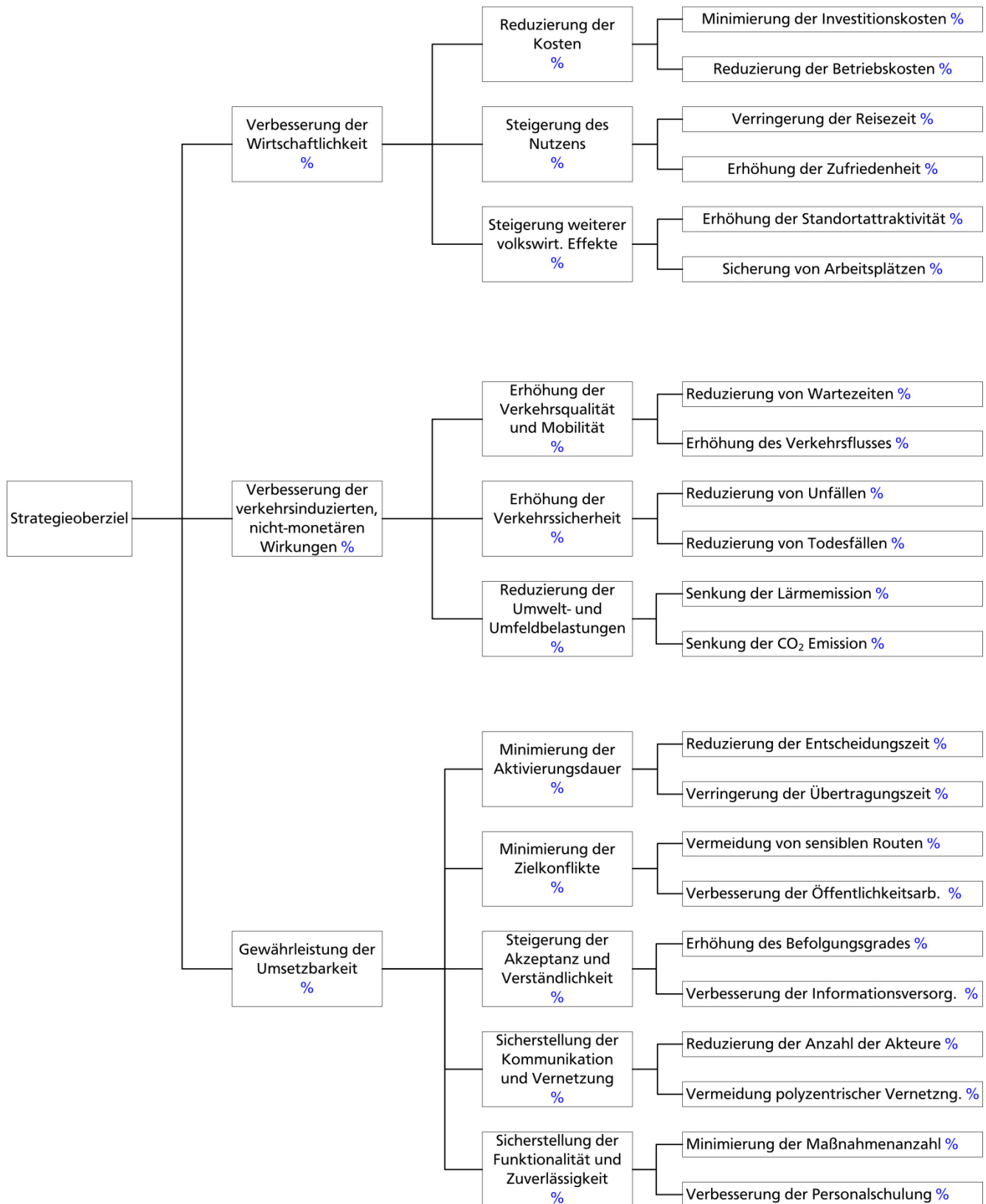
Auch in diesem Fall können die drei Kriterienkategorien aus Zeit- und Personalgründen in **kleineren Gruppen** separat bewertet werden. Es ist auch in diesem Kontext darauf zu achten, dass an den einzelnen Bewertungsprozessen die relevanten Experten aus dem Kreis der Beteiligten teilnehmen. Durch die Expertengespräche wurde die Erkenntnis gewonnen, dass im Allgemeinen den **verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen** eine **höhere Bedeutung** beigemessen wird. Aus



diesem Grund kann daher die Bewertung der entsprechenden Kriterien vorgelagert werden, bevor die wirkungsvollsten Maßnahmen bzw. Strategiealternativen auf ihre Wirtschaftlichkeit bzw. Umsetzbarkeit hin untersucht werden. Im Ergebnis sollte auf Grundlage der einzelnen Ergebnisse mittels einer Diskussion und unter Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Strategiealternativen eine **Entscheidung** bzgl. der favorisierten **Strategiealternative** getroffen werden, die im Anschluss durch weitere Verfahren noch weiter analysiert werden kann.

### **Gewichtung und Rangordnung**

Eine Gewichtung einzelner Kriterien kann in erster Linie auf **qualitativer Basis** geschehen. Demzufolge ist von den an der Bewertung beteiligten Personen zu klären, welche Kriterien höher zu priorisieren sind. Soll die Priorisierung und auch die Bewertung stärker formalisiert werden, kann die Gewichtung auch mittels der **Vergabe von Prozenten** im Rahmen einer **Nutzwertanalyse** durchgeführt werden. Dennoch erfolgt auch an dieser Stelle die Zuteilung von Prozentwerten aus der logischen Argumentation und in Anlehnung an das definierte Zielsystem heraus. Eine mathematische Errechnung möglicher Kriteriengewichte, wie beispielsweise durch den AHP, ist zwar auch möglich, wird aber aufgrund der mangelnden Transparenz und des größeren Aufwands nicht empfohlen. Im Rahmen der Nutzwertanalyse ist es notwendig, die einzelnen quantitativen oder qualitativen Werte mit Nutzenpunkten zu bewerten. Für die Kriterien der Umsetzbarkeit ist dies in der Tabelle 47 bereits beispielhaft dargestellt worden. In diesem Fall ist eine fünfstufige Skala verwendet worden. Ähnlich wie bei den qualitativen Kriterien der Umsetzbarkeit, ist es auch bei den quantitativen Werten der verkehrsinduzierten Wirkungsermittlung sowie bei den monetären Werten der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung notwendig, die Ergebnisse gemäß einer Zuordnungsvorschrift in Nutzwertpunkte zu transferieren (s. dazu auch Tabelle 11). Die Skalierung ist so zu wählen, dass die Unterschiede der Kriterienausprägungen zwischen verschiedenen Alternativen entsprechend abgebildet werden können. Für die Nutzwertanalyse für Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements kann z. B. das in der folgenden Abbildung 40 illustrierte Zielsystem zugrunde gelegt werden.



% Gewichtung erforderlich

Abbildung 40: Beispielhaftes Zielsystem zur Durchführung einer Nutzwertanalyse für Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements (eigene Darstellung).

Durch die Nutzwertanalyse lässt sich ein numerischer Gesamtwert für jede Alternative berechnen, wodurch die verschiedenen Alternativen miteinander verglichen und in eine Rangfolge gesetzt werden können. Allerdings ist bereits darauf aufmerksam gemacht worden, dass durch die Transformation in Nutzwertpunkten und die weitere Aggregation der Zahlen ein erheblicher Informationsverlust eintritt. Die Kennzahlen geben kaum einen Eindruck über die jeweiligen inhaltlichen Ausprägungen der einzelnen Kriterien oder über die Vor- und Nachteile einer Strategie. Daher ist die **NWA optional und als Ergänzung** zu den bisherigen Bewertungsschritten zu sehen, um die Ergebnisse aus den bisherigen Berechnungen und Überlegungen zu überprüfen. Die NWA sollte demnach nicht als alleiniges Instrument der formalisierten Bewertung, und die Ergebnisse nicht als alleinige Entscheidungsgrundlage dienen.

Alternativ kann auch das **formalisierte Rangordnungsverfahren** angewandt werden, insbesondere wenn die Erstellung einer Rangordnung in Abhängigkeit der Ausprägung der einzelnen Mess- und Kenngrößen der einzelnen Kriterien im Vordergrund steht. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass keine Gewichtung vorgenommen werden muss und die Rangordnung vergleichsweise schnell ermittelt werden kann. Allerdings sollten die Kriterien auf Basis des zugrunde liegenden Zielsystems zumindest qualitativ priorisiert werden, damit die Alternativen mit einem höheren Zielerreichungsgrad auch entsprechend identifiziert werden können. Auch für dieses Verfahren gilt, dass es nur unterstützend zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden sollte.

### Sensitivitätsanalyse

Die Sensitivitätsanalyse kann in erster Linie durch **Simulationen** durchgeführt werden, indem die Eingangsparameter gemäß veränderter Annahmen bezüglich der Störfallsituation variiert werden, und die veränderten Wirkungen bezüglich der Verkehrsqualität, der Verkehrssicherheit sowie der Umwelt- und Umfeldbelastungen analysiert werden. Durch eine **Variation der Annahmen** bezüglich der zukünftigen **Kosten- und Nutzenentwicklung** für bestimmte Strategiealternativen lässt sich die Sensitivitätsanalyse auch auf den wirtschaftlichen Bereich anwenden. Die Sensitivitätsanalyse im Bereich der **Umsetzbarkeit** ist auf **qualitativer Basis** durchzuführen. In diesem Zusammenhang sind beispielsweise die Fragen zu beantworten, ob die Effektivität einer Strategie auch noch gewährleistet ist, wenn

- die Aktivierungszeit aufgrund von Kommunikations- oder Erfassungsschwierigkeiten länger dauert als prognostiziert,
- vermehrt Zielkonflikte auftreten,
- die Akzeptanz auf Seiten der Verkehrsteilnehmer hingegen früherer Erwartungen geringer ausfällt,
- die Kommunikation teilweise ausfällt, z. B. aufgrund technischer Probleme oder aufgrund der Abwesenheit involvierter Personen und
- die Funktionalität nicht vollständig gewährleistet werden kann, z. B. wenn Teile der systemtechnischen Infrastruktur (z. B. Wechselwegweiser, Detektoren) störanfällig sind. Dies kann u. U. auch im Rahmen der Simulation überprüft werden.

### Datenanforderung

Bedingt durch die **hohe Bewertungsanforderung** ist eine **hochwertige Datengrundlage** für die Verfahren dieser Methodik **essentiell**. Durch die stärker quantifizierte bzw. mathematisierte Bewertungsausrichtung wird zugleich eine höhere **Datenqualität** notwendig. Insbesondere zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit und der verkehrlichen Wirkungen sollten entsprechend hochwertige Daten vorhanden sein, erworben oder erhoben werden.

Eine zusammenfassende Übersicht der Hauptbewertung von Strategien für ein hohes Störfallrisiko ist der nachfolgenden Abbildung 41 zu entnehmen.

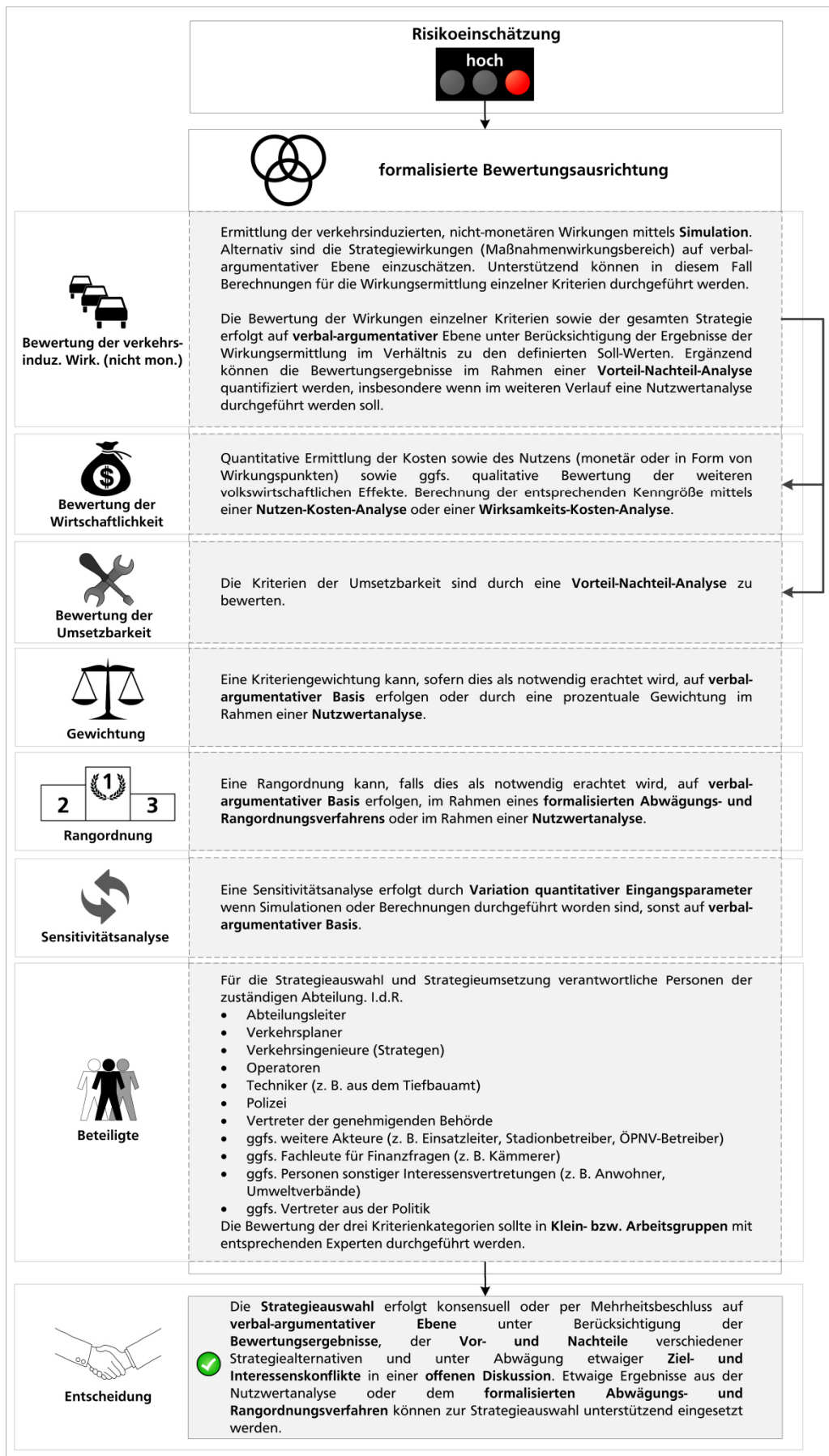


Abbildung 41: Darstellung der Methodik der formalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung (eigene Darstellung).

### Berücksichtigung von Erfahrungswerten und der Strategiekomplexität

Für den Fall, dass bereits zuverlässige Erfahrungswerte für eine Strategie vorhanden sind oder die Strategiekomplexität gering ist, kann der **Bewertungsaufwand** bei ausreichender Begründung **reduziert** werden, und soweit dies rechtlich vertretbar ist. So kann von den stark formalisierten und mathematisierten Verfahren abgewichen und das zuvor beschriebene teilformalisierte Verfahren angewandt werden. Wie bereits in Kapitel 5.1.2 erläutert worden ist, ist für die Bewertung von Strategien mit einer ursprünglich hohen Einschätzung des Störfallrisikos **maximal ein ‚Verfahrenssprung‘** vorgesehen.

Der Einfluss der Strategiekomplexität und der Erfahrungswerte auf die Bewertungsausrichtung ist der nachstehenden Abbildung 42 zu entnehmen.

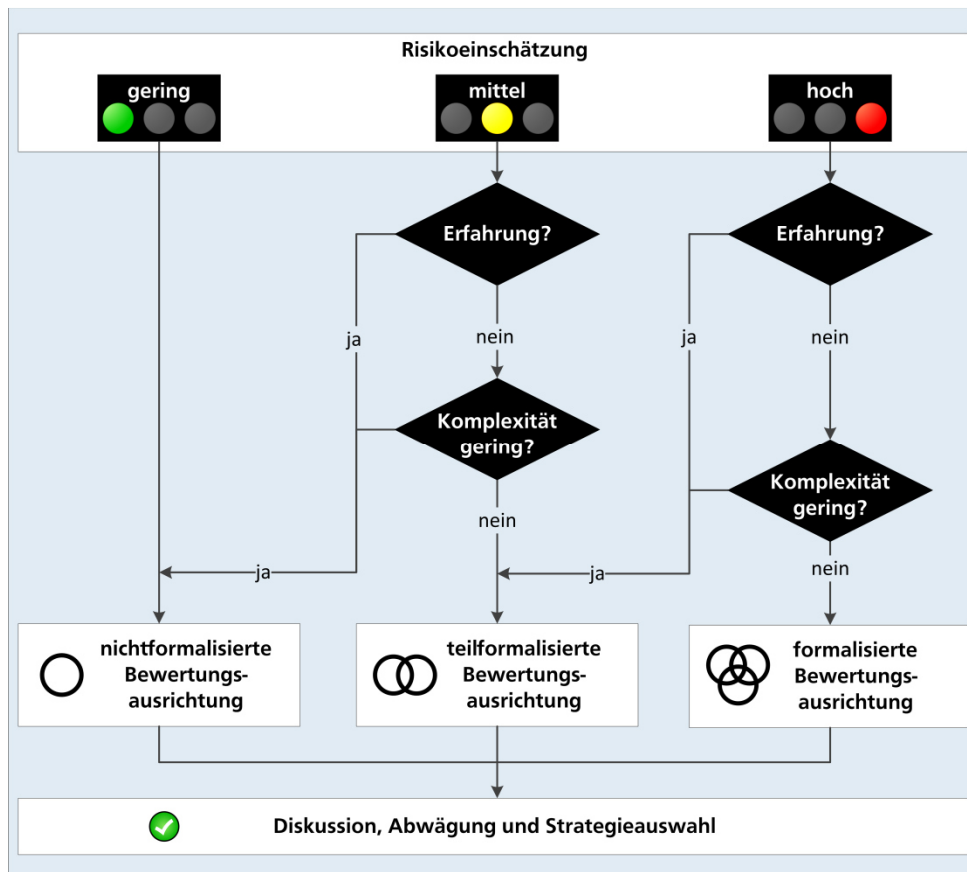


Abbildung 42: Grundlegende Methodik der Hauptbewertung (eigene Darstellung).

#### 5.2.2.4. Ergebnis

##### Entscheidung

Am Ende aller drei Bewertungsverfahren sind auf Grundlage der einzelnen Bewertungsergebnisse die **Vor- und Nachteile** verschiedener Strategiealternativen zu **diskutieren**. Am Ende dieses letzten Prozesses ist eine Entscheidung für eine Strategie zu fällen. Dabei ist die Entscheidung so zu treffen, dass neben einer ausreichenden **Effektivität** und **Effizienz/Wirtschaftlichkeit** einer Strategie auch die Interessenslagen der verschiedenen Gruppen bedacht werden. Daher sollte nicht zwangsläufig die Strategie mit dem maximalen Wirkungspotential oder den minimalen Kosten ausgewählt werden, sondern diejenige, welche neben einem hohen Wirkungspotential und einer guten Umsetzbarkeit eine **größtmögliche Akzeptanz** und **geringe Zielkonflikte** unter den Verkehrsteilnehmern und sonstigen Betroffenen verspricht. Dabei ist zu beachten, dass nicht immer alle Interessen vollständig in Erwägung gezogen und alle Zielkonflikte behoben werden können. Eine größtmögliche Akzeptanz sollte allerdings angestrebt werden, auch wenn Einzel- oder Minderheiteninteressen dabei unberücksichtigt bleiben müssen (vgl. Steierwald et al. (2005), S. 355f.).

### Dokumentation

Die **Entscheidung** sollte gut **begründet** und ausreichend **dokumentiert** werden. Auch die Ergebnisse der einzelnen Bewertungsprozesse samt der Annahmen sowie der ermittelten Mess- und Kenngrößen (Wirkungsprognosen) sind vor dem Hintergrund der Transparenz und Nachvollziehbarkeit schriftlich festzuhalten. Insbesondere die Berechnungen und Entscheidungen, welche den wirtschaftlichen Bereich abdecken, sollten aus **haushaltspolitischen Gründen** (z. B. Überprüfungen durch den Rechnungshof, Rechtfertigung vor dem Gemeinderat) hinreichend genau dokumentiert werden.

### Dauer

Es muss davon ausgegangen werden, dass der gesamte Prozess der Hauptbewertung aufgrund der separierten Prozesse zur Bewertung der verschiedenen Kriterienkategorien eine **längere Zeit** in Anspruch nimmt, als es bei der zuvor beschriebenen Vorbewertung der Fall ist. Insbesondere die Datenerhebung und Datenaufbereitung sowie die Durchführung der formalisierten Verfahren sind zeitintensiver, als rein verbal-argumentative Verfahren. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass für komplexe Strategien und der damit zusammenhängenden Tragweite auch der Kreis an zu beteiligten Personen steigt und somit ein **erhöhter Abstimmungsbedarf**, insbesondere bei vielen Zielkonflikten, notwendig ist.

### Strategieauswahl

Das Grundprinzip der Hauptbewertung und der Strategieauswahl soll anhand des bereits eingeführten, fiktiven Beispiels durch die folgende Abbildung 43 abschließend veranschaulicht werden. Grundsätzlich geht es um die Bewertung der gesamten Strategie und der Wirkungszusammenhänge der Maßnahmenbündel. Einzelmaßnahmen können auch eingehender untersucht werden, sofern die Einschätzung während der Vorbewertung nur unzureichend möglich war. Demzufolge kann sich das Maßnahmenbündel einzelner Alternativen auch im Rahmen der Hauptbewertung noch ändern. In dem fiktiven Beispiel der nachfolgenden Grafik wird demzufolge die Maßnahme VIF<sub>3</sub> aufgrund eines unzureichenden Wirkungsbeitrags während der Hauptbewertung eliminiert. Weiterhin wird in dem Beispiel nicht die Strategiealternative mit der höchsten verkehrsinduzierten Wirkung ausgewählt, sondern die, welche neben einer ausreichenden verkehrsinduzierten Wirkung auch wirtschaftlich vertretbar ist sowie eine gute Umsetzbarkeit erwarten lässt.

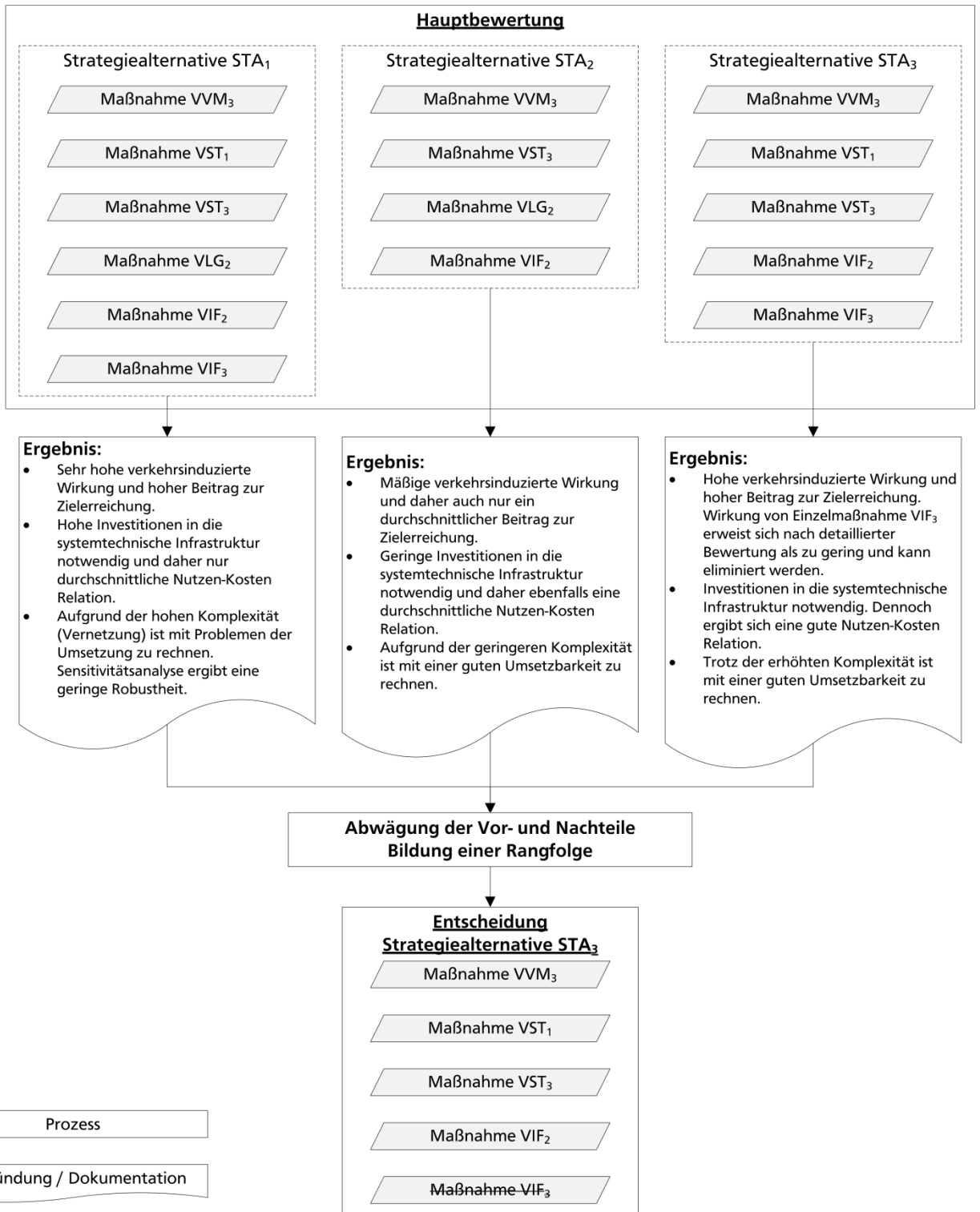


Abbildung 43: Beispielhafte Auswahl einer Strategie resultierend aus den Ergebnissen der Hauptbewertung (eigene Darstellung).

### 5.3. Zwischenbewertung

Die Vor- und Hauptbewertung finden in Anlehnung an FGSV (2011) auf den Stufen der Vorplanung und Entwurfsplanung statt. Die weiterführende, detaillierte Ausgestaltung der ausgewählten Strategie geschieht erst im Anschluss auf der Ebene der **Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung** (s. dazu auch Kapitel 2.3.2). Das bedeutet, dass auch im Anschluss an die Strategieauswahl noch **weitere Anpassungen** im Zuge der detaillierten Ausgestaltung auftreten können, die es vor der Inbetriebnahme einer Strategie zu überprüfen gilt. Dadurch soll sichergestellt werden, dass eine Strategie voll funktionsfähig ist, sobald diese für den Regelbetrieb freigegeben wird. Die Zwischenbewertung wird daher nach Abschluss des gesamten Planungsprozesses und vor der dauerhaften Inbetriebnahme einer Strategie und somit folglich gegen Ende der **Implementierungsphase** durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt liegen noch keine stichhaltigen Informationen vor, die es erlauben, eine fundierte Bewertung der tatsächlichen Wirkungen vorzunehmen. Dennoch können sich während des Implementierungsprozesses **Erkenntnisse, Entwicklungen oder Probleme** ergeben, die während der Strategieplanung entweder **nicht bedacht** worden sind oder **nicht vorhersehbar** waren. Dies betrifft vor allem Aspekte der technischen Umsetzbarkeit, wie z. B. die Funktionsfähigkeit der technischen Anlagen, die Programmierung von Schaltbefehlen, die Einrichtung der Vernetzung, etc. In diesem Fall bedarf es einer Anpassung der Strategie, für welche wiederum verschiedene Möglichkeiten der Ausgestaltung eruiert und evaluiert werden müssen.

#### Methodenauswahl

Die Ausgestaltung der Verfahren richtet sich auch bei der Zwischenbewertung prinzipiell nach dem ursprünglichen **Grad des Risikos** der Störfallsituation.

#### Geringe Risikoeinschätzung

Für Strategien mit einer geringen Risikoeinschätzung kann davon ausgegangen werden, dass der Betrieb in der Regel durch die bestehende technische Infrastruktur erfolgen kann. Daher wird für diesen Fall eine **verbal-argumentative** Zwischenbewertung als ausreichend erachtet, die aber auch auf Basis eines **kurzen Probetriebs** bzw. **Testlaufs** erfolgen kann.

#### Mittlere Risikoeinschätzung

Eine Bewertung kann für Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung auf Basis einer **Simulation** durchgeführt werden, sofern es in den weiteren Planungsstufen noch zu Anpassungen in größerem Umfang gekommen ist. Sollte dies nicht der Fall gewesen sein, kann, wie zuvor beschrieben, eine **verbal-argumentative** Zwischenbewertung auch auf Basis eines **kurzen Probetriebs** durchgeführt werden.

#### Hohe Risikoeinschätzung

Für Strategien, welche für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung konzipiert werden, werden hohe Anforderungen in Sachen Zuverlässigkeit und Funktionalität gestellt, da bereits Ausfälle von einzelnen Strategiekomponenten für gravierende Auswirkungen sorgen können, insbesondere wenn der Kreis an Verkehrsteilnehmern und sonstigen in die Geschehnisse involvierten Personen groß ist. Daher empfiehlt es sich, eine Strategie während der Implementierungsphase für einen gewissen Zeitraum in einen **Probetrieb** zu überführen, um festzustellen, ob die systemtechnischen Komponenten sowie die Kommunikations-, Handlungs- und Entscheidungsabläufe korrekt und zuverlässig funktionieren. In diesem Zusammenhang können **Beobachtungen** und gezielte **Befragungen** der Akteure, der Verkehrsteilnehmer oder anderer Betroffener erste Anhaltspunkte bzgl. der Umsetzbarkeit geben.

#### Beteiligte

Insbesondere Experten, welche an der Strategieplanung und Strategieumsetzung partizipieren, sollten auch an der Zwischenbewertung beteiligt werden. Die Beteiligung weiterer Personen ist in diesem Fall nicht vorgesehen. Die nachfolgende Tabelle 24 gibt einen Überblick über potentiell zu beteiligende Personen.



	geringes Risiko	mittleres Risiko	hohes Risiko
potenziell zu beteiligende Personen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abteilungsleiter,</li> <li>• Verkehrsplaner, Verkehrsingenieure und Operatoren aus dem Verkehrsmanagement,</li> <li>• Polizei für die Beurteilung der generellen Umsetzbarkeit,</li> <li>• ggfs. Techniker für die Beurteilung der technischen Umsetzbarkeit (meist aus dem Amt für Tiefbau),</li> <li>• ggfs. Einsatzleiter, Rettungskräfte, Stadionbetreiber, Parkhausbetreiber, Vertreter des ÖPNV, Verkehrswacht, Ordnungsamt, etc.,</li> <li>• bei Bedarf Behördenvertreter für Genehmigungsfragen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abteilungsleiter,</li> <li>• Verkehrsplaner, Verkehrsingenieure und Operatoren aus dem Verkehrsmanagement,</li> <li>• Techniker für die Beurteilung der technischen Umsetzbarkeit (meist aus dem Amt für Tiefbau),</li> <li>• Polizei für die Beurteilung der generellen Umsetzbarkeit,</li> <li>• ggfs. Behördenvertreter für Genehmigungsfragen,</li> <li>• ggfs. Einsatzleiter, Rettungskräfte, Stadionbetreiber, Parkhausbetreiber, Vertreter des ÖPNV, Verkehrswacht, Ordnungsamt, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abteilungsleiter,</li> <li>• Verkehrsplaner, Verkehrsingenieure und Operatoren aus dem Verkehrsmanagement,</li> <li>• Techniker für die Beurteilung der technischen Umsetzbarkeit (meist aus dem Amt für Tiefbau),</li> <li>• Polizei für die Beurteilung der generellen Umsetzbarkeit,</li> <li>• Behördenvertreter für Genehmigungsfragen,</li> <li>• weitere Akteure (z. B. Einsatzleiter, Rettungskräfte, Stadionbetreiber, Parkhausbetreiber, Vertreter des ÖPNV, Verkehrswacht, Ordnungsamt, etc.</li> </ul>

Tabelle 24: Potenziell zu beteiligende Personen an der Zwischenbewertung (eigene Darstellung).

**Verfahrensausgestaltung**

Geringe Risikoeinschätzung

Eine **verbal-argumentative** Bewertung kann optional nach Beendigung des gesamten Planungsprozesses durchgeführt werden, wenn es im Zuge der weiteren Planungs- und Genehmigungsschritte noch zu **größeren Anpassungen** gekommen ist. In jedem Fall sollte eine Bewertung vorgenommen werden, nachdem die Strategien und die damit zusammenhängenden Informationen und Befehle in das Verkehrsmanagementsystem implementiert und an die beteiligten Akteure weitergeben worden sind. Dies kann auch auf Basis einer ersten Aktivierung (Probetrieb) und den daraus resultierenden **Erfahrungen und Erkenntnissen** erfolgen, bevor der Regelbetrieb gestartet wird.

Mittlere Risikoeinschätzung

Für diesen Fall ist ebenfalls zu überprüfen, ob durch eine Strategie auch nach Abschluss der Genehmigungsplanung die Zielerreichung noch gewährleistet wird. Ist im Zuge der Vorbewertung bereits ein Modell entwickelt bzw. verwendet worden, bietet es sich an, die Anpassungen in das Modell einzuspeisen, und die Wirkungen mittels einer **Simulation** zu überprüfen. Die **Umsetzbarkeit** sowie ggfs. die **Wirtschaftlichkeit** ist nach wie vor auf **qualitativer Basis** zu bestimmen. Die Ergebnisse der Simulation und der qualitativen Erhebungen sind von den beteiligten Personen zu **interpretieren** und **verbal-argumentativ** zu bewerten. Voraussetzung dafür ist, dass neben einem Modell auch entsprechende Eingangsdaten in ausreichender Qualität zur Verfügung stehen sowie der finanzielle und personelle Aufwand vertretbar ist. Ist dies nicht der Fall und eine Simulation kommt nicht in Betracht, kann auch direkt eine **verbal-argumentative Bewertung** durch die beteiligten Personen vorgenommen werden. Zudem ist es auch möglich, eine Strategie zur Unterstützung der Bewertung in einem **Probetrieb** testweise zu aktivieren. Daraus können sich insbesondere hinsichtlich der Umsetzbarkeit wichtige Erkenntnisse ergeben, welche bei der abschließenden verbal-argumentativen Bewertung berücksichtigt werden. Allerdings sollten bei einem Probetrieb sowohl **Aufwand und Nutzen** in einem akzeptablen Verhältnis stehen, als auch **rechtliche Aspekte** berücksichtigt werden.

### Hohe Risikoeinschätzung

Wie aus den Experteninterviews und dem FGSV-Papier (2011) hervorgegangen ist, sind **Probetriebe** auch in der Praxis ein übliches Mittel, um die Strategieelemente und insbesondere die technischen Komponenten auf ihre Funktionalität hin zu überprüfen (vgl. FGSV (2011), S. 21). Durch den Probetrieb ist es auch möglich, **erste Wirkungen** der Strategie abzuschätzen, insbesondere was die Reaktion und **Akzeptanz** der Verkehrsteilnehmer betrifft. Ferner können erste Ergebnisse bezüglich der **Kosten** und des **Nutzens** gewonnen werden. Durch die Erkenntnisse der Zwischenbewertung soll es erreichbar sein, Korrekturen vorzunehmen und technische und andere Fehler zu beheben. Darüber hinaus kann auch getestet und bewertet werden, inwiefern sich die Effektivität einer Strategie aufrecht erhalten lässt, sobald einzelne Strategieelemente nicht zur Verfügung stehen (z. B. Personen, Kommunikationskanäle, technische Anlagen, Software). Ein Probetrieb bietet zudem den Vorteil, dass **Befragungen** bei den Akteuren, Verkehrsteilnehmern und ggfs. sonstigen Betroffenen durchgeführt werden können, um punktuell Schwachstellen zu identifizieren und die Strategie noch zu optimieren. Weiterhin können neben einer aktiven Befragung auch Rückmeldungen (Lob und/oder Beschwerden) von direkt und indirekt tangierten Personen in die Bewertung integriert werden. Ein Probetrieb bietet sich insbesondere bei Strategien an, bei denen Aspekte der **Umsetzbarkeit** im Vorfeld nur schwer zu bewerten und vorherzusehen sind, und bei denen **neue technische Systeme** oder Komponenten zum Einsatz kommen. Die Ergebnisse sind unter den Beteiligten zu diskutieren und mittels einer **Vorteil-Nachteil-Analyse** unter Beachtung der gesetzten Ziele zu bewerten, um darauf basierend über das weitere Vorgehen zu entscheiden.

Ist ein Probetrieb aus rechtlichen, technischen oder sonstigen Gründen nicht möglich, kann alternativ eine **Simulation** durchgeführt werden, sofern die Voraussetzungen dafür gegeben sind. Durch die Simulation lassen sich die verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen sowie ggfs. wirtschaftliche Wirkungen ermitteln. Die Umsetzbarkeit ist auf qualitativer Ebene zu untersuchen. Ist auch eine Simulation nicht durchführbar oder angebracht, sollte eine **Vorteil-Nachteil-Analyse** durchgeführt werden.

### Datenanforderung

Ein weiterer Erkenntnis- und **Datengewinn** im Verhältnis zur Grundlagenermittlung lässt sich im Wesentlichen nur durch den Probetrieb erreichen. Als Bewertungs- und Entscheidungsgrundlage im Rahmen der Zwischenbewertung ist dieser für Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung der Störfallsituation von Vorteil. Daher sind im Zuge des **Probetriebs** Daten zu erheben und auszuwerten, die einen ersten Aufschluss über die **Zielerreichung** (verkehrsinduzierte monetäre und nicht-monetäre Wirkungen) und insbesondere über die **Umsetzbarkeit** einer Strategie geben. Für die beiden anderen Bewertungsfälle scheint die Erhebung und Auswertung weiterer Daten, neben den aus der Grundlagenermittlung, nicht zwingend erforderlich, solange die Ausgangsbedingungen weitestgehend unverändert geblieben sind.

### Berücksichtigung von Erfahrungswerten und Strategiekomplexität

Eine erneute Berücksichtigung von **Erfahrungswerten** ist im Rahmen der Zwischenbewertung **nicht vorgesehen**. Diesem Aspekt wurde bereits während der Vorbewertung entsprechend Rechnung getragen. Zudem ist, wie bereits zuvor ausgeführt, keine exakte Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Strategieszenarien gegeben, weshalb an dieser Stelle etwaige Erfahrungswerte unberücksichtigt bleiben sollen. Die **Strategiekomplexität** kann hingegen durchaus einen **Einfluss auf die Verfahrensauswahl** nehmen, da ein aufwendiger Probetrieb samt Befragungen für eine Strategie mit wenigen Maßnahmen und einer geringen Vernetzung nicht gerechtfertigt erscheinen. In diesem Fall kann für Strategien mit einer hohen zugrunde liegenden Risikoeinschätzung das Verfahren für die mittlere Risikoeinschätzung angewandt werden.

### Ergebnis

Eine abschließende **Entscheidung** auf Basis der bisherigen Bewertungsergebnisse sowie unter Zuhilfenahme der Erkenntnisse aus dem Probetrieb, der Simulation und der qualitativen Analysen ist von den an der Umsetzung beteiligten Personen bzw. Institutionen in **einer offenen Diskussion** auf **verbal-argumentative** Weise vorzunehmen. Die Ergebnisse der Bewertung und die daraus

abgeleiteten Entscheidungen sowie etwaige Probleme oder Strategieanpassungen sind auch im Rahmen der Zwischenbewertung zu **dokumentieren**.

Wie bereits in Kapitel 2.5 angedeutet, ergeben sich durch die Zwischenbewertung grundsätzlich drei verschiedene Möglichkeiten.

Im besten Fall sind **keinerlei Mängel** festzustellen und es ist davon auszugehen, dass die Strategieziele umfangreich erreicht werden. Hierfür spricht, dass die technischen Systeme voll funktionsfähig und fehlerfrei sind, die Vernetzung, Verantwortlichkeiten, Handlungsabläufe, Entscheidungsregeln und Aufgaben klar definiert und den einzelnen Akteuren zugeordnet sind. In diesem Fall kann die Strategie **direkt in die reguläre Betriebsphase** überführt werden.

Weiterhin können durch die Zwischenbewertung auch **verschiedene Mängel** sowohl auf der Produkt- als auch auf der Prozessebene festgestellt werden, wenn technische Anlagen nicht funktionieren, Zuständigkeiten und Handlungsanweisungen unklar sind oder Kommunikationsprobleme auf der Daten- und der personellen Ebene bestehen. In diesem Fall ist sicherzustellen, dass die **Schwachstellen behoben** werden können und nach deren Beseitigung ein regulärer Strategiebetrieb starten kann, durch den die Zielvorgaben wie geplant erfüllt werden können. Die Zuständigkeit für die Korrekturen obliegt den für die Strategieumsetzung verantwortlichen Personen, z. B. aus dem Verkehrsmanagement.

Im schlechtesten Fall sind die **Mängel** so **gravierend**, dass die Zielerreichung ernsthaft gefährdet ist, so dass intensiv über das weitere Vorgehen zu beraten ist. In diesem Fall ist zu überprüfen, ob eine Strategie auch dann noch in die Betriebsphase überführt werden sollte, wenn, basierend auf den Ergebnissen der Zwischenbewertung bereits davon auszugehen ist, dass eine Strategie oder zumindest Teile davon, nicht wie geplant umgesetzt werden können oder die anvisierten Wirkungen nicht erzielt werden können. Die Frage ist dahingehend zu beantworten, ob auch ein geringer Wirkungsgrad noch ausreichend zur Erfüllung der Zielsetzung ist. Ist dies nicht der Fall, müssen größere Anpassungen an der Strategie vorgenommen werden, was dazu führen kann, wieder in den **Strategieplanungsprozess zurückzukehren** (vgl. Abbildung 15).

Die Zwischenbewertung zielt zum einen darauf ab, soweit wie möglich, die Funktionalität, etwaige Wirkungen und die Umsetzbarkeit einer nun finalisierten und genehmigten Strategie vorab zu bewerten. Weiterhin sollte auch der Fortschritt der Implementierung überwacht werden. Dieser Aspekt der Überwachung fällt allerdings in den Bereich des **Monitorings**, in welchem beispielsweise überprüft und überwacht wird, ob Zeit- oder Budgetpläne eingehalten worden sind. Dieser soll an dieser Stelle allerdings nicht weiter betrachtet werden und wäre Gegenstand anderer Untersuchungen. (vgl. Gnest (2008), S. 617ff.)

Eine zusammenfassende Übersicht der Methodik der Zwischenbewertung ist durch die nachfolgende Abbildung 44 veranschaulicht.



Abbildung 44: Grundsätzliche Methodik der Zwischenbewertung (eigene Darstellung).

## 5.4. Ex-post Bewertung

Während der ex-post Bewertung wird die **gesamte Strategie**, nach Möglichkeit im Rahmen eines **integrierten Qualitätsmanagements**, auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Dies ist erst dann machbar, sobald die Strategie implementiert und in Betrieb genommen worden ist und somit **belastbare Daten** vorliegen, die einen **Vorher-Nachher-** bzw. einen **Soll-Ist-Abgleich** zulassen. Basierend auf diesen Ergebnissen lässt sich feststellen, ob die ursprünglich gesetzten Ziele erreicht wurden oder ob eine Anpassung der Strategie bzw. der Zielformulierung vorgenommen werden sollte. Die Bewertung bezieht sich dabei wie in den Fällen zuvor gemäß dem Qualitätsmanagement sowohl auf Produkte als auch auf die dahinterliegenden Prozesse. Im Folgenden werden die Bewertungsanforderungen und Optionen der ex-post Bewertung für die drei definierten Risikokategorien beschrieben.

### 5.4.1. Soll-Ist- und Vorher-Nachher-Vergleich

Der **Soll-Ist-Vergleich** bemisst den **Grad der Zielerreichung**, also der tatsächlich durch eine Strategie hervorgerufenen Wirkungen im Verhältnis zu den anvisierten Zielen. Es handelt sich demzufolge um die Beurteilung der **Effektivität** einer Strategie. Durch einen **Vorher-Nachher-Vergleich** wird das Verhältnis der **Zustände vor und nach Inbetriebnahme** einer Strategie zueinander untersucht. Inwieweit eine Strategie zu einer Verbesserung der Störfallsituation beigetragen hat, lässt sich beurteilen, indem man die verkehrlichen und wirtschaftlichen Wirkungen nach erfolgtem Strategiebetrieb mit denen vergleicht, die vor der Inbetriebnahme vorzufinden waren. Grundsätzlich ist der Soll-Ist-Vergleich aussagekräftiger, da eine Verbesserung von Störfallsituationen durch einen Strategieeinsatz nicht zwangsläufig bedeutet, dass auch die gesetzten Ziele erreicht worden sind.

Ein Vorher-Nachher-Vergleich sowie ein Soll-Ist-Vergleich sollten während der ex-post Bewertung nicht nur einmalig, sondern im Rahmen eines **Qualitätsmanagements regelmäßig** durchgeführt werden (s. dazu Kapitel 2.3.6). Dadurch ist es möglich, auch die langfristigen Wirkungen einer Strategie überprüfen zu können.

Weiterhin können auch die Wirkungen verschiedener **Strategien** aus einem oder aus **unterschiedlichen Untersuchungsgebieten** miteinander verglichen werden. Allerdings sollte in diesen Fällen zunächst eine gewisse **Vergleichbarkeit sichergestellt** werden, was aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Maßnahmenkombinationen schwierig erscheint. Dennoch können und sollten positive und negative Erfahrungen aus dem Betrieb unterschiedlicher Strategien zwischen den Akteuren eines Untersuchungsgebietes oder verschiedener Untersuchungsgebiete in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden.

#### 5.4.1.1. Bewertungsverfahren für Strategien mit einer geringen Risikoeinschätzung

##### Methodenauswahl

Einfache Strategien für eine geringere Risikoeinstufung können durch die **verbal-argumentative Methode** unter Berücksichtigung von gewonnenen Daten, Erkenntnissen und gezielten Befragungen bewertet werden.

##### Beteiligte

Die Bewertung ist von den an der Planung und Umsetzung beteiligten **Personen**, welche auch an der **Vorbewertung** beteiligt gewesen sind, in einer **gemeinsamen Diskussion** durchzuführen, in der die Erfahrungen aus verschiedenen Perspektiven dargelegt, analysiert und bewertet werden.

##### Verfahrensausgestaltung

Die Beurteilung der **verkehrsinduzierten** und **wirtschaftlichen Wirkungen** und die Beantwortung der Frage, ob die definierten Ziele erreicht worden sind, erfolgen auf **qualitativer** Basis. Dazu sollten während der Betriebsphase entsprechende Daten, wie beispielsweise Durchschnittsgeschwindigkeiten, Reisezeiten, Betriebskosten, etc., gesammelt, und zur Begründung und Untermauerung der qualitativen Einschätzung verwendet werden.

Neben der Bewertung verkehrsinduzierter und wirtschaftlicher Wirkungen sind auch die Kriterien der **Umsetzbarkeit** in die Gesamtbewertung zu integrieren. Hierbei ist u. a. qualitativ einzuschätzen, ob

- Zielkonflikte entstanden sind,
- die Strategien ausreichend schnell aktiviert worden sind,
- die Verkehrsteilnehmer den Anweisungen gefolgt sind,
- die Technik einwandfrei funktioniert hat,
- Absprachen und Kommunikationswege eingehalten worden sind und
- die Strategie zuverlässig und robust abgelaufen ist.

### Datenanforderung

Die Erhebung und die Aufbereitung von Daten während der Betriebsphase können für eine bessere und genauere Bewertung hilfreich sein und sollten dementsprechend erhoben werden, solange dies mit der **verfügbaren Infrastruktur** möglich ist. Es ist aufgrund der **Verhältnismäßigkeit** darauf zu achten, dass der **Aufwand zur Datenerhebung** gerechtfertigt ist. Weiterhin können zur Bewertung der Strategiewirkungen Rückschlüsse aus Beobachtungen sowie aus Rückmeldungen seitens der Verkehrsteilnehmer oder sonstiger Betroffener gezogen werden.

#### 5.4.1.2. Bewertungsverfahren für Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung

##### Methodenauswahl

Für diesen Bewertungsprozess empfiehlt sich als Rahmenmethode die **multikriterielle Wirkungsanalyse** auf dem teilformalisierten Methodenportfolio einschließlich der Anfertigung eines **Stärken-Schwächen-Profiles**. Zur Ermittlung der einzelnen Mess- und Kenngrößen können wiederum verschiedene Methoden, wie die **Vorteil-Nachteil-Analyse**, die **NKA** oder die **WKA** zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit sowie originalskalierte Messgrößen aus **Datenerhebungen** oder **Befragungen** von beteiligten oder betroffenen Personen verwendet werden. Auch für die ex-post Bewertung von Strategien mit einer ursprünglich mittleren Risikoeinstufung ist der **Aufwand** des Bewertungsprozesses so **gering wie möglich** zu halten. Daher sollten aufwendige Methoden nur dann eingesetzt werden, wenn es die Bedeutung der zu bewertenden Kriterien erforderlich macht. Die abschließende Bewertung und Entscheidung erfolgt auf **verbal-argumentativer Basis** unter Berücksichtigung der zuvor ermittelten Teilbewertungen.

##### Beteiligte

Die zu beteiligenden **Personen** entsprechen denen aus der **Vorbewertung** für den äquivalenten Risikofall. Insbesondere die an der Strategieumsetzung **involvierten Akteure** sollten an der Bewertung partizipieren.

##### Verfahrensausgestaltung

###### Verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen

Für die Bewertung der verkehrsinduzierten Wirkungen sind neben den **Erkenntnissen aus der praktischen Anwendung** heraus auch **Daten** zur Überprüfung der **Zielerreichung** (Maßnahmenwirkungsbereich) erforderlich. Daher sind die entsprechenden Daten im Vorfeld der Bewertung zu erheben und auszuwerten. Die Ergebnisse dieser Auswertungen fließen nebst den **Erfahrungswerten** originalskaliert in die multikriterielle Wirkungsanalyse mit ein.

###### Wirtschaftliche Wirkungen

Für die wirtschaftlichen Wirkungen sind die **verschiedenen Kostenarten** in den Phasen der Strategieplanung, -implementierung und während des Strategiebetriebs möglichst genau zu **erfassen**. Ebenso wie bei der Bewertung der verkehrlichen Wirkungen sind auf Grundlage dieser Daten die wichtigsten Kriterien der **Kosten** und des **Nutzens** einer Strategie originalskaliert in die multikriterielle Wirkungsanalyse mit aufzunehmen.

Zum Nachweis der **Wirtschaftlichkeit** ist es durchaus möglich, die Methoden der **NKA** und der **WKA** zu verwenden, auch wenn diese vornehmlich in ex-ante Bewertungen eingesetzt werden. (vgl. FGSV (2012a), S. 22) Die Ermittlung des Nutzens hängt in starkem Maße von der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der ermittelten verkehrsbezogenen Messgrößen und der Kostensätze bzw. Berechnungsmethoden ab, mit denen der Nutzen in Geldeinheiten ermittelt wird. Kann der Nutzen in

Geldeinheiten ausgedrückt werden, kann eine NKA durchgeführt werden, welche auf dem tatsächlich entstandenen Nutzen und den real entstandenen Kosten beruht. Die Anwendung der NKA bietet sich insbesondere dann an, wenn größere Investitionen in die systemtechnische Infrastruktur getätigt wurden und die Wirtschaftlichkeit dieser Investitionen nachgewiesen werden soll.

Ist der **Nutzen** nicht hinreichend genau und plausibel zu monetarisieren, bietet sich die Möglichkeit, diesen in **Nutzwertpunkten** auszudrücken und folglich eine WKA durchzuführen. Die Verwendung der WKA bietet auch in diesem Bewertungskontext den Vorteil, dass sie verhältnismäßig einfach angewandt werden kann, da die aufwendige Ermittlung des monetarisierten Nutzens nicht durchgeführt werden muss. Zudem können auch die Aspekte der sonstigen wirtschaftlichen Wirkungen, wie die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt oder die Standortattraktivität einer Region, bei Bedarf berücksichtigt werden, was im Fall der NKA aufgrund der schwierigen Monetarisierung dieser Kriterien kaum möglich erscheint.

Die Ergebnisse der NKA bzw. der WKA können ebenfalls originalskaliert in die multikriterielle Wirkungsanalyse integriert werden. Es ist auch möglich, die generierten Kennwerte in eine vorab definierte **Ordinalskala** entsprechend der Vorteil-Nachteil-Analyse einzuordnen. Dazu ist es allerdings notwendig, plausible **Transformationsregeln** auf Basis der Zielerreichung zu definieren. Für einen besseren **Vergleich** der Ergebnisse aus der **ex-ante** und der **ex-post** Bewertung sollte in **beiden Prozessen dasselbe Verfahren** zur Ermittlung der wirtschaftlichen Wirkungen verwendet werden, damit die jeweiligen Ergebnisse miteinander verglichen werden können.

#### Umsetzbarkeit

Die Umsetzbarkeit, und insbesondere die dazugehörigen Prozesse, sind aufgrund der schwierigen Quantifizierung auch in diesem Zusammenhang weitestgehend qualitativ zu bewerten und im Rahmen der **Vorteil-Nachteil-Analyse** mit entsprechenden Zahlenwerten zu versehen. Gut messbar erscheinen die Aktivierungsdauer sowie deren einzelne Elemente. Sonstige Kriterien können durch **Beobachtungen**, Auswertungen von **Videoaufzeichnungen** sowie direkte **Befragungen** von Verkehrsteilnehmern und Akteuren bewertet werden. Die Befragung der Verkehrsteilnehmer eignet sich, um eine präzisere Auskunft über den **Befolgungsgrad**, und demzufolge über die **Akzeptanz** einer Strategie zu erhalten. Die beteiligten Akteure können Auskunft über positive und negative Erfahrungen geben sowie **Optimierungsvorschläge** unterbreiten. Im Rahmen der Informationssammlung können u. a. die folgenden Fragestellungen für die Bewertung der Umsetzbarkeit von erhöhtem Interesse sein:

- Konnte die Strategie schnell aktiviert werden?
- Ist es zu Beschwerden von Seiten der Verkehrsteilnehmer gekommen?
- Gibt es (interne/externe) Kommunikationsschwierigkeiten?
- Funktioniert die Aufgabenaufteilung und -verteilung?
- Waren alle technischen Systeme für den Strategiebetrieb und die Informationsversorgung funktionsfähig?
- Gab es häufig technische oder personenbezogene Ausfälle?
- Gibt es Schwachpunkte oder neuralgische Punkte, die den Strategiebetrieb gefährden?
- War der Strategiebetrieb zu jeder Zeit möglich?
- Gab es Kritik von Außenstehenden (z. B. Anwohner, Interessensverbände, Politik, Polizei oder anderen Behörden)?
- Ist es zu Ausfällen von einzelnen Maßnahmen der Strategie gekommen?
- Ist die Strategie stabil und robust oder kam es zu unerwarteten Störungen?
- Haben die Verkehrsteilnehmer die Anweisungen befolgt?

### Gesamtbewertung

Auf Grundlage der multikriteriellen Wirkungsanalyse und aufgrund der Verwendung verschiedener Mess- und Kenngrößen lässt sich als Entscheidungsbasis ein **Stärken-Schwächen-Profil** anfertigen, welches

- die Mess- und Kenngrößen der ursprünglichen Störfallsituation (**Vorher-Situation**),
- die definierten Zielgrößen (**Soll-Situation**) sowie
- die im Rahmen der ex-post Bewertung erhobenen bzw. errechneten Mess- und Kenngrößen (**Nachher/Ist-Situation**) enthält.

Anhand der verschiedenen Profile lassen sich sowohl ein **Soll-Ist-** als auch ein **Vorher-Nachher-Vergleich** durchführen. Diese Vergleiche sind von den an der Bewertung beteiligten Personen auf **verbal-argumentative** Weise durchzuführen, zu begründen und zu dokumentieren.

### Datenanforderung

Für diesen Bewertungsfall sollte der Grad der **Genauigkeit** und **Zuverlässigkeit** höher sein, als dies bei der ex-post Bewertung einfacher Strategien der Fall ist. Aus diesem Grund sollten **Daten erhoben** werden, anhand derer sich sowohl die verkehrsinduzierten nicht-monetären sowie monetären Wirkungen analysieren lassen. Entscheidend ist, ob eine **technische Infrastruktur** im Untersuchungsgebiet (Schleifen- oder Infrarotdetektoren, Messstationen zur Ermittlung von Schadstoff- und Lärmbelastungen, Videoüberwachungen, etc.) vorhanden und verfügbar ist, durch welche sich die entsprechenden Daten erheben und auswerten lassen. Bei Vorhandensein der entsprechenden Infrastruktur sind die Daten verhältnismäßig einfach zu generieren. Ist diese Infrastruktur nicht vorhanden, sind **alternative Messmöglichkeiten** in Betracht zu ziehen, da der Aufbau und die Investitionskosten einer statischen Infrastruktur nur für die ex-post Bewertung von Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung unverhältnismäßig erscheinen. Dies wäre nur dann zu rechtfertigen, wenn die aufzubauende Infrastruktur auch für andere Zwecke und Anwendungen verwendet werden kann (z. B. Steuerung der Lichtsignalanlagen, Sammlung strategieunabhängiger Daten zur Verkehrslageerfassung). Alternative Messmethoden umfassen beispielsweise **Laserpistolen** zur Geschwindigkeitsmessung, die Auswertung von **GPS- und Floating Phone Daten** oder **mobile Stationen zur Messung von Schadstoff- oder Lärmbelastungen**. Weiterhin können **Beobachtungen** durchgeführt werden, welche Anhaltspunkte über Auswirkungen durch den Einsatz von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements geben können (sichtbare Änderung der Staubbildung, Verbesserung im Verkehrsfluss). **Externe Daten**, beispielsweise von ÖPNV Betreibern zur Beurteilung der Pünktlichkeit oder von der Polizei bzgl. Informationen zu Unfällen und deren Schadensfolge sind ebenfalls heranzuziehen, damit alle drei Kriterien aus dem Bereich verkehrsinduzierter, nicht-monetärer Wirkungen abgedeckt werden können. Der **Fokus der Datenerhebung** ist auf die Kriterien und deren Messgrößen zu legen, welche den **größten Zielbeitrag** leisten.

#### **5.4.1.3. Bewertungsverfahren für Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung**

### Methodenauswahl

An Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung werden in der Regel **hohe Anforderungen** an die Wirksamkeit gestellt, die einen höheren Arbeits-, Zeit- und Kostenaufwand sowohl während der Strategieplanung als auch während der Strategieumsetzung mit sich bringen können. Ein genauer und begründeter **Nachweis der Wirksamkeit** sowie der **Wirtschaftlichkeit** können daher aus Gründen der Rechenschaftsablegung gegenüber Geldmitgebern oder Kontrollinstanzen, wie z. B. dem Rechnungshof, der Politik oder der Öffentlichkeit, notwendig sein. Aus diesem Grund ist auch eine **detailliertere ex-post Bewertung** und die Verwendung **formalisierter Verfahren** gerechtfertigt. Daher sollten, sofern dies sinnvoll und möglich ist, formalisierte Methoden, wie die **NKA**, die **WKA** oder die **NWA** zur Anwendung kommen. Daneben sind, wie auch in den vorigen Bewertungszusammenhängen, weiterhin die **verbal-argumentativen Methode** und die **Vorteil-Nachteil-Analyse** zu verwenden.



### Beteiligte

Für dieses Verfahren ist ebenfalls der **gleiche Personenkreis** wie bei der **Vorbewertung** miteinzubeziehen. Allerdings sollten aus Effizienzgründen nur die **direkt an der Strategieumsetzung** beteiligten Akteure teilnehmen. Die Beteiligung von **externen Personen** (z. B. Anwohner, Interessensverbände) sollte nur in **Ausnahmefällen** in Erwägung gezogen werden. Die Beurteilung der Auswirkungen für die jeweiligen Interessengruppen sollte über objektive Messungen und Beobachtungen gewährleistet werden. Dennoch sind **Rückmeldungen aus der Bevölkerung** oder anderen Betroffenen generell in der Bewertung zu berücksichtigen. Für die Bewertung der einzelnen Kriterienkategorien kann es wie bei der ex-ante Bewertung sinnvoll sein, kleinere **Arbeitsgruppen** zu bilden, welche mit entsprechenden Experten besetzt sind und die Bewertung der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen und der Umsetzbarkeit separat voneinander bewerkstelligen. Eine abschließende Gesamtbewertung ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Teilergebnisse von allen Beteiligten durchzuführen.

### Verfahrensausgestaltung

#### Verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen

Sowohl für die Durchführung eines Vorher-Nachher-Vergleichs als auch für die Ermittlung des Zielerreichungsgrades der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen sind entsprechende **Messungen** mit einer geeigneten Erfassungstechnik vorzunehmen, Daten zu erheben und auszuwerten (z. B. Geschwindigkeiten, Verkehrsstärken, Dichten, Wartezeiten, Reisezeiten, Stauereignisse, etc.). Umweltdaten sowie Unfallstatistiken sind ggfs. von externer Seite zu beschaffen. Eine erste Datenerhebung zur Ermittlung der verkehrsinduzierten Wirkungen ist bereits vor der Implementierung und Inbetriebnahme der Strategie durchzuführen. Die Datenerhebung sollte vor der Inbetriebnahme einer Strategie zu zwei Zeitpunkten erfolgen. Zum einen sollte diese in einem ungestörten Zustand bei normalem Verkehrsfluss (**Nullfall**) und zum anderen in einem gestörten Zustand ohne den Einsatz von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements erfolgen (**Ohnefall**). Schließlich sollte die dritte Messung in einer Störfallsituation mit aktivierter Strategie vollzogen werden (**Mitfall**). Aus diesen Daten lassen sich die bereits erwähnten **Problemwirkungs-** und **Maßnahmenwirkungsbereiche** quantitativ ermitteln (vgl. FGSV (2003), S. 21f. und Kapitel 2.3.6).

Die **Interpretation** der Ergebnisse hinsichtlich der **Strategiewirkung** und des **Zielerreichungsgrades** einzelner Maßnahmen sowie der gesamten Strategie ist zunächst auf **verbal-argumentativer** Ebene zu vollziehen. Dazu sind die einzelnen Messgrößen der ausgewählten Kriterien genau zu analysieren und deren Zielbeitrag auf Grundlage der Messungen, Erwartungen und Beobachtungen zu bewerten. Der **Zielbeitrag** kann auch auf einer **Ordinalskala** analog dem Prinzip der Vorteil-Nachteil-Analyse abgetragen werden. Folgerichtig lässt sich die Zielerreichung der verschiedenen Kriterien und Messgrößen durch eine Strategie **einheitlich dar- und gegenüberstellen**.

#### Wirtschaftliche Wirkungen

Die wirtschaftlichen Wirkungen lassen sich während der ex-post Bewertung durch die Methoden der **WKA** und **NKA** berechnen. Dafür ist es notwendig, keine prognostizierten, sondern **real entstandene Kosten** für die Berechnung zu verwenden. Diese umfassen Ausgaben für Personal, Investitionskosten, Betriebs- und Wartungskosten von systemtechnischen Anlagen, Kosten für Ersatzverkehre, etc. Für eine konkrete Ermittlung des entstandenen **Nutzens** sind vor allem die **Messergebnisse** der verkehrsinduzierten Wirkungen notwendig, mit denen sich der monetäre Nutzen durch die Multiplikation bzw. **Verrechnung mit entsprechenden Kostensätzen** vornehmen lässt. Die Kostensätze können entweder aus Richtlinien oder Handbüchern entnommen oder aber auch für die spezifischen Rahmenbedingungen individuell erhoben werden (beispielsweise durch Befragungen oder statistische Erhebungen). Sollte der Nutzen mangels sinnvoller bzw. nachvollziehbarer Kostensätze nicht durchführbar sein, sind für die gemessenen Wirkungsänderungen entsprechende **Nutzen- bzw. Wirkungspunkte** zu vergeben. Bei der Vergabe von Nutzenpunkten ist sowohl die Verbesserung im Vergleich zur Ausgangssituation als auch der Grad der Zielerreichung zu beachten. Die Wahl der Skala und die Definition der einzelnen Skalenstufen sowie Vergabe der Nutzenpunkte ist logisch und nachvollziehbar zu gestalten und zu dokumentieren.

Die **Interpretation** der Ergebnisse ist auch in diesem Fall zunächst auf **verbal-argumentativer** Ebene durchzuführen. Bei der NKA gibt der Quotient bereits einen Hinweis darauf, ob der gesamte Strategieaufbau und -einsatz wirtschaftlich gewesen ist (Quotient > 1), oder nicht (Quotient < 1). Bei der WKA sind die Ergebnisse zu interpretieren und in einen Wertkontext einzuordnen, da es zunächst keinen eindeutigen Grenzwert gibt, ab dem man von einer Wirtschaftlichkeit ausgehen kann. Auch für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit können die Ergebnisse gemäß der **Vorteil-Nachteil-Methode** auf einer Ordinalskala eingeordnet werden. Dies eignet sich besonders dann, wenn im Anschluss die Teilergebnisse in einer Nutzwertanalyse zusammengeführt werden sollen. Dafür sind wiederum im Vorfeld geeignete Transformationsregeln und Abstufungen zu definieren.

#### Umsetzbarkeit

Die Umsetzbarkeit sollte in diesem Bewertungskontext trotz der bekannten Schwierigkeiten der Quantifizierung detailliert betrachtet werden, da von ihr maßgeblich die **Effektivität** und die **Funktionsfähigkeit** einer Strategie abhängt. Aus diesem Grund sollte für die einzelnen Kriterien eine quantitative Wertzuweisung mittels einer **Vorteil-Nachteil-Analyse** vorgenommen werden. Wie schon zuvor beschrieben, sollte die Punkteskala eine ausreichende Differenzierung ermöglichen und gleichzeitig plausibel sein.

Eine **besondere Beachtung** gilt dem Kriterium der **Akzeptanz**, da von diesem die Effektivität maßgeblich bestimmt wird. Die Akzeptanz unter den betroffenen Verkehrsteilnehmern spielt bei der Beurteilung der Umsetzung eine große Rolle, da es das primäre Ziel ist, das Verkehrsverhalten bzw. die Mobilität der Verkehrsteilnehmer durch eine Strategie zu beeinflussen. Die Akzeptanz kann auch in diesem Fall entweder durch **Beobachtungen** und **Messungen** oder durch direkte **Befragungen** ermittelt werden. Im Zuge der Befragung lassen sich auch weitergehende und für die Bewertung nützliche Informationen generieren (z. B. Verständlichkeit der Informationen, richtiger Zeitpunkt der Informationsversorgung, Sinnhaftigkeit der Empfehlungen (decken sich die Informationen mit den realen Eindrücken?)). Die Befragung zur Akzeptanzermittlung muss sich nicht nur auf die Verkehrsteilnehmer beziehen, sondern kann sich auch auf andere relevante Personen oder Gruppen erstrecken (z. B. Anwohner, Interessensverbände).

Die übrigen Kriterien der Umsetzbarkeit beziehen sich vermehrt auf interne Prozesse und Produkte, und sind demzufolge bei den entsprechenden beteiligten und verantwortlichen Personen zu erfragen. Prinzipiell eignen sich die unter dem Abschnitt 5.4.1.2 eingeführten Fragestellungen zur qualitativen Bewertung der einzelnen Kriterien auch in diesem Fall.

Das Gesamtergebnis der Umsetzbarkeit lässt sich ergänzend durch gängige mathematische Berechnungsmethoden (Bildung eines Durchschnittswertes, Bildung eines Medians, Kennzeichnung der minimalen und maximalen Ausprägungen, Berechnung der Standardabweichung) generieren, wie es die folgende Tabelle 25 beispielhaft veranschaulicht.

Kriterien	qualitative Bewertung	quantitative Bewertung
<b>Aktivierungsdauer</b>	sehr gut	5
<b>Zielkonflikte</b>	befriedigend	3
<b>Akzeptanz und Verständlichkeit</b>	gut	4
<b>Kommunikation und Vernetzung</b>	gut	4
<b>Funktionalität und Zuverlässigkeit</b>	sehr gut	5
<b>Gesamtergebnis (Mittelwert)</b>	<b>gut</b>	<b>4 (abgerundet von 4,2)</b>

Tabelle 25: Beispielhafte Bewertung der Umsetzbarkeit einer Strategie im Rahmen der ex-post Bewertung (eigene Darstellung).

### Gesamtbewertung

Die abschließende Bewertung und Entscheidung sollte **konsensual** auf **verbal-argumentativer Basis** durch die beteiligten Personen in einer offenen Diskussion und unter Berücksichtigung der gesammelten Ergebnisse erfolgen.

Weiterhin kann optional auch eine **Nutzwertanalyse** während der ex-post Bewertung durchgeführt werden. Der Vorteil besteht darin, dass Ziel- bzw. Kriteriengewichtungen vorgenommen werden können. Im besten Fall kann das Zielsystem der Nutzwertanalyse aus der ex-ante Bewertung verwendet werden. Dies erlaubt neben der Überprüfung der Strategie auch eine **Überprüfung**, inwieweit sich die Annahmen aus der **ex-ante Bewertung** als zutreffend erwiesen haben. Dies kann auch dazu beitragen, das Bewertungsverfahren und die Annahmen für zukünftige Strategiebewertungen zu verbessern. Allerdings ist es in diesem Fall notwendig, **Zuordnungsvorschriften** zu definieren, durch welche die erhobenen Daten in Nutzwertpunkte überführt werden können, sofern dies nicht schon im Rahmen der vorgelagerten Bewertungsprozesse mittels der Vorteil-Nachteil-Analyse geschehen ist.

### Datenanforderung

Für diesen Bewertungsprozess werden **sehr hohe Anforderungen** an die Qualität und Quantität der Daten gestellt, da sie maßgeblich zur Bewertung beitragen. Deswegen ist sicherzustellen, dass die stationäre und/oder mobile Erfassungstechnik dauerhaft funktionsfähig ist, und die Daten methodisch korrekt und ohne externe Störungen erhoben werden. Die Rohdaten sind für die jeweiligen Verfahren sowie für die zu bewertenden Kriterien entsprechend aufzubereiten.

## 5.4.1.4. Ergebnis

### Entscheidung

Das Ergebnis der ex-post Bewertung liegt in der **Entscheidung**, ob die gesetzten Ziele durch die Strategie des dynamischen Verkehrsmanagements erreicht worden sind, und die negativen Auswirkungen der Störfallsituation reduziert werden konnten. Es ergeben sich somit vier Handlungsmöglichkeiten, die sich auf Grundlage der Bewertung ableiten lassen:

1. Die gesetzten Ziele und Erwartungen sind vollständig erfüllt worden. Die Störfallsituation besteht unverändert. Die Strategie wird **ohne Änderungen fortgesetzt**.
2. Die gesetzten Ziele und Erwartungen sind weitestgehend erfüllt worden. Die Strategie weist kleinere Mängel auf, die kurzfristig behoben werden können. Auch kleinere Anpassungen aufgrund einer geringfügigen Änderung der Störfallsituation sind problemlos möglich. Die Strategie wird nach Behebung der Mängel bzw. **nach kleineren Anpassungen fortgesetzt**.
3. Die gesetzten Ziele und Erwartungen sind nur unzureichend erfüllt worden. Die Strategie weist erhebliche Mängel auf. Auch die Rahmenbedingungen der ursprünglichen Störfallsituation können sich in der Zwischenzeit erheblich verändert haben. Es sind gravierende Änderungen an der Strategie vorzunehmen, so dass erneut der Planungsprozess durchlaufen werden muss. Nach Anpassung der Strategie kann diese **in geänderter Form fortgesetzt** werden.
4. Die gesetzten Ziele und Erwartungen sind nicht erreicht worden. Die Strategie erweist sich als nicht funktionsfähig. Auch die Störfallsituation kann sich in erheblichem Maße geändert haben, so dass die ursprünglich konzipierte Strategie wirkungslos ist. Die Strategie wird nicht weiter fortgesetzt. Ggfs. ist für die (geänderte) Störfallsituation eine **neue Strategie**, unter Einbeziehung einer Fehleranalyse der vorangegangenen Strategie, zu entwickeln.

### Berücksichtigung von Erfahrungswerten und der Strategiekomplexität

Im Gegensatz zur ex-ante Bewertung und der Zwischenbewertung sind bei der ex-post Bewertung **keine grundlegenden Verfahrenssprünge** aufgrund von vorhandenen Erfahrungswerten oder einer geringeren Strategiekomplexität vorgesehen. Dies wird damit begründet, dass der ursprünglichen Risikoeinschätzung entsprechend Rechnung getragen werden soll. Strategien für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung sind durch die ex-post Bewertung entsprechend genau, transparent und zuverlässig zu untersuchen, unabhängig der Erfahrungswerte und/oder der Strategiekomplexität.

### Dokumentation

Auch die ex-post Bewertung ist hinreichend genau in Form von **Protokollen** und **Berichten** zu dokumentieren. Ungeplante **Vorfälle** und **Probleme** während des Strategiebetriebs sind ebenso zu dokumentieren wie der **gesamte Bewertungsablauf** samt Methodenauswahl, Auswahl der Beteiligten, Kriterienauswahl, Messgrößen und begründeter Entscheidung. Neben den Ergebnissen der ex-post Bewertung sind auch die daraus abgeleiteten Verbesserungsmöglichkeiten sowohl auf der Produkt- als auch auf der Prozessebene mit aufzunehmen. Eine genaue und nachvollziehbare Dokumentation ist gerade im Hinblick auf die **Rechtfertigung** gegenüber Außenstehenden (z. B. für den Nachweis der Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit gegenüber einem Gemeinderat) **unabdingbar**.

Der gesamte Ablauf der ex-post Bewertung ist in der nachfolgenden Abbildung 45 zusammengefasst.

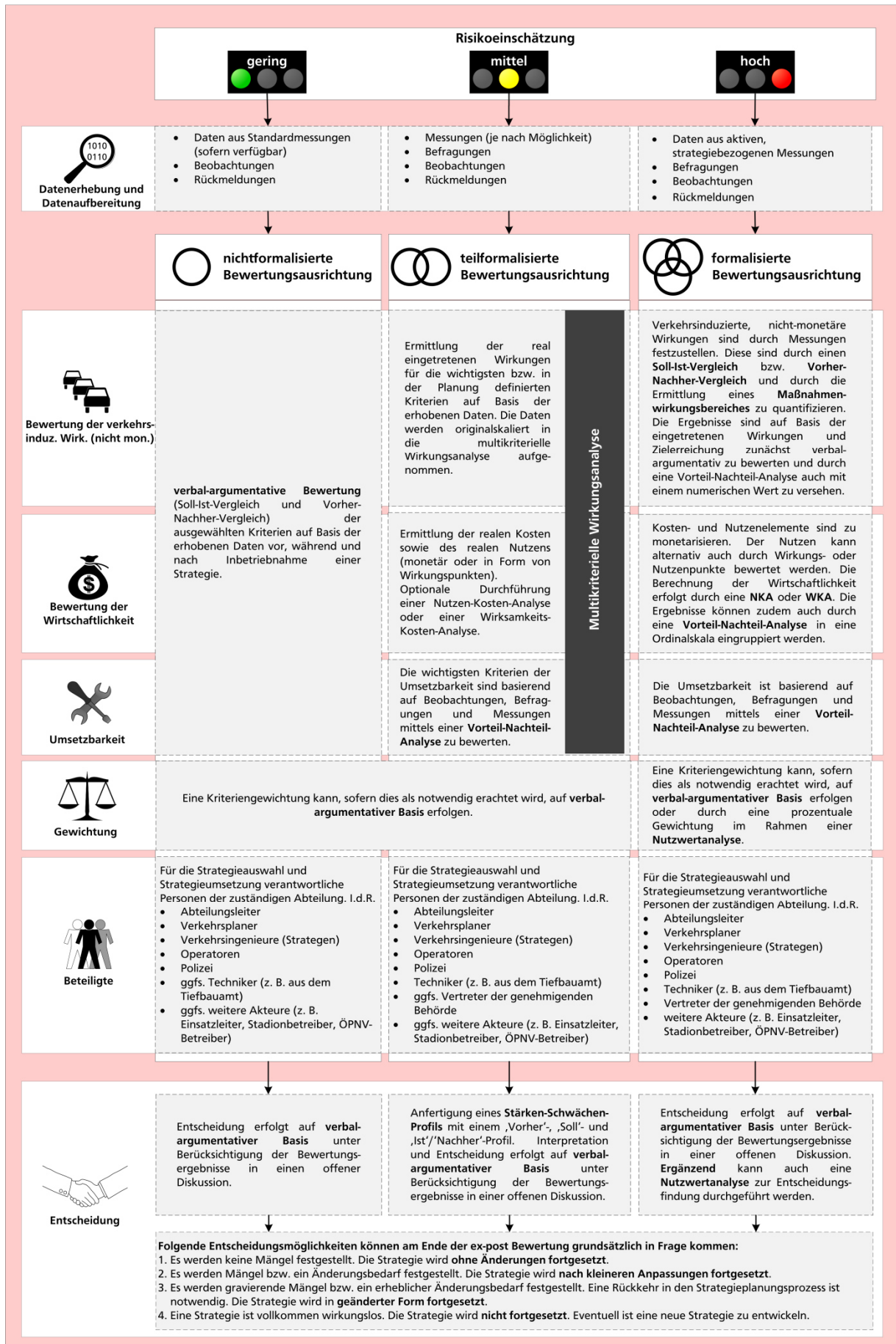


Abbildung 45: Grundsätzliche Methodik der ex-post Bewertung (eigene Darstellung).

## 5.4.2. Weiterführende Bewertungshinweise

Bezüglich der ex-post Bewertung sind einige Aspekte zu beachten, die Einfluss auf den Bewertungsprozess sowie die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Bewertungsergebnisse nehmen können. Dazu zählen die Identifizierung der kausal von einer Strategie hervorgerufenen Wirkungen, die Sicherstellung der Vergleichbarkeit, die Verwendung von Checklisten sowie die turnusmäßige Wiederholung der ex-post Bewertung im Rahmen eines integrierten Qualitätsmanagements.

### 5.4.2.1. Nettoeffekte

Bei der Bewertung muss bedacht werden, dass zur Verbesserung einer definierten Störfallsituation auch andere Umstände und Gegebenheiten beitragen können. Demzufolge sind die **Netto- von den Bruttoeffekten** zu unterscheiden. Bruttoeffekte umfassen die insgesamt zu beobachteten Veränderungen, die sich nach einem Strategieeinsatz einstellen. **Nettoeffekte** sind die sich einstellenden Wirkungen, die sich **kausal** aufgrund einer Strategie und nicht aufgrund eines anderen Umstands ergeben. Weiterhin können bei der Wirkungsermittlung auch Mess- oder Prozessfehler, sog. Designeffekte auftreten, welche den tatsächlichen Anteil der Nettoeffekte verfälschen können. (vgl. FGSV (2012a), S. 17)

Daher lässt sich der Zusammenhang von Brutto- und Nettoeffekten überschlägig wie folgt formulieren:

$$E_B = E_N + E_A + E_D$$

$E_B$  = Bruttoeffekte nach erfolgtem Strategiebetrieb;

$E_N$  = Nettoeffekte, welche ursächlich auf den Strategiebetrieb zurückzuführen sind;

$E_A$  = Andere Effekte aus weiteren Prozessen und Faktoren, welche nicht ursächlich auf den Strategiebetrieb zurückzuführen sind;

$E_D$  = Designeffekte aus Mess- oder Prozessfehlern sowie sonstigen Störungen bei der Wirkungsermittlung. (in Anlehnung an FGSV (2012a), S. 17)

Somit ist es das Ziel der ex-post Bewertung, die strategiebedingten Nettoeffekte herauszufinden. Dies erscheint zumindest auf quantitativer Ebene, auch nach Auskunft der befragten Experten, kaum möglich und würde zumindest einen hohen Aufwand erfordern, der unverhältnismäßig erscheint. Daher sollte die Ermittlung des Nettoeffekts auf **qualitativer Einschätzung** vorgenommen werden. Andere Effekte (z. B. Erhöhung des Kraftstoffpreises, Störwirkungen aus anderen Untersuchungsgebieten, Einführung der Pkw-Maut) sind entsprechend zu beobachten, zu dokumentieren und in der Bewertung zu berücksichtigen.

### 5.4.2.2. Vergleichbarkeit

Ein weiteres Problem der ex-post Bewertung stellt die Vergleichbarkeit zweier Verkehrszustände dar. **Identische Störfallsituationen** oder gar Strategieszenarien, die einen Vorher-Nachher-Vergleich erlauben, **gibt es an sich nicht**, so dass ein Vergleich schwierig ist. Jede Störfallsituation samt der dazugehörigen Strategie wird sich zu unterschiedlichen Aktivierungszeitpunkten zu einem gewissen Grad voneinander unterscheiden, wodurch ein Vorher-Nachher Vergleich erschwert wird. Dieser Sachverhalt ist ebenfalls bei der ex-post Bewertung **qualitativ zu berücksichtigen**. Daher sollte zumindest sichergestellt werden, dass eine **ausreichende Vergleichbarkeit** vorliegt, auf deren Grundlage sich verwertbare und nachvollziehbare Ergebnisse generieren lassen.

### 5.4.2.3. Checklisten

Es empfiehlt sich für die Bewertungen allgemein, eine **Checkliste** zu konzipieren und zu verwenden, in der die zu überprüfenden Elemente festgehalten werden. Eine solche Checkliste sollte bereits während des Planungsprozesses erstellt werden, wenn die wesentlichen Elemente einer Strategie definiert werden. Einige beispielhafte Aspekte einer möglichen Checkliste der **konzeptionell-funktionalen, technisch-physischen** und **organisatorisch-institutionellen** Ebene sind in der nachfolgenden Tabelle 26 aufgeführt, die eine planmäßige und korrekte Implementierung der technischen, konzeptionellen und organisatorischen Elemente sicherstellen soll. Ähnliche Checklisten können auch für die

Überprüfung der Wirtschaftlichkeit und der verkehrlichen Wirkungen entwickelt und eingesetzt werden.

konzeptionell-funktional	technisch-physisch	organisatorisch-institutionell
<input type="checkbox"/> Handlungsabläufe festgelegt <input type="checkbox"/> Handbücher verfasst <input type="checkbox"/> Entscheidungsregeln definiert <input type="checkbox"/> Checklisten erstellt <input type="checkbox"/> eindeutige Nomenklatur festgelegt	<input type="checkbox"/> technischen Systeme funktionsfähig (Wechselwegweiser) <input type="checkbox"/> technische Schnittstellen eingerichtet <input type="checkbox"/> Datenkompatibilität sichergestellt <input type="checkbox"/> Software entwickelt und einsatzbereit <input type="checkbox"/> Vernetzung gewährleistet (Datenübertragung) <input type="checkbox"/> Verbindung zwischen Zentralen und Systemen hergestellt <input type="checkbox"/> auszutauschende Daten identifiziert	<input type="checkbox"/> Einbindung von Rundfunkanstalten <input type="checkbox"/> organisatorischer Rahmen festgelegt <input type="checkbox"/> Kommunikationsabläufe definiert und erprobt <input type="checkbox"/> Verantwortlichkeiten und Aufgabenverteilung definiert <input type="checkbox"/> Kooperationsvereinbarungen geschlossen (z. B. Ersatzverkehre) <input type="checkbox"/> Personal geschult und weitergebildet <input type="checkbox"/> Planungs- und Abstimmungsprozesse festgelegt <input type="checkbox"/> Zielkonflikte weitestgehend vermieden/behoben

Tabelle 26: Beispielhafte Checkliste zur Durchführung der Zwischenbewertung  
(ergänzt basierend auf Boltze et al. (2006), S. 24).

#### 5.4.2.4. Strategiebewertung im Rahmen eines Qualitätsmanagements

Die **ex-post Bewertung** von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement sollte sich nicht auf ein singuläres Ereignis beschränken, sondern **regelmäßig** im Laufe eines Strategielebenszyklus **stattfinden**. Dies macht es möglich, die **Zielerfüllung** einer Strategie **dauerhaft** zu überprüfen und zudem auch eventuelle mittel- oder langfristige Änderungen der Störfallsituation zu beobachten. Änderungen der ursprünglichen Rahmenbedingungen (z. B. Verkehrszusammensetzung, Verkehrsnachfrage) können ebenfalls dazu führen, dass eine Strategie an Effektivität verliert und Anpassungen notwendig werden. Eine wiederholte Durchführung der Bewertung von Produkten und Prozessen einer Strategie kann beispielsweise im Rahmen eines **integrierten Qualitätsmanagements** geschehen, wie es in Kapitel 2.3.5 bereits dargestellt wurde.

In welchem **Turnus** eine Bewertung und somit Überprüfung einer Strategie erfolgen soll, hängt von einigen Faktoren ab, wie u a.

- der **Strategiekomplexität** in Abhängigkeit des zugrunde liegenden Risikos der Störfallsituation:
  - wird eine Strategie oft oder eher selten aktiviert?
  - bezieht sich eine Strategie auf ein Straßennetz oder nur auf einzelne Streckenabschnitte?
  - ist die die Anzahl der involvierten Akteure oder/und der von den Wirkungen betroffenen Verkehrsteilnehmer und sonstiger Betroffenen gering oder hoch?
- der zur Verfügung stehenden **Ressourcen** in Form von Personal, Geld und Zeit und
- vom **Willen** der verantwortlichen Entscheidungsträger.

Für das Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen wird beispielsweise ein einjähriger bis zweijähriger Turnus empfohlen (vgl. FGSV (2010b), S. 80). Ein **einjähriger Turnus** erscheint für **komplexe und aufwendige Strategien** mit einer hohen Risikoeinschätzung der Störfallsituation durchaus plausibel. Für Strategien mit einer mittleren bis geringen Risikoeinschätzung sowie für

**einfache Strategien mit einer geringen Komplexität** sind längere Bewertungszyklen ausreichend. In diesen Fällen scheint ein Turnus von **zwei Jahren** angebracht.

Neben turnusbasierten Überprüfungen können auch **ereignisbasierte Überprüfungen** notwendig sein, beispielsweise, wenn sich aufgrund von verkehrsbezogenen infrastrukturellen oder anderen Neu- und Umbaumaßnahmen (z. B. Einkaufszentren, Hotels, Umgehungsstraßen, Park-and-Ride Anlagen) Auswirkungen auf den Verkehrsablauf, die Strategiegestaltung und folglich auf die Wirksamkeit von dynamischen Strategien ergeben. Folgende **Schritte** sind beim turnus- oder ereignisbasierten Qualitätsmanagement generell zu durchlaufen:

- Überprüfung und Anpassung von Zielen,
- Prüfung und Bewertung der erreichten Qualität,
- Identifikation von Mängeln und Analyse ihrer Ursachen,
- Identifikation und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen und
- Kontrolle der Auswirkungen. (vgl. bzgl. der gesamten Auflistung FGSV (2010b), S. 80)

Ein **Qualitätsmanagement** für Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement sollte **nicht isoliert**, sondern im Zusammenhang mit anderen Modulen betrachtet werden. Jentsch (2009) hat dafür in seiner Dissertation den Begriff **des ‚integrierten Qualitätsmanagements‘** verwendet, welcher den **Zusammenhang** und die **Interaktion** zwischen den verschiedenen **Elementen des Qualitätsmanagements** prägnant verdeutlicht. Ein solcher Zusammenhang liegt z. B. zwischen dem Strategiebetrieb und Lichtsignalanlagen vor. Eine gute Qualität der Lichtsignalanlagen begünstigt auch eine gute Qualität einer Strategie. Dieser exemplarisch angeführte Zusammenhang lässt sich auf diverse andere Module übertragen, so dass eine integrierte Betrachtungsweise sinnvoll erscheint. Der Grund für einen integrierten und modularen Aufbau liegt neben den Zusammenhängen, die zwischen verschiedenen Modulen vorzufinden sind, auch darin, das gesamte Qualitätsmanagement besser handhabbar zu machen, Verantwortlichkeiten klarer abzugrenzen und schließlich Anpassungen an veränderte Anforderungen einfacher durchführen zu können. (vgl. Jentsch (2009), S. 86)<sup>14</sup>

Die folgende Abbildung 46 veranschaulicht beispielhaft den modularen Aufbau eines integrierten Qualitätsmanagements nach Jentsch (2009). Demnach muss sich das Qualitätsmanagement nicht nur auf den Strategiebetrieb und die ex-post Bewertung beziehen, sondern kann auch die Strategieentwicklung samt ex-ante Bewertung und die Strategieimplementierung inklusive Zwischenbewertung umfassen (vgl. FGSV (2011), S. 30f.).

---

<sup>14</sup> Bei der **Modulierung** unterscheidet Jentsch zwischen sog. **Grundmodulen** und **übergeordneten Modulen**. Grundmodule stellen eigenständige Bausteine im Qualitätsmanagement dar und „können unabhängig von einem Gesamtansatz für ein Qualitätsmanagement durchgeführt werden“ (Jentsch (2009), S. 87). Grundmodule beziehen sich auf einzelne Prozesse der Planung, der Realisierung und des Betriebs, erlauben aber keine übergeordneten Erkenntnisse, die über die Prozesse hinausgehen (vgl. Jentsch (2009), S. 102).



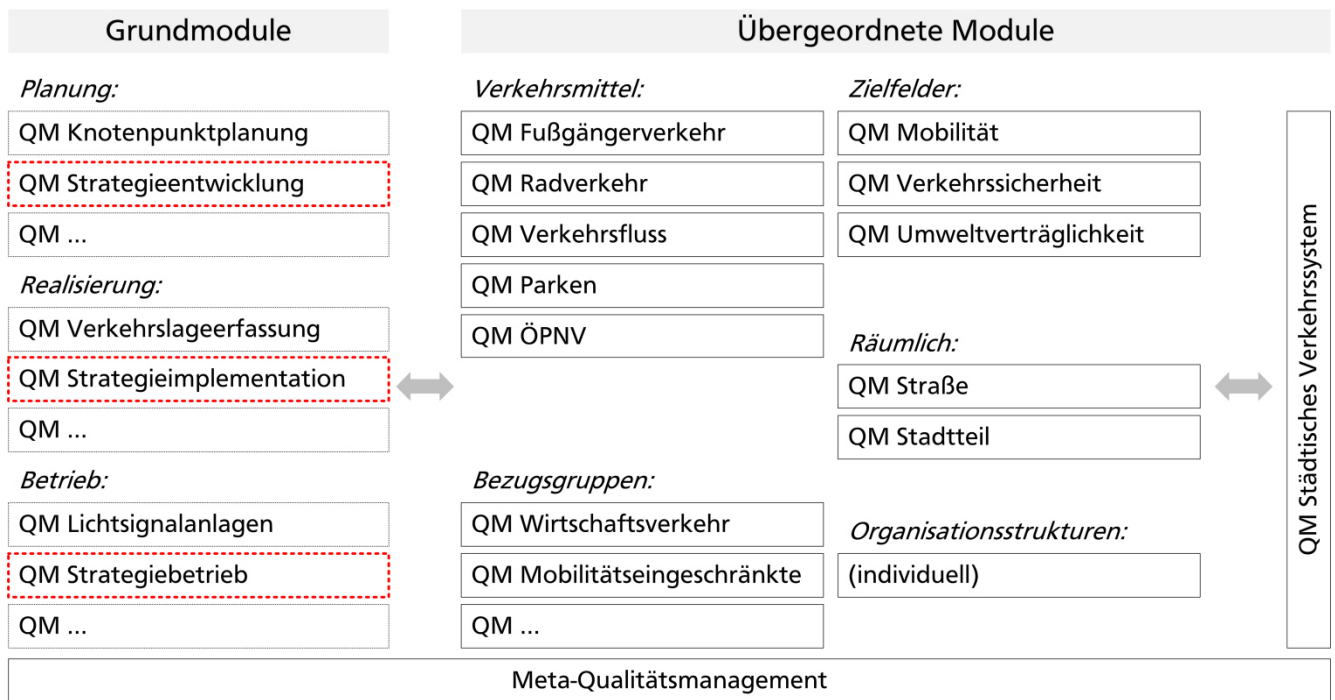


Abbildung 46: QM Modulstruktur (basierend auf Jentsch (2009), S. 89).

Das Qualitätsmanagement im Rahmen des Straßenverkehrsmanagements ist ein sehr umfangreiches und vielschichtiges Thema, welches bereits **Gegenstand vieler wissenschaftlicher Untersuchungen** gewesen ist.<sup>15</sup> Auch eine intensive Beschäftigung mit dem Aufbau und der Ausgestaltung eines Qualitätsmanagements für Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ist aufgrund des Umfangs und des Forschungsbedarfs sehr wichtig und bedarf folgerichtig einer eigenständigen und tieferen Auseinandersetzung im Rahmen weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen.

### 5.5. Zwischenfazit

In diesem Kapitel sind die verschiedenen Zwischenergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln in eine **Gesamtmethodik** zur Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements zusammengeführt worden. Die Methodik wurde ferner in verschiedenen **Experteninterviews** auf ihre Plausibilität, Anwendbarkeit und Validität überprüft und entsprechend den Anmerkungen punktuell angepasst. Prinzipiell ist konstatiert worden, dass, je **höher das ursprüngliche Risiko** einer Störfallsituation ausfällt, desto **höher steigen die Anforderungen** an eine Strategie und in der Regel auch deren **Komplexität**. Dies wiederum wirkt sich auch auf die Anforderungen der Strategiebewertung aus, so dass ein **zunehmender Grad an Formalisierung und Mathematisierung** notwendig ist, je komplexer und anspruchsvoller eine Strategie ist. Weiterhin wurde festgestellt, dass im gesamten Strategiezyklus mehrere Bewertungszeitpunkte und Bewertungszwecke in Frage kommen.

Während der Strategieplanung ist dies die **ex-ante Bewertung**, durch welche das Ziel verfolgt wird, eine geeignete und wirkungsvolle Strategie zu identifizieren. Die ex-ante Bewertung wird sinnvollerweise in zwei Stufen vollzogen. Auf der ersten Stufe findet eine **Vorbewertung** statt, durch welche ungeeignete Einzelmaßnahmen und ggfs. ganze Strategiealternativen eliminiert werden. Aus den verbleibenden Maßnahmen werden verschiedene Strategiealternativen gebildet, die im nächsten Bewertungsschritt eingehender analysiert werden. Dies geschieht durch eine detailliertere **Hauptbewertung**, durch welche die Alternative ausgewählt werden sollte, welche sowohl eine

<sup>15</sup> Vgl. hierzu z. B. Blees (2004): ‚Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen‘, Reusswig (2005): ‚Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen‘ oder Jentsch (2009): ‚Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr‘.

ausreichende Zielerreichung und Wirkung als auch eine größtmögliche Akzeptanz und Umsetzbarkeit verspricht.

Die zweite Bewertung, die sog. **Zwischenbewertung**, wird gegen Ende der Implementierungsphase durchgeführt. Mit der Zwischenbewertung kann insbesondere für komplexe Strategien, welche für eine Störfallsituation mit hoher Risikoeinschätzung konzipiert werden, ein **Probetrieb** einhergehen. Dieser ist dann sinnvoll, wenn neue systemtechnische Anlagen und sonstige Prozesse auf ihre Funktionalität und Zuverlässigkeit überprüft werden müssen, und erste grobe Abschätzungen bezüglich der Effektivität einer Strategie vorgenommen werden sollen. Neben dem Probetrieb bieten sich auch **Simulationen** und **verbal-argumentative Verfahren** an, um herauszufinden, ob eine Strategie direkt in die Betriebsphase überführt werden kann, ob geringfügige Änderungen notwendig sind, oder ob gar in den Planungsprozess zurückgegangen werden muss, wenn die Mängel zu gravierend sind.

Schließlich erfolgt nach Inbetriebnahme einer Strategie die **ex-post Bewertung**. In dieser werden die entwickelten Strategien auf ihre **Effektivität** und **Effizienz** im Rahmen von **Vorher-Nachher- und Soll-Ist-Vergleichen** untersucht. Dabei sollte die ex-post Bewertung kein singuläres Ereignis sein, sondern ist nach Möglichkeit im Rahmen eines **integrierten Qualitätsmanagements** regelmäßig durchzuführen. So kann auch potentiellen Veränderungen der Ausgangsbedingungen Rechnung getragen werden. Auch an dieser Stelle kann das Bewertungsergebnis dazu führen, die Strategie ohne Änderungen fortzusetzen, die Strategie bei Mängeln oder bei veränderten Rahmenbedingungen anzupassen, oder den Strategiebetrieb bei gravierenden Mängeln oder bei zunehmender Wirkungslosigkeit einzustellen. Die Resultate der ex-post Bewertung sollten genutzt werden, um die **prognostizierten Ergebnisse** aus der ex-ante Bewertung und damit auch die **Bewertungsprozesse** an sich **zu überprüfen**. Es gilt die Frage zu beantworten, inwieweit die tatsächlichen Ergebnisse einer Strategie mit den Einschätzungen aus der ex-ante Bewertung übereinstimmen. Durch einen solchen Vergleich lassen sich ggfs. Änderungen bzw. Kalibrierungen von Modellen, Parametern oder anderen Bewertungsgrundlagen vornehmen. Damit soll es ermöglicht werden, auch den Bewertungsprozess als solches für eine spezifische Region sukzessive und auch im Sinne eines Qualitätsmanagements zu verbessern.

Die Ausrichtung des jeweiligen Bewertungsverfahrens hängt von der zugrunde liegenden Risikoeinschätzung bzw. Strategiekomplexität ab. Je höher diese ausfallen, desto höher sind auch die Anforderungen an die Bewertung, da die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Bewertungsergebnisse in diesen Fällen einen höheren Stellenwert einnehmen. Um diesen Erwartungen gerecht zu werden, ist in meist eine höhere Formalisierung und damit einhergehend auch oft eine erhöhte Mathematisierung geboten. Lediglich vorhandene **Erfahrungswerte** aus vergleichbaren Strategien oder eine geringer ausfallende **Strategiekomplexität** erlauben es, auch **weniger formalisierte bzw. mathematisierte Verfahren** anzuwenden.

Eine zusammenfassende Übersicht der gesamten Methodik zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ist der nachfolgenden Abbildung 47 zu entnehmen.

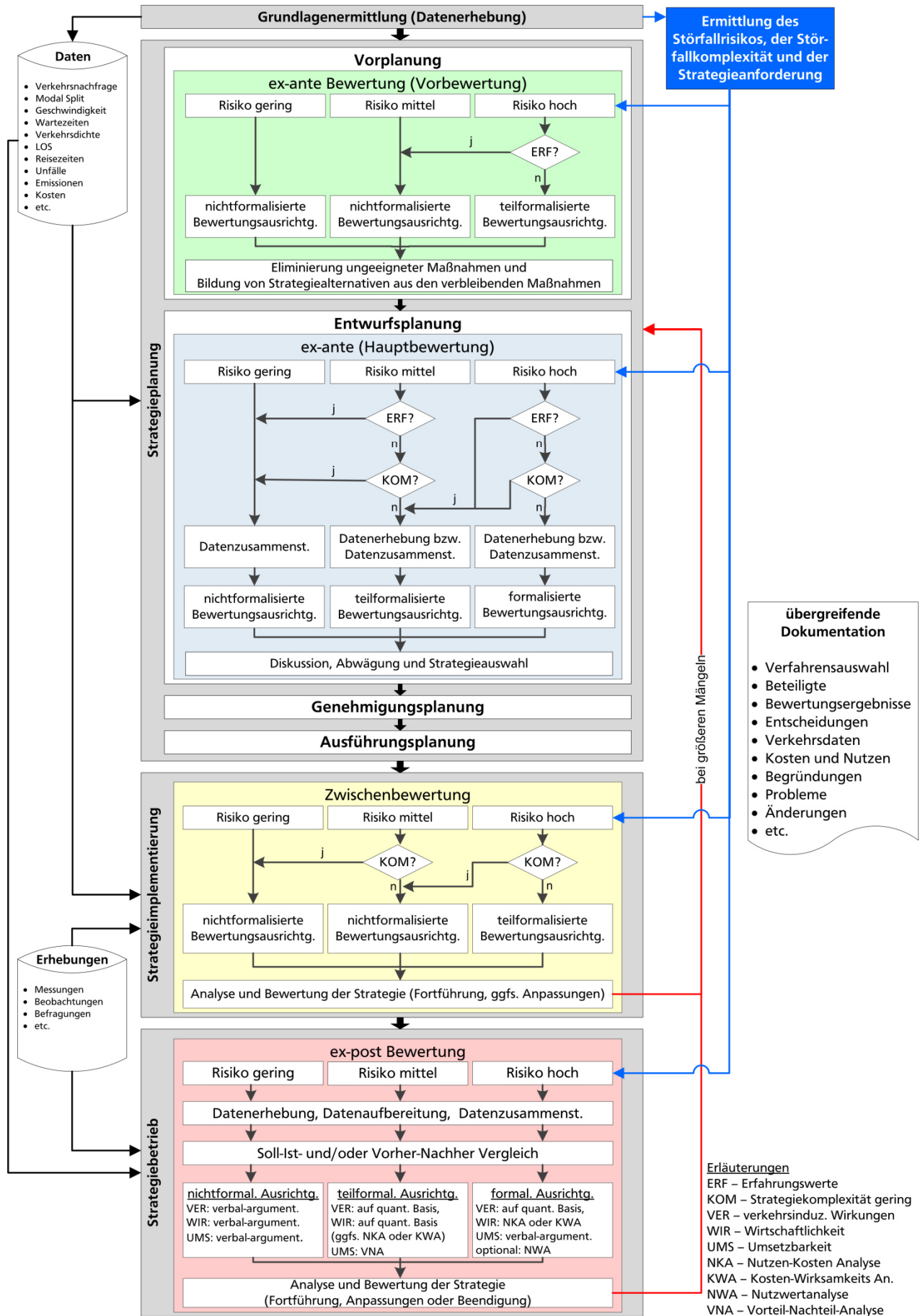


Abbildung 47: Zusammenfassende Darstellung der Strategiebewertung (eigene Darstellung).

Der zeitliche, personelle und finanzielle Aufwand für die Durchführung bestimmter Bewertungsverfahren sowie für die Erhebung und Auswertung von Eingangsdaten muss unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und des öffentlichen Interesses immer verhältnismäßig und gerechtfertigt sein. In diesem Zusammenhang kommt der ordentlichen **Dokumentation** der Bewertung zur Schaffung einer größtmöglichen Transparenz und Nachvollziehbarkeit eine sehr hohe Relevanz zu. Diese umfasst nicht nur eine ausgiebige Ergebnisdarlegung, sondern auch die Beschreibung und Begründung, wie der Bewertungsprozess abgelaufen ist (z. B. wer beteiligt war, welche Verfahren angewandt wurden, welche Annahmen getroffen wurden), und welche Gründe schließlich zu einer Entscheidung geführt haben. Die Dokumentation kann bei der ex-ante-, der Zwischen- und der ex-post Bewertung z. B. durch **Protokolle** und **Berichte** vorgenommen werden. Hierbei kann auch auf Instrumente aus der Betriebswirtschaft, wie die **Balanced Scorecard**, zurückgegriffen werden. Diese ist ein Hilfsmittel, mit dem die gesetzten Ziele regelmäßig und strukturiert kontrolliert werden können und dient als eine Art Fragebogen zur regelmäßigen und dauerhaften Überprüfung der Wirkungen und Umsetzung einer Strategie (vgl. Thommen/Achleitner (2003), S. 936ff.).

Wie es in den Ausführungen dieses Kapitels mehrfach dargelegt worden ist, kommt im Rahmen der Bewertung den Erfahrungswerten der Experten und den Erkenntnissen aus vergleichbaren Strategien und Bewertungssituationen eine sehr große Bedeutung zu. Erfahrungen, die mit einer bestimmten Strategie gemacht worden sind und Erkenntnisse, die aus den vergleichbaren Bewertungsprozessen gewonnen werden, sollten auch den verantwortlichen Personen anderer Untersuchungsgebiete zugänglich gemacht werden. Daher scheint es sinnvoll, die Erfahrungen und Erkenntnisse bzgl. der Strategiebewertung zu dokumentieren, und bei Bedarf im Sinn eines **Erfahrungstransfers** auch an andere Untersuchungsgebiete weiterzureichen.

Für alle Bewertungsprozesse kann zudem die Verwendung von **Checklisten** hilfreich sein, in denen die wesentlichen Arbeitsschritte, Kriterien, Bewertungsverfahren aber auch Hilfestellungen für die Bewertung und Entscheidungen aufgelistet sind. Checklisten sind vor allem sinnvoll, um sicher zu stellen, dass keine wesentlichen Elemente des Bewertungsprozesses außer Acht gelassen werden. Sie sind daher auch ein geeignetes Instrument, um die Nachvollziehbarkeit und Transparenz einer Bewertung sowie die Rechtfertigung einer Entscheidung zu erhöhen. Dabei ist es nachrangig, ob es sich um eine nichtformalisierte, teilformalisierte oder formalisierte Bewertung handelt.

---

## 6. Fazit und Ausblick

---

Abschließend werden im folgenden Kapitel die Inhalte und die wichtigsten Ergebnisse in Kürze zusammengefasst sowie der weitere Handlungsbedarf artikuliert, welcher im Laufe der Ausarbeitung identifiziert worden ist.

### 6.1. Zusammenfassung und Ergebnisse

**Ziel** dieser Forschungsarbeit ist es gewesen, eine **Gesamtmethodik** für die Bewertung von Strategien für das dynamische Verkehrsmanagement zu entwickeln. Um dies zu erreichen, sind zunächst **Definitionen** und **Grundlagen** aus dem dynamischen Verkehrsmanagement vorgestellt worden, auf denen die weiteren Ausführungen und Ergebnisse dieser Arbeit bauen. Wesentlich hierbei ist neben der Darstellung der Besonderheiten von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements die Identifizierung der möglichen **Bewertungszeitpunkte**. Diese liegen in der Planungsphase (ex-ante Bewertung), in der Implementierungsphase (Zwischenbewertung) und in der Betriebsphase (ex-post Bewertung). Zudem wurden **Risikokategorien** definiert, auf denen die Strategie- und die Bewertungsanforderungen sowie die Bewertungsausgestaltung grundsätzlich basieren.

Im weiteren Verlauf sind mögliche **Methoden** zur **Bewertung** und zur **Wirkungsermittlung** vorgestellt, analysiert und auf ihre **Anwendbarkeit** im dynamischen Verkehrsmanagement hin untersucht worden. In der qualitativen Evaluation der Bewertungsmethoden sind Erkenntnisse aus der Literaturrecherche, Stellungnahmen von Seiten des Verfassers und Meinungen von Experten eingeflossen. Neben den allgemeinen Methoden wurden spezifische Bewertungsverfahren aus dem Verkehrsbereich im nationalen und internationalen Kontext vorgestellt und auf ihre Vor- und Nachteile hin analysiert. Im Ergebnis ist eine **Auswahl an Methoden** vorgenommen worden, welche die vorab definierten Anforderungen der Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement erfüllen und sich grundsätzlich für die **Strategiebewertung** eignen.

Außer den Methoden wurden zudem **Kriterien** identifiziert, die für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement beachtet werden sollten. Hierfür sind zum einen umfangreiche Literaturrecherchen durchgeführt, und zum anderen erneut die Meinung von Experten berücksichtigt worden. Im Ergebnis konnten Kriterien sowie **Mess- und Kenngrößen** aus den Bereichen der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen und der Umsetzbarkeit identifiziert werden.

Die Ergebnisse wurden schließlich in eine Gesamtmethodik zusammengeführt. Hierfür sind für die ex-ante-, Zwischen- und ex-post Bewertung Hinweise zur **Methodenauswahl**, zur **Verfahrensausgestaltung** und zur Vorgehensweise entwickelt worden. Dies schließt u. a. die jeweils zu beteiligten Personen, die Datenanforderung, die Zusammenführung verschiedener Teilergebnisse und Hinweise zur Entscheidungsfindung mit ein.

Zur Verifizierung der Ergebnisse und zur Herstellung eines größeren Praxisbezugs wurden **Expertengespräche** mit Personen aus Verkehrsleitzentralen in Frankfurt, München, Düsseldorf, Stuttgart und Berlin und/oder mit Mitautoren bisheriger FGSV-Veröffentlichungen im Bereich der Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements geführt. Die Erkenntnisse aus diesen Expertengesprächen sind in der gesamten Arbeit beachtet worden.

Die wesentlichen Ergebnisse sind **praxis- und anwendungsgerecht** in Form eines **Leitfadentwurfs** zusammengefasst und in der Anlage dieser Arbeit dargestellt worden. Dieser Leitfadentwurf soll der anwendenden Person eine konkrete, handhabbare und prägnante Orientierung für die Strategiebewertung geben. Weiterhin wurde die Methodik an einem **fiktiven Anwendungsbeispiel** im Rahmen des Leitfadens angewandt.

Basierend auf den dargestellten Inhalten der jeweiligen Kapitel und in Anlehnung an die in Kapitel 1.2 vorgestellten **Forschungsfragen** werden im Folgenden die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit dargestellt.

### 1. Was ist das Charakteristische bei einer Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement?

Im Gegensatz zu Analysen oder Methoden zur Wirkungsermittlung geht es bei der Bewertung darum, einem Objekt einen Wert zuzuweisen. Dies kann entweder auf qualitative oder quantitative Weise geschehen. Die **Wertzuzuweisung** kann auf Grundlage individualistischer oder allgemein gültiger **Maßstäbe** durchgeführt werden. Demzufolge ist ein Zielsystem zu definieren, anhand dessen sich eine Zielerreichung ermitteln und eine Wertzuzuweisung vornehmen lässt. Weiterhin sind Kriterien auszuwählen, die das **Zielsystem** repräsentieren und durch die sich die Bewertung konkretisieren lässt. Bewertungsmethoden bieten eine mehr (formalisiert) oder minder (nichtformalisiert) strukturierte Vorgehensweise mit dem Ziel, einem Bewertungsobjekt einen Wert zuzuweisen. Neben den Bewertungsmethoden gibt es auch solche, welche sich auf der Sachebene befinden und, damit einhergehend, einen rein deskriptiven Charakter besitzen. Zu diesen Methoden gehören beispielsweise die der Wirkungsermittlung.

Bei der Bewertung von Strategien des **dynamischen Verkehrsmanagements** sind deren **Charakteristika** zu beachten. Diese umfassen im Wesentlichen ein Strategieziel bzw. den Strategiezweck, eine hohe Einsatzflexibilität, eine kurze Aktivierungsdauer, eine mitunter hohe Komplexität, interne und externe Gegebenheiten (z. B. endogene Ressourcen, exogenes Mobilitätsverhalten), eine gute Integrierbarkeit in vorhandene Systeme und eine möglichst reibungslose Umsetzung.

### 2. Wann sollte eine Bewertung stattfinden?

Es sind drei Bewertungszeitpunkte identifiziert worden, die den unterschiedlichen Strategiephasen zugeordnet werden können. Während der Planungsphase erfolgt eine **ex-ante Bewertung**, welche zum Ziel hat, eine geeignete Strategie zu identifizieren und auszuwählen. Die ex-ante Bewertung kann in eine Vor- und Hauptbewertung unterteilt werden. Durch die **Vorbewertung** werden zunächst Methoden und ggfs. erste Strategiealternativen eliminiert, welche ungeeignet erscheinen, beispielsweise, indem ein Ausschlusskriterium erfüllt wird. Aus den verbleibenden Methoden können Strategiealternativen gebildet werden, welche in einer detaillierten **Hauptbewertung** intensiver analysiert und bewertet werden. Auf Grundlage dieser Bewertung wird letztlich eine Strategie ausgewählt.

Des Weiteren findet in der Implementierungsphase eine **Zwischenbewertung** statt. Durch die Zwischenbewertung soll sichergestellt werden, dass trotz Anpassungen oder Änderungen während der weiteren Planungsstufen oder im Zuge der Implementierung der Strategie die Ziele und gesetzten Wirkungen noch immer erreicht werden.

Schließlich wird eine **ex-post Bewertung** durchgeführt, nachdem die Strategie in Betrieb genommen wurde, und somit folglich während der Betriebsphase. Ziel dieser Bewertung ist es, die Wirkungen einer Strategie und Zielerreichung zu überprüfen. Dies kann durch Vorher-Nachher-Vergleiche sowie Soll-Ist-Vergleiche geschehen. Damit auch die langfristigen Wirkungen und Veränderungen bewertet werden können, sollte die ex-post Bewertung kein singuläres Ereignis sein, sondern z. B. im Rahmen eines integrierten Qualitätsmanagements **regelmäßig durchgeführt** werden.

### 3. Wer ist an einer Bewertung zu beteiligen?

Für die Bewertung sind in erster Linie die für die Strategieplanung und Strategieumsetzung verantwortlichen Akteure zu beteiligen. Dies sind in der Regel Abteilungsleiter, Verkehrsingenieure, Operatoren, Techniker für die systemtechnische Infrastruktur und die Polizei. Ist für eine Strategie eine behördliche Genehmigung notwendig, sind auch Personen der entsprechenden Behörde einzubinden. Darüber hinaus können bei Bedarf und Notwendigkeit noch weitere an der Strategie beteiligte Akteure hinzugezogen werden, wie z. B. Rettungskräfte, Parkhausbetreiber, Stadionbetreiber, etc. Bei gravierenden Einschnitten können in Ausnahmefällen auch potentiell Betroffene, wie Anwohner, Interessensverbände oder Gewerbetreibende, beteiligt werden.

### 4. Welche Methoden eignen sich für eine Strategiebewertung?

Es stehen Bewertungsmethoden aus den nichtformalisierten, teilformalisierten und formalisierten Kategorien zur Verfügung. Die Methoden sind hinsichtlich ihrer Eignung für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement qualitativ untersucht und im Rahmen von Experteninterviews diskutiert worden. Aus dem **nichtformalisierten Bereich** bieten sich die **verbal-argumentative/intuitive Methode**, die **Argumentenbilanzierung**, die **SWOT-Analyse** sowie die **Expertenbefragung** an. Aus dem **teilformalisierten Bereich** kommen die **Vorteil-Nachteil-Analyse**, die **multikriterielle Wirkungsanalyse**, die **Verträglichkeitsanalyse** bzw. das **Eliminationsverfahren** sowie das **einfache Rangordnungsverfahren** in Betracht. Aus dem **formalisierten Bereich** ist schließlich das **formalisierte Abwägungs- und Rangordnungsverfahren**, die **Nutzen-Kosten-Analyse**, die **Wirksamkeits-Kosten-Analyse** sowie die **Nutzwertanalyse** zu berücksichtigen. Die Grenzen zwischen den einzelnen Kategorien sind dabei nicht eindeutig zu definieren, so dass die Übergänge zwischen den Kategorien mitunter fließend sind. Neben diesen Methoden, durch welche eine qualitative oder quantitative Wertzuweisung bzw. Einordnung in einen Bewertungskontext/Bewertungsmaßstab erfolgen soll, sind auch **Methoden zur Wirkungsermittlung** notwendig, deren Ergebnisse als Grundlage für eine weiterführende Bewertung dienen. Die Methoden umfassen qualitative Wirkungsermittlungen, Modellierungen bzw. Simulationen, Berechnungen, Vergleiche, Befragungen, Zielkonfliktanalysen sowie Experimente/Feldversuche und Messungen.

### 5. Welche Kriterien sind bei der Bewertung zu berücksichtigen?

Es sind Kriterien aus drei Bereichen der **verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen**, der **wirtschaftlichen Wirkungen** und der **Umsetzbarkeit** identifiziert worden. Zur ersten Kategorie zählen Kriterien aus den Bereichen Umwelt und Umfeld, Verkehrssicherheit, Verkehrsqualität und Mobilität. Zu den wirtschaftlichen Wirkungen werden Kosten, Nutzen und sonstige volkswirtschaftliche Effekte subsumiert. Zur Kategorie Umsetzbarkeit gehören die Kriterien der Aktivierungsdauer, der Zielkonflikte, der Akzeptanz und Verständlichkeit, der Kommunikation und Vernetzung sowie der Funktionalität und Zuverlässigkeit. Für die Kriterien wurden, soweit dies möglich und sinnvoll erschien, **Messgrößen** benannt, anhand derer sich eine quantitative Bewertung durchführen lässt. Für übrige Kriterien sind **Kenngrößen** und/oder Fragestellungen formuliert worden, die eine qualitative Bewertung unterstützen.

### 6. Welche Rahmenbedingungen nehmen Einfluss auf die Bewertung?

In erster Linie richtet sich die Auswahl der Methodik und, damit einhergehend, der Bewertungsverfahren nach dem zugrunde liegenden **Störfallrisiko**. Dies ist das Produkt aus der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Störfalls (spontane, sporadische oder regelmäßige Störfälle)

und der Schadensschwere (Anzahl der Betroffenen, Auswirkungen auf den Einzelnen, Dauer des Strategiebetriebs). Das Risiko ist in drei Kategorien ‚gering‘, ‚mittel‘ und ‚hoch‘ eingeteilt worden. Je nach Risikokategorie steigen auch die Anforderungen an eine Strategie und somit auch an die Bewertung. Störfälle mit einer geringen Risikoeinschätzung benötigen in der Regel einfache Strategien, welche mittels eher nichtformalisierter Verfahren bewertet werden können. Im Gegensatz dazu sind die Anforderungen an Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung entsprechend groß, weshalb aus Gründen der Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Transparenz formalisierte Verfahren zum Einsatz kommen. Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung befinden sich dazwischen und erfordern mehrheitlich Verfahren aus dem teilformalisierten Bereich.

Aus den Expertengesprächen konnten weitere Bedingungen identifiziert werden, die einen Einfluss auf die Bewertungsanforderungen nehmen. Dazu gehören **Erfahrungswerte** seitens der Akteure, welche im Zusammenhang mit ähnlichen Strategien gesammelt worden sind, und bei der Entwicklung und Bewertung von Strategien berücksichtigt werden sollten. Dies kann zur Folge haben, dass aufgrund von hohen Erfahrungswerten auch weniger formalisierte Verfahren angewandt werden können, wodurch der Bewertungsaufwand reduziert werden kann.

Neben den Erfahrungswerten nimmt auch die **Strategiekomplexität** Einfluss auf die Bewertungsausgestaltung. In der Regel sind für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung auch komplexe und anspruchsvolle Strategien erforderlich. Allerdings gibt es auch Fälle, in denen einfache Strategien für solche Störfallsituationen ausreichend sind. Auch in diesem Fall lässt sich der Bewertungsaufwand durch die Verwendung weniger formalisierter Verfahren verringern.

Schließlich hängt die Ausgestaltung des Bewertungsprozesses auch von den zur Verfügung stehenden **Ressourcen** in personeller, technischer, finanzieller und datenmäßiger Hinsicht ab. Stehen einzelne oder mehrere dieser Ressourcen nicht zur Verfügung, kann dies dazu führen, dass alternative und, damit einhergehend, weniger formalisierte Verfahren verwendet werden müssen.

## 7. Wie ist die Gesamtmethodik grundsätzlich aufgebaut?

Wie bei anderen Bewertungsprozessen sind auch für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement zunächst **Ziele und Kriterien** zu definieren, anhand derer sich eine Bewertung durchführen lässt. Weiterhin sind im Vorfeld der Bewertung, je nach Strategie- und Bewertungskontext, **Daten** zu erheben, die für die Verwendung bestimmter Methoden notwendig sind und die eine genauere, zuverlässigere und mitunter objektivere Bewertung ermöglichen. Weiterhin ist das **Risiko** einer Störfallsituation zu bestimmen, anhand dessen sich die Strategie- und Bewertungsanforderungen ausrichten. Optional können zur Unterstützung der Bewertung Nebenbedingungen definiert und Gewichtungen vorgenommen werden.

Im Rahmen der **ex-ante Bewertung** erfolgt die bereits beschriebene zweistufige Bewertung in der zunächst ungeeignete Maßnahmen eliminiert werden. Für diese Bewertungsstufe ist zunächst eine nichtformalisierte (für ein geringes bis mittleres Störfallrisiko) bzw. teilformalisierte Bewertungsausrichtung (für ein hohes Störfallrisiko) ausreichend. Basierend auf den Ergebnissen können verschiedene **Strategiealternativen** entwickelt werden. Für die Bewertung dieser Alternativen im Rahmen der Hauptbewertung gelten höhere Anforderungen



in puncto Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Richtigkeit, so dass der Formalisierungs- und Mathematisierungsgrad tendenziell zunimmt. Die ermittelten Ergebnisse sind durch **Sensitivitätsanalysen** zu verifizieren. Prinzipiell ist es möglich, die Bewertungsergebnisse für die Entscheidungsfindung noch weiter zu strukturieren. So kann beispielsweise mittels einer Nutzwertanalyse oder dem Rangordnungsverfahren eine **Rangfolge** erstellt werden.

Das gleiche Prinzip der Methodenzuordnung und Verfahrensausgestaltung trifft auch auf die **Zwischenbewertung** und ex-post Bewertung zu. Als Informations- und Datenbasis für die Bewertung und Entscheidung, ob Strategien geändert, verworfen oder beibehalten werden, dienen Daten aus Probetrieb, Verkehrserfassungen, Befragungen oder Beobachtungen. Durch die Zwischenbewertung soll überprüft werden, ob sich im Zuge der weiteren Planungen oder durch die Implementierung Änderungen ergeben haben, welche die anvisierte Zielerreichung gefährden. In diesem Fall sind vornehmlich verbal-argumentative Bewertungen (für ein geringes bis mittleres Störfallrisiko), aber auch eine Vorteil-Nachteil-Analyse (für ein hohes Störfallrisiko) anzuwenden.

Für die **ex-post Bewertung** steigen die Anforderungen an die Bewertung, da nun der Nachweis über die Zielerreichung und ggfs. eine Rechtfertigung für etwaige Investitions- und Betriebskosten erbracht werden muss. Für komplexe und mitunter teure Strategien sind daher umfangreiche Daten vor, während und nach der Inbetriebnahme einer Strategie zu erheben, um einen aussagekräftigen Vorher-Nachher-Vergleich bzw. Soll-Ist-Vergleich durchführen zu können. Für Strategien mit einem hohen Risiko der ursprünglichen Störfallsituation kommen analog zur Hauptbewertung vornehmlich formalisierte Methoden, für Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung überwiegend teilformalisierte Methoden und für Strategien mit einem ursprünglichen geringen Störfallrisiko mehrheitlich nichtformalisierte Methoden zum Einsatz.

Auch wenn der grundsätzliche Formalisierungsgrad und damit die Verfahrensauswahl durch die Risikoeinstufung geprägt wird, können auch Methoden aus anderen Methodenkategorien angewandt werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn formalisierte Methoden aufgrund einer schwierigen oder nicht plausiblen Quantifizierung bzw. Monetarisierung nicht sinnvoll erscheinen, wie es bei den Kriterien der Umsetzbarkeit größtenteils der Fall ist.

#### 8. Wie lassen sich Teilergebnisse zusammenführen und Entscheidungen ableiten?

Im Rahmen einer Bewertung werden verschiedene Teilergebnisse für die Bewertung unterschiedlicher Kriterien(-Kategorien) generiert, aus denen am Ende der jeweiligen Bewertungsprozesse Entscheidungen abzuleiten sind. An diesem Punkt stellt sich die Frage, ob und in welcher Form sich diese qualitativen und/oder quantitativen Teilergebnisse aggregieren bzw. verdichten lassen. Eine Gewichtung und Aggregation durch spezifische Methoden (z. B. Nutzwertanalyse, formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren) ist optional an einigen Stellen der ex-ante Bewertung und ex-post Bewertung angedacht. Allerdings ist durch Experteninterviews und Literaturrecherchen hervorgegangen, dass eine alleinige Reduzierung der Entscheidung auf eine aggregierte Kennzahl ungeeignet erscheint, da dies zu intransparent ist und ein zu hoher Informationsverlust eintritt, so dass die Entscheidungsfindung kaum nachvollziehbar ist. Aus diesem Grund ist, insbesondere bei einer formalisierten Bewertungsausrichtung, und je nach Bewertungskontext, ein Mix aus quantitativen (verkehrsinduzierte Wirkungen), monetarisierten (wirtschaftliche Wirkungen) und qualitativen (Umsetzbarkeit) Ergebnissen notwendig, auf dem die abschließende Entscheidung basiert. Die Entscheidung erfolgt unter Beteiligung der relevanten Akteure und unter Berücksichtigung der

einzelnen Teilergebnisse auf verbal-argumentativer Ebene, indem die Vor- und Nachteile der jeweiligen Strategiealternative gegeneinander abgewogen und logisch und nachvollziehbar argumentiert werden. Bei der Entscheidungsfindung sind auch die unterschiedlichen Interessenlagen und Ziele zu berücksichtigen und gegeneinander abzuwägen, so dass am Ende des Bewertungsprozesses evtl. nicht die Strategie mit der höchsten Zielerreichung ausgewählt wird, sondern die, mit einer ausreichenden Zielerreichung und den geringsten Zielkonflikten bzw. der höchsten Akzeptanz.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit ist eine Methodik entwickelt worden, die dem gesamten Bewertungsprozess eine klare Struktur und logische Vorgehensweise verleiht, was sich insbesondere durch den Zusammenhang zwischen dem Störfallrisiko bzw. der Störfallkomplexität, den damit einhergehenden Strategieanforderungen und schließlich den Bewertungsanforderungen (nichtformalisiert, teilformalisiert und formalisiert) ausdrückt. Dennoch bietet die Methodik eine gewisse Flexibilität, die an verschiedenen Stellen Verfahrenserleichterungen erlauben, sofern Erfahrungswerte vorhanden sind, die Strategiekomplexität gering ist oder bestimmte Ressourcen nicht zur Verfügung stehen. Dadurch ist es gelungen, den verschiedenen Anforderungen an eine Bewertungsmethodik, die im Rahmen von Expertengesprächen identifiziert worden sind, gerecht zu werden.

## 6.2. Weiterer Forschungs- und Handlungsbedarf

Durch die Entwicklung einer Gesamtmethodik für die Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements ist ein allgemeiner Rahmen geschaffen worden, der in dieser Arbeit auch weitgehend konkretisiert werden konnte. Dennoch sind punktuell weitere Untersuchungen nötig, um Unklarheiten in Detailfragen, die im Rahmen dieser konzeptionellen, makroskopisch ausgerichteten Arbeit nicht abschließend geklärt werden konnten, nach Möglichkeit zu beseitigen.

In diesem Zusammenhang wäre es eine weitere Aufgabe, für den Strategie- und Störfallkontext einige **präzisere und ggfs. quantitative Richtgrößen** zur Ermittlung des Risikos sowie der Störfall- und Strategiekomplexität zu definieren, an denen sich der Nutzer eines möglichen Bewertungsleitfadens orientieren kann. Dies betrifft insbesondere Richtgrößen zur Bestimmung

- des **Risikos** (Wie lassen sich sporadische, regelmäßige und spontane Störfallereignisse zur Bestimmung der Eintrittshäufigkeit sowie die Auswirkungen für den Einzelnen, die Anzahl der Betroffenen sowie die Dauer der Strategiebetriebsphase für die Bestimmung der Schadensschwere sinnvoll quantifizieren? Ab welchen Werten können die verschiedenen Risikokategorien voneinander unterschieden werden?);
- der **Störfallkomplexität** (Wie lassen sich ein komplexes Wirkungsumfeld, eine komplexe Verkehrsnachfrage sowie komplexe Verkehrsnetze präzise definieren und ggfs. quantifizieren?);
- der **Strategiekomplexität** (Ab wie vielen Maßnahmen bzw. bei welcher Maßnahmenkombination ist eine Strategie als komplex anzusehen? Lässt sich die Maßnahmenkomplexität ggfs. auch sinnvoll quantifizieren?).

Erste Versuche, die aufgeführten Fragen im Rahmen dieser Arbeit zu beantworten sind im Rahmen einiger Experteninterviews unternommen worden. Es konnte allerdings kein einheitliches und valides Ergebnis eruiert werden, so dass an dieser Stelle weitergehende und intensivere Untersuchungen durchzuführen sind. Ob eine allgemeine Quantifizierung überhaupt möglich und vielmehr sinnvoll ist, wäre im Rahmen dieser Untersuchungen genauer zu klären.

In diesem Zusammenhang konnten auch die Anforderung an Daten, welche insbesondere für formalisierte Methoden bzw. Verfahren wichtig sind, nur oberflächlich untersucht werden. Auch hierfür sind weitere Analysen nötig, um die **genauen Anforderungen an die Datenerhebung, die Datenqualität und an den Datenumfang** zur Bewertung der Wirkungen dynamischer Strategien zu

präzisieren. Dadurch soll die Ermittlung möglichst genauer, zuverlässiger und korrekter Ergebnisse unterstützt werden.

Eine dauerhafte und regelmäßige **Strategiebewertung im Rahmen eines Qualitätsmanagements** ist ein zusätzlicher Aspekt, der einer weitergehenden Untersuchung bedarf. Dabei geht es beispielsweise um die Ausgestaltung der strategierelevanten Module, die Definition von Schnittstellen zu anderen Modulen im Rahmen eines integrierten Qualitätsmanagements, die Definition der zu überprüfenden Prozesse und Produkte oder eine genauere Definition von Bewertungszyklen. Einige der genannten Aspekte sind im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit bereits angeschnitten worden, konnten aber nicht im Detail betrachtet werden, da das Thema des Qualitätsmanagements nicht Gegenstand dieser Forschungsarbeit ist.

Im Rahmen der Expertengespräche ist das Problem der **Vergleichbarkeit** zwischen unterschiedlichen Strategie- und Störfallsituationen thematisiert worden, was die Durchführung eines Vorher-Nachher-Zustands bzw. die Ermittlung der **Nettoeffekte** erschwert. Die Schwierigkeit basiert im Wesentlichen auf sich ständig ändernden Randbedingungen, wie z. B. ein unterschiedliches Verkehrsaufkommen, Einflüsse von Veranstaltungs- oder Ferienverkehren, meteorologische Einflüsse, Änderungen von Fahrgewohnheiten, etc. Im Rahmen dieser Arbeit sind bereits einige Möglichkeiten erarbeitet worden, dem Problem der Bestimmung der Nettoeffekte entgegenzuwirken (z. B. durch die gezielte Befragung von Verkehrsteilnehmern zur Untersuchung des Befolgungsgrades). Dennoch erscheint es vor dem Hintergrund der hohen Relevanz für die Akteure angebracht, sich dieser Thematik eingehender zu widmen und spezifischere Methoden zu entwickeln, wie die Vergleichbarkeit von Ergebnissen verbessert bzw. die Nettoeffekte dynamischer Strategien genauer ermittelt werden können.

Schließlich sollte auf Basis der Ergebnisse dieser Arbeit einschließlich des Leitfadentwurfs ein **Hinweispapier zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement** erstellt werden. Dazu ist neben der **Erprobung der Methodik an realen Strategien** eine weitere **Ausarbeitung im Rahmen einer Expertenrunde** notwendig. Durch ein solches Hinweispapier soll eine allgemeingültige Orientierung und Anleitung zum Aufbau eines strukturierten Vorgehens für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geschaffen und veröffentlicht werden.

## Literaturverzeichnis

---

- A**
- Aberle, Gerd (2009):** Transportwirtschaft. Einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Grundlagen. München: Oldenbourg.
- Adams, Christian (2008):** Bewertungsverfahren für verschiedene intermodale Straßenverkehrsmaßnahmen. Dissertation. Technische Universität Berlin, Berlin. Fakultät Verkehrs- und Maschinensysteme.
- AEG 1992/43/EWG:** Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2013/17/EU vom 13.05.2013. Fundstelle: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft/Union.
- AEG 1996/62/EG:** Rahmenrichtlinie Luftqualität (1996/62/EG). Fundstelle: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft/Union.
- AEG 1999/30/EG:** Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Fundstelle: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft/Union.
- AEG 2002/49/EG:** Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Fundstelle: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft/Union.
- AEG 2009/147/EG:** Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten, zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2013/17/EU vom 13.05.2013. Fundstelle: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft/Union.
- Aleksic, Mario (2012):** Dynamische Umlegung von Quell-Ziel-Matrizen mit einem makroskopischen Verkehrsmodell. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Andree et al. (2001):** Entwicklung von Strategien für ein dynamisches Verkehrsmanagement. In: *Straßenverkehrstechnik* 45, Heft 12 (12), S. 610–620.
- Andrews, Kenneth R. (1987):** Concept of corporate strategy. Homewood: Richard D Irwin.
- ASTRA (2003):** Handbuch für den Einsatz der NISTRA-Methode. Bern.
- B**
- Baldegger, R. (2007):** Management: Strategie - Struktur - Kultur. Bern, New York: Growth Publisher Fribourg.
- Balluff, Jessica; Krüger, Philip (2012):** Strategien für ein städtisches Gesamtkonzept zur Luftreinhaltung in Offenbach am Main. Schlussbericht. Hinweise zur umweltorientierten Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement. Im Auftrag der ivm GmbH und der Stadt Offenbach am Main. Unter Mitarbeit von Christine Breser. In Zusammenarbeit mit ZIV - Zentrum für Integrierte Verkehrssysteme GmbH. Darmstadt/Offenbach am Main (Schlussbericht).
- Bechmann, Arnim (1978):** Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung. Bern, Stuttgart: P. Haupt (Beiträge zur Wirtschaftspolitik, Bd. 29).
- Bechmann, Arnim (1981):** Grundlagen der Planungstheorie und Planungsmethodik. Eine Darstellung mit Beispielen aus dem Arbeitsfeld der Landschaftsplanung. Bern: Haupt (Uni-Taschenbücher, 1088).

- Bechmann, Arnim (1989):** Bewertungsverfahren. der handlungsbezogene Kern von Umweltverträglichkeitsprüfungen. In: Karl-Hermann Hübler (Hg.): Bewertung der Umweltverträglichkeit. Bewertungsmaßstäbe und Bewertungsverfahren für die Umweltverträglichkeitsprüfung. 2. Aufl. Taunusstein: Blottner, S. 84–101.
- Becker, Fred G. (2013):** Grundlagen der Unternehmungsführung. Einführung in die Managementlehre. 2., neu bearb. Aufl. Berlin: Schmidt (ESV basics).
- BfG (2004):** Umweltrisikoeinschätzung und FFH-Verträglichkeitseinschätzung für Projekte an Bundeswasserstraßen. BfG - Bundesamt für Gewässerkunde (BfG, 1380).
- BHO (2013):** Bundeshaushaltsordnung, vom Bundeshaushaltsordnung vom 19.08.1969 (BGBl. I S. 1284), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15.07.2013 (BGBl. I S. 2395) geändert worden ist.
- BImSchV, 16.:** Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung), vom V. v. 12.06.1990 BGBl. I S. 1036; zuletzt geändert durch Artikel 1 V. v. 18.12.2014 BGBl. I S. 2269. Geltung ab 21.06.1990; FNA: 2129-8-16 Umweltschutz.
- BImSchV, 22.:** Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV), vom Neugefasst durch B. v. 04.06.2007 BGBl. I S. 1006; aufgehoben durch Artikel 2 V. v. 02.08.2010 BGBl. I S. 1065. Geltung ab 18.09.2002; FNA: 2129-8-22-1 Umweltschutz.
- BImSchV, 34.:** Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung), vom V. v. 06.03.2006 BGBl. I S. 516. Geltung ab 16.03.2006; FNA: 2129-8-34 Umweltschutz.
- BImSchV, 39.:** Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen), vom Artikel 1 V. v. 02.08.2010 BGBl. I S. 1065. Geltung ab 06.08.2010; FNA: 2129-8-39 Umweltschutz.
- Blees, Volker (2004):** Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen. Dissertation. Darmstadt: Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Techn. Univ (Schriftenreihe / Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt, H. 14).
- BMUB (2014):** Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Referat Öffentlichkeit. Berlin.
- BMVBS (2003):** Bundesverkehrswegeplan 2003. Grundlagen für die Zukunft der Mobilität in Deutschland; Beschluss der Bundesregierung vom 2. Juli 2003. Berlin.
- BMVBS (2006):** Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs und Folgekostenrechnung. Erstellt im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. (Version 2006). Berlin: Bundesdruckerei.
- BMVBS (2010):** Hinweisen zur Erstellung von Vorentwürfen für Verkehrsbeeinflussungsanlagen. Abteilung Straßenbau.
- BMVBW (2005):** Bundesverkehrswegeplan 2003 die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik. Schlussbericht zum FE-Vorhaben 96.0790/2003 Im Auftrag des BMVBW. Unter Mitarbeit von Kristina Birn, Henryk Bolik und Peter Rieken. Berlin.
- Boltze, Manfred (1996):** Verkehrsmanagement in Frankfurt am Main. Ergebnisse des Projektes FRUIT und Hemmnisse bei der Umsetzung. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* (42), S. 16–23.
- Boltze, Manfred (1998):** Integration von städtischen und regionalen Verkehrsmanagementstrategien (a). VSVI-Seminar. Friedberg, 24.06.1998.

**Boltze, Manfred (2013a):** Materialien zu den Vorlesungen Verkehr I. Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Darmstadt.

**Boltze, Manfred (2013b):** Materialien zu den Vorlesungen Verkehr II. Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Darmstadt.

**Boltze, Manfred (2013c):** Mehr Verkehrstote durch Schadstoffe als durch Straßenverkehrsunfälle. In: *Straßenverkehrstechnik* (4). Editorial.

**Boltze, Manfred (2014a):** Verkehrsplanung und Verkehrstechnik C. Verkehrsplanung - Strategien im Verkehrsmanagement. Vorlesung im Wintersemester 2014/2015. Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Boltze, Manfred. Darmstadt, 23.10.2014a.

**Boltze, Manfred (2014b):** Verkehrsplanung und Verkehrstechnik C. Verkehrsplanung - Verfahren der Verkehrsplanung. Vorlesung im Wintersemester 2014/2015. Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Boltze, Manfred. Darmstadt, 16.10.2014b.

**Boltze, Manfred; Breser, Christine (2005):** Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme auf Ringstrukturen überörtlicher Straßen und städtischen Verkehrsnetzen unter Einsatz dynamischer, kollektiver Wechselverkehrszeichen ; [Bericht zum Forschungsprojekt FE 77.467/2002]. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW., Verl. für Neue Wiss (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen : V, Verkehrstechnik, H. 132).

**Boltze, Manfred; Fornauf, Leif (2013):** A Method to develop dynamic Traffic Management Strategies for Cases of Incidents. Peer-reviewed article in: Selected Proceedings of the World Conference on Transport Research (WCTR). WCTR in Rio de Janeiro, Brasilien vom 15.07.2013-18.07.2013. TU Darmstadt. Rio de Janeiro.

**Boltze, Manfred; Plank-Wiedebeck, Uwe (Hg.) (1998):** Strategien für ein dynamisches Verkehrsmanagement im Regional- und Stadtverkehr. Salow bei Berlin: AfK (Europäisches Symposium Dresden-Radebeuler Verkehrstage, 7).

**Boltze et al. (2006):** Leitfaden Verkehrstelematik. Hinweise zur Planung und Nutzung in Kommunen und Kreisen. Erstellt im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Forschungsprogramm Stadtverkehr, FE 70.708. Unter Mitarbeit von Manfred Boltze, Axel Wolfermann und Petra K. Schäfer. Berlin.

**Boltze et al. (2014):** Nutzen der Verkehrsinformation für die Verkehrssicherheit. Forschungsauftrag SVI 2007/017 auf Antrag der ZIV GmbH. Unter Mitarbeit von Manfred Boltze, Peter Sturm, Christine Breser (Projektleitung), Roger Laube, Peter Spacek, Wolfgang Stölzle et al. Hg. v. Bundesamt für Straßen. ZIV Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH; SNZ Ingenieure und Planer AG, Universität Gallen,

**Breser et al. (2011):** Akzeptanz von Verkehrsmanagementmaßnahmen. Forschungsauftrag SVI 2006/003 auf Antrag der ZIV GmbH. Unter Mitarbeit von Manfred Boltze, Peter Sturm, Christine Breser, Roger Laube, Bernhard Schlag und Jens Schade. Hg. v. ZIV Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH.

**Brinkmeyer, Dieter; Müller, Rolf A. E. (1994):** Entscheidungsunterstützung mit dem AHP. Aus Wissenschaft und Forschung - Scientific Articles (Zeitschrift für Agrarinformatik, 5).

**Brüggemann, Holger; Bremer, Peik (2012):** Grundlagen Qualitätsmanagement. Von den Werkzeugen über Methoden zum TQM. 2012. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag (SpringerLink : Bücher).

**Buchholz, Liane (2013):** Strategisches Controlling. 2. Aufl. 2013: Springer Gabler.

## C

**Chu, Friederike; Fornauf, Leif (2011 (nicht veröffentlicht)):** DB Regio Störungsmanagement. Leitfaden zur Erstellung von Störfallprogrammen. Der Leitfaden wurde im Rahmen des Projekts „Strategien zum dynamischen Störfallmanagement im Schienenpersonennahverkehr SturM“ in Zusammenarbeit zwischen der TU Darmstadt und der DB Regio erstellt. Unter Mitarbeit von A. Wolters, A. Böhme, L. Gahr, R. Brüning, D. Hartwig, H. Kildau, R. Pohl et al. DB Regio, TU Darmstadt. Darmstadt/Frankfurt.

**Chu, Friederike; Fornauf, Leif (2012):** Methode zur Erarbeitung von Störfallprogrammen. Unter Mitarbeit von Achim Wolters und Aline Böhme. Berlin: Bahn Fachverlag GmbH (Umsetzungsbedingungen für die TEN-Korridore verbessern, 40. Jahrgang). In: *Deine Bahn* (7), S. 45–48.

**Clausewitz, Carl von (1980):** Vom Kriege. Vollständige Ausgabe im Urtext, 3 Teile in 1 Bd. 19. Aufl. Jubiläumsausg. Bonn: Dümmler (Dümmler-Buch, 8201).

**Cyganski et al. (2013):** Weiterentwicklung des Analyseinstruments Renewability. Renewability II - Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs. Unter Mitarbeit von Wiebke Zimmer, Florain Hacker, Lothar Rausch, Uwe Fritsche, Rita Cyganski, Andreas Justen et al.: Umweltbundesamt.

## D

**Deutscher Bundestag (2007):** Antwort auf die kleine Anfrage im Bundestag zum Thema Stau in Deutschland. Deutscher Bundestag (Drucksache 16/5996).

**DIN 1319-1, 1995-01:** Grundlagen der Messtechnik- Teil 1: Grundbegriffe.

**DIN 4150 1-3, Teil 1: 2001-06; Teil 2: 1999-06; Teil 3: 1999-02:** Erschütterungen im Bauwesen Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlage.

**DIN EN ISO 9000, 2005-12:** Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe.

**DIN EN ISO 9004, 2012-12:** Leiten und Lenken für den nachhaltigen Erfolg einer Organisation - Ein Qualitätsmanagementansatz.

**Domsch, Michael; Reinecke, Peter (1989):** Bewertungstechniken. In: Norbert Szyperski und Udo Winand (Hg.): Handwörterbuch der Planung. Stuttgart: C.E. Poeschel (Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 9), S. 143–155.

**Domschke, Wolfgang; Drexl, Andreas (2005):** Einführung in Operations Research. Mit 63 Tabellen. 6., überarb. und erw. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer (Springer-Lehrbuch).

**Duden (1996):** Duden Rechtschreibung der deutschen Sprache. 21., völlig neu bearbeitete und erw. Aufl. Mannheim: Dudenverlag (Der Duden in 12 Bänden, Bd. 1).

## E

**Eberle (1989):** Methoden zur Aggregation von UVP Teilergebnissen zu einem handlungsbezogenen Gesamtergebnis. Kommunale Bauleitplanung und Umweltverträglichkeitsprüfung. Kaiserslautern (Beiträge im Rahmen einer zweiteiligen wissenschaftlichen Arbeitstagung am 03.-05. Oktober 1988 und 03.-05. April 1989, 43), S. 259–272.

**Eckstein, Otto (1961):** A Survey of the Theory of public expenditure criteria. In: *Public Finances: Needs, Sources and Utilization*, S. 439–504.

**ECOPLAN (2010):** Handbuch eNISTRA 2010. eNISTRA - ein Tool für zwei sich ergänzende Methoden zur Bewertung von Strasseninfrastrukturprojekten. NISTRA - Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte. Unter Mitarbeit von Christoph Lieb, Felix Walter und Matthias Amacher. Bern und Altdorf: Bundesamt für Strassen.

## F

**Federal Highway Administration (2010a):** Best Practices in Traffic Incident Management. Unter Mitarbeit von Jodi L. Carson. Washington, DC: U.S. Department of Transportation.

**Federal Highway Administration (2010b):** Traffic Incident Management Handbook. Unter Mitarbeit von Nicholas Owens, April Armstrong, Paul Sullivan, Carol Mitchell, Diane Newton, Rebecca Brewster, Todd Trego. Washington, DC: Federal Highway Administration.

**Federal Highway Administration (2012):** Analysis, Modeling, and Simulation for Traffic Incident Management Applications. Unter Mitarbeit von Richard Margiotta, Rick Dowling, and Jawad Paracha. Washington, DC: U.S. Department of Transportation.

**Feess, Eberhard (2000):** Mikroökonomie. Eine spieltheoretisch- und anwendungsorientierte Einführung. 2. Aufl. Marburg: Metropolis-Verl. (Grundlagen der Wirtschaftswissenschaft, 6).

**Fellendorf, Martin; Friedrich, Markus (2001):** Kopplung makroskopischer Verkehrsmodelle. ein Verfahren für die Integration von großräumiger Planung und Detailplanung. Unter Mitarbeit von Peter Vortisch.

**FGSV (1996):** Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (1997a):** Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS). Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (1997b):** Kommentar zur Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2001a):** Leitfaden für Verkehrsplanungen. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2001b):** HBS - Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2003):** Hinweise zur Strategieentwicklung für das dynamische Verkehrsmanagement. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2007):** Hinweise zur Wirksamkeitsabschätzung und Wirksamkeitsberechnung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2010a):** Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2010b):** Richtlinien für Lichtsignalanlagen. RiLSA; Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr. Ausg. 2010. Köln: FGSV-Verlag (321).

**FGSV (2011):** Hinweise zur Strategieranwendung im dynamische Verkehrsmanagement. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2012a):** Hinweise zur Evaluation von verkehrsbezogenen Maßnahmen. Köln: FGSV-Verlag.

**FGSV (2012b):** Begriffsbestimmung. Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln: FGSV-Verlag.



**FGSV (2012c):** Hinweise zum Einsatz von Steuerungsverfahren in der Verkehrsbeeinflussung. Unter Mitarbeit von Christoph Schwietering. Köln: FGSV (FGSV, 304,1).

**Friedrich, Hanno (2014):** Modellierung der Verkehrsnachfrage. Teil 1 - Einführung, Datengrundlagen und Prognoseverfahren. Vorlesung im Wintersemester 2014/2015. Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, Institut für Verkehr, Fachgebiet Wirtschaftsverkehr. Friedrich, Hanno. Darmstadt, 14.10.2014.

**Friedrich, Markus (2010):** Qualitätsmanagement für Verkehrsnachfragemodelle. DVWG Symposium 25./26.3.2010 (Ansprüche einer mobilen Gesellschaft an ein verlässliches Verkehrssystem). In: *DVWG Jahresband 2009/2010*.

**FRUIT (1993):** Frankfurt Urban Integrated Traffic Management. Integrierende Strategie zum Verkehrsmanagement. Unter Mitarbeit von Ulrich Schöttler, Hans-Georg Retzko, Rolf Andree und Manfred (u. a.) Boltze. 8 Bände (8).

**FSS (2000):** Bewertung von Verfahren zur Erkennung von Störungen im Verkehrsablauf in Theorie, Praxis und Simulation. Untersuchung von abschnittsbezogenen neuen Verfahren zur automatischen Stau- und Störfallerkennung aufgrund lokaler Messwerte und ihre Wirksamkeit im praktischen Einsatz. Unter Mitarbeit von Marcus Hoops, Ronald Kates und Hartmut Keller. Bonn: Bundesdruckerei (Forschung, Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, 797).

**FSS (2005):** Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta). Zusammenfassung bisheriger Erfahrungen ; Empfehlungen zur Gestaltung und Anwendung. Bericht zum Arbeitsprogrammprojekt 02.624 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unter Mitarbeit von Birgit Hartz und Marco Schmidt. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, H. 924).

**Fürst, Dietrich (2008):** Planungstheorie. Begriff der Planung und Entwicklung der Planung in Deutschland. In: Dietrich Fürst und Frank Scholles (Hg.): *Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung*. 3., vollst. überarb. Aufl. Dortmund: Rohn, S. 21–99.

**Fürst, Dietrich; Scholles, Frank (2008):** *Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung*. 3., vollst. überarb. Aufl. Dortmund: Rohn.

## G

**Geiger, Walter; Kotte, Willi (2008):** *Handbuch Qualität. Grundlagen und Elemente des Qualitätsmanagements: Systeme - Perspektiven*. 5., vollst. überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Vieweg (Praxis und Studium).

**Geschka, H.; Hammer, R. (1990):** *Die Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung. Strategische Unternehmensplanung. Stand und Entwicklungstendenzen*. Fünfte, neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Hg. v. Dietger Hahn und Bernard Taylor. Heidelberg.

**Gilgen, Kurt (2006):** *Planungsmethodik in der kommunalen Raumplanung. Vom Praxisbeispiel zur Theorie*. [Zürich]: vdf, Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (vdf-Lehrbuch).

**Gnest, Holger (2008):** *Monitoring*. In: Dietrich Fürst und Frank Scholles (Hg.): *Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung*. 3., vollst. überarb. Aufl. Dortmund: Rohn, S. 617–628.

**Grahl, Stefan (2014):** *Zielkonflikte im dynamischen Verkehrsmanagement. Ursachen und Lösungswege*. 24. Verkehrswissenschaftliche Tage. Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List". Technische Universität Dresden, 20.03.2014.

**Grahl, Stefan; Jentsch, Heiko (2012):** *Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement - Grundlagen und Erfahrungen (Straßenverkehrstechnik, 56)*.

**Grahl, Stefan; Müller, Sven (2013):** Zielkonflikte im dynamischen Verkehrsmanagement. Schlussbericht zu FE 03.0465/2010/KGB.

**Grahl, Stefan; Sander, Günter (2007):** Ausstattung von Anschlussstellen mit dynamischen Wegweisern mit integrierter Stauinformation - dWiSta. Begleitende Untersuchung zur Verbesserung des Verkehrsflusses und der Verkehrssicherheit im Raum Leipzig. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss. (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen / V, H. 162).

**Groh et al. (2013):** Luft und Verkehr. Datenbankauszug aus der Umweltforschungsdatenbank UFORDAT. Unter Mitarbeit von Dirk Groh, Larissa Pipke und Franziska Galander. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

**Grünig, Rudolf; Kühn, Richard (2013):** Entscheidungsverfahren für komplexe Probleme. Ein heuristischer Ansatz. 4. korrigierte und bearbeitete Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler Verlag.

**Gücker et al. (1995):** Objektorientierte Modellierung eines Qualitätsinformationssystems. Unter Mitarbeit von Andreas Gücker, Wolfgang Hoffmann, Matthias Möbus und Christian Troll. Universität des Saarlandes; Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi). Saarbrücken (IWi-Hefte, 116).

**GVFG (2011):** Gesetz über Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden, vom Ausfertigungsdatum: 18.03.1971. Neugefasst durch Bek. v. 28.01.1988 I 100. Zuletzt geändert durch Art. 3 G v. 05.04.2011 I 554.

## H

**Haedrich et al. (1986):** Der Analytic Hierarchy Process. In: *WiSt* (3), S. 120–126.

**Hanusch, Horst (2011):** Nutzen-Kosten-Analyse. 3., Aufl. München: Vahlen, Franz (WiSo-Kurzlehrbücher /Reihe Volkswirtschaft).

**HEATCO (2004):** Current practice in project appraisal in Europe. Analysis of country reports. Hg. v. Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. Dänemark.

**Heinen, Edmund (1976):** Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen. Das Zielsystem der Unternehmung. 3., durchgesehene Aufl. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler (Die Betriebswirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 1).

**Höhnscheid, Karl-Josef (2001):** Weiterentwicklung der Verfahren zur Bewertung von Verkehrsmaßnahmen. In: *Straßenverkehrstechnik* (1), S. 26–29.

**Hübler, Karl-Hermann (1989):** Bewertungsverfahren zwischen Qualitätsanspruch, Angebot und Anwendbarkeit. In: Karl-Hermann Hübler (Hg.): *Bewertung der Umweltverträglichkeit. Bewertungsmaßstäbe und Bewertungsverfahren für die Umweltverträglichkeitsprüfung*. 2. Aufl. Taunusstein: Blottnner, S. 124–142.

**Hülsemann, Uwe (2010):** Maßnahmenbewertung in der Straßenerhaltung unter Einbeziehung der Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen. In: *Straße + Autobahn* (10), S. 635–642.

**Hungenberg, Harald (2012):** Strategisches Management in Unternehmen. Ziele - Prozesse - Verfahren. 7. Aufl. 2012. Wiesbaden: Imprint: Springer Gabler (SpringerLink : Bücher).

## I

**iQWiG (2013):** Analytic Hierarchy Process (AHP). Pilotprojekt zur Erhebung von Patienten. Präferenzen in der Indikation Depression. Hg. v. Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Köln (163).

## J

**Jentsch, Heiko (2009):** Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr. Dissertation. Unter Mitarbeit von Manfred Boltze. Darmstadt: Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Techn. Univ (Schriftenreihe / Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt).

**Johnson et al. (2006):** Exploring corporate strategy. Text and Cases. Unter Mitarbeit von Gerry Johnson, Kevan Scholes und Richard Whittington. [S.l.]: Financial Times.

## K

**Khuat, Viet Hung (2006):** Traffic Management in Motorcycle Dependent Cities. Dissertation. Darmstadt: Darmstadt, Technische Universität (Schriftenreihe / Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt).

**Kirchhof (2001):** Verkehrssystemanalyse: Wirkungen der Verkehrsmittel. In: Uwe Köhler (Hg.): Ingenieurbau. Verkehr - Straße, Schiene, Luft. Berlin: Ernst & Sohn Verlag, S. 242f.

**Knospe, Frank (1998):** Handbuch zur argumentativen Bewertung. Methodischer Leitfaden für Planungsbeiträge zum Naturschutz und zur Landschaftsplanung. Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.

**Köhler, Uwe (2014):** Einführung in die Verkehrsplanung. Grundlagen, Modellbildung, Verkehrsprognose, Verkehrsnetze. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

**Kohoutek, Sven (2010):** Qualifizierung der Wirkungen des Straßenverkehrs auf Partikel- und Stickoxid-Immissionen. Dissertation. Darmstadt: Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Techn. Univ (Schriftenreihe / Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt).

**Kraft, Victor (1951):** Die Grundlagen einer wissenschaftlichen Wertlehre. Zweite, neubearbeitete Auflage. Vienna: Springer Vienna.

**Krause, Lars (2009):** Der Risikobegriff im Gefahrstoffrecht. In: *StoffR Zeitschrift für Stoffrecht* (1), S. 20–26.

**Krause, Lars; Borens, David (2009):** Strategisches Risikomanagement nach ISO 31000 - Teil 1. In: *ZRFK Fachzeitschrift Risk, Fraud & Compliance* (4), S. 180–186.

**Kummer, Sebastian (2006):** Einführung in die Verkehrswirtschaft. Wien: facultas.wuv.

## L

**Lohse, Dieter; Schnabel, Werner (1997):** Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung. Verkehrsplanung. Unter Mitarbeit von Lothar Lätzsch. 2., neu bearb. Aufl. Berlin: Verl. für Bauwesen (2).

## M

**Marte, Gert (2003):** Bundesverkehrswegeplanung. Im Spannungsfeld von Wissenschaft und Straßenbaupropaganda. In: *PLANERIN* (1), S. 59–61.

**Mayer, Horst O. (2004):** Interview und schriftliche Befragung. Entwicklung, Durchführung und Auswertung. 2., verb. Aufl. München, Wien: Oldenbourg.

**Meißner, Astrid (2012):** Lerntransfer in der betrieblichen Weiterbildung. Theoretische und empirische Exploration der Lerntransferdeterminanten im Rahmen des Training off-the-job. 1. Aufl. Lohmar, Köln: Eul (Reihe: Personal, Organisation und Arbeitsbeziehungen, 53).

**Minhans, Anil (2008):** Traffic Management Strategies in Cases of Disasters. Dissertation. Unter Mitarbeit von Manfred Boltze. Darmstadt: Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Techn. Univ (Schriftenreihe / Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt).

**Mintzberg, Henry; Waters, James A. (1985):** Of strategies, deliberate and emergent. In: *Strat. Mgmt. J.* 6 (3), S. 257–272. DOI: 10.1002/smj.4250060306.

**Mintzberg et al. (1998):** Strategy Safari. A guided tour through the wilds of strategic management. Unter Mitarbeit von Henry Mintzberg, Bruce W. Ahlstrand und Joseph Lampel. New York: Free Press.

**MOP (2014):** Deutsches Mobilitätspanel (MOP) - wissenschaftliche Begleitung und Auswertung. Bericht 2012/2013 Alltagsmobilität und Fahrleistungen. im Auftrag des BMVBW. Unter Mitarbeit von Uwe Vortisch. Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie. Karlsruhe.

**Müller, Stephan (2012):** Makroskopische Verkehrsmodellierung mit der Einflussgröße Telematik - Eine Methodenarbeit und Beispielumsetzung mit Cooperative Adaptive Cruise Control Systemen im Güterverkehr. Dissertation. Berlin: Universitätsbibliothek der Technischen Universität Berlin.

**Müller-Herbers, Sabine (2007):** Methoden zur Beurteilung von Varianten. 4. Aufl. Fakultät Architektur und Stadtplanung, Institut für Grundlagen der Planung, Prof. Dr. Ing. Walter Schönwandt, Universität Stuttgart (Arbeitspapier).

## O

**Oetting, Andreas (2013a):** Bahnsysteme C - Verkehr und Umwelt. Grundlagen Schall. Vorlesung im Wintersemester 2013/2014. Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, Institut für Verkehr, Fachgebiet Bahnsysteme und Bahntechnik. Oetting, Andreas. Darmstadt, 22.10.2013a.

**Oetting, Andreas (2013b):** Bahnsysteme C - Verkehr und Umwelt. Berechnungsformeln im Bahnwesen, Lärm- und Erschütterungsschutz. Vorlesung im Wintersemester 2013/2014. Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, Institut für Verkehr, Fachgebiet Bahnsysteme und Bahntechnik. Oetting, Andreas. Darmstadt, 04.11.2013b.

## P

**PIARC (2004):** Economic Evaluation Methods for Road Projects in PIARC Member Countries. Méthodes d'évaluation économique des projets routiers dans les pays membres de l'AIPCR. La Défense (La Grande Arche, paroi Nord, 92055 Cedex): AIPCR = PIARC.

## R

**Reimann, Michael; Schepperle, Heiko (2007):** Simulationsmodelle im Verkehr. Ausgewählte technische, rechtliche und ökonomische Aspekte des Entwurfs von Fahrerassistenzsystemen. Interdisziplinäres Seminar im Sommersemester 2007. Universität Karlsruhe (TH). Karlsruhe, 2007.

**Reusswig, Achim (2005):** Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen. Dissertation. Darmstadt: Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Techn. Univ (Schriftenreihe / Institut für Verkehr, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt, H 16).

**Rhamat et al. (2002):** Optimizing Traffic Control for a congested Intersection. Improving Traffic Flows. Unter Mitarbeit von R. A. Rahmat, K. Jumari, A. Hassan und H. Basri. In: *Traffic Engineering and Control* (9), S. 357–362.

**Rothengatter et al. (2006):** Assessment. Volkswirtschaftliche Wirkungsanalysen. Unter Mitarbeit von Burkhard Schade, Wolfgang Schade, Eckhard Szimba und Michael Krail. Hg. v. Prof. Dr. Werner Rothengatter. Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Sektion Verkehr und Kommunikation. Karlsruhe.

## S

**Saaty, Thomas L. (2008):** Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. In: *Int. J. Services Sciences*. Vol. 1 (Nr. 1).

**Sarris, Viktor (1990):** Erkenntnisgewinnung und Methodik der experimentellen Psychologie. München [u.a.]: Reinhardt (UTB für Wissenschaft Grosse Reihe, [8054]).

**Scheiner, Joachim (2003):** Bewertungsverfahren in der Verkehrsplanung. Raum und Mobilität. Arbeitspapiere des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung. Universität Dortmund, Fakultät Raumplanung, Fachgebiet Verkehrswesen und Verkehrsplanung (Dortmund). Dortmund.

**Schick, Peter (2003):** Einfluss von Streckenbeeinflussungsanlagen auf die Kapazität von Autobahnabschnitten sowie die Stabilität des Verkehrsflusses. Dissertation. Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen. Stuttgart.

**Schiller, Christian (2004):** Integration des ruhenden Verkehrs in die Verkehrsangebots- und Verkehrsnachfragemodellierung. Dissertation. Dresden: Selbstverlag. Technische Universität Dresden (Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr).

**Schnabel, Werner; Lohse, Dieter (2011):** Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung. Band 1 - Straßenverkehrstechnik. 3. vollständig überarbeitete Auflage. 2 Bände. Berlin, Bonn: Beuth.

**Scholl, Armin (2009):** Die Befragung. Sozialwissenschaftliche Methode. Sozialwissenschaftliche Methode und kommunikationswissenschaftliche Anwendung. 2. Aufl.: UVK Verlagsgesellschaft mbH.

**Scholles, Frank (2005):** Bewertungs- und Entscheidungsmethoden. In: Ernst-Hasso Ritter (Hg.): Handwörterbuch der Raumordnung. Bewertungs- und Entscheidungsmethoden im Handwörterbuch der Raumordnung. 4., neu bearb. Aufl. Hannover: ARL, S. 97–106.

**Scholles, Frank (2008):** Bewertungsmethoden. Grundfragen der Bewertung. In: Dietrich Fürst und Frank Scholles (Hg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. 3., vollst. überarb. Aufl. Dortmund: Rohn, S. 516–532.

**Scholles et al. (2008):** Analysemethoden, Prognosemethoden, Bewertungsmethoden sowie Strukturierungs- und Kreativitätsmethoden. Unter Mitarbeit von Frank Scholles, Helga Kanning und Margit Putschky. In: Dietrich Fürst und Frank Scholles (Hg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. 3., vollst. überarb. Aufl. Dortmund: Rohn, S. 317–569.

**Schwarz, R.; Schaufelberger, W. (2004):** Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformationen. Forschungsauftrag 2000/386 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI). Hg. v. Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI).

**Schwekendiek et al. (1989):** Umweltqualitätsziele für die ökologische Planung. Vorstudie - Pilotvorhaben Landkreis Osnabrück. Forschungsbericht 10901008. Unter Mitarbeit von Lydia Schwekendiek, Hans-Joachim Schemel und Adrian Hoppenstedt. Berlin.

**Shell Deutschland Oil GmbH (2009):** Pkw-Szenarien bis 2030. Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität. Hamburg.

**Steierwald et al. (2005):** Stadtverkehrsplanung. Grundlagen, Methoden, Ziele. Unter Mitarbeit von Gerd Steierwald, H.-D Künne und Walter Vogt. Berlin: Springer.

**Steinhoff, Christiane (2003):** Online-Bewertung der Akzeptanz und der Wirksamkeit präventiver Maßnahmen durch Streckenbeeinflussungsanlagen auf Autobahnen. München: Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Techn. Univ. (Schriftenreihe / Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Technische Universität München, H. 1).

**Stokey, Edith; Zeckhauser, Richard (1978):** A primer for policy analysis. 1st ed. New York: W.W. Norton.

**Suntum et al. (2008):** Bedeutung der Infrastrukturen im internationalen Standortwettbewerb und ihre Lage in Deutschland. Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI). Unter Mitarbeit von Ulrich van Suntum, Karl-Hans Hartwig, Bernd Holznagel, Wolfgang Ströbele, Hendrik Armbrrecht, Sebastian Deckers et al. Centrum für angewandte Wirtschaftsforschung Münster.

## T

**TASTe (1999):** Analysis and Development of Tools for Assessing Traffic Demand Management Strategies. Guidelines on the Use of Tools for Assessing Traffic Demand Management Strategies. Forschungsprojekt der Europäischen Kommission. European (4th RTD Framework Programme) - 01/1997 - 01/1999. Unter Mitarbeit von R. Andree, K. W. Axhausen, M. Boltze, H.-G. Retzko und u. a. Albert Speer & Partner; Barcelona Tecnologia; Beratung und Planung im Verkehrswesen; Frankfurt am Main; Transport Operation Research Group.

**Thommen, Jean-Paul; Achleitner, Ann-Kristin (2003):** Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht. 4., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler.

**Tsavachidis, Maria (2002):** Modellierung und empirische Untersuchung des Routenwahlverhaltens in einem multivariaten Entscheidungskontext. Dissertation. München: Technischen Universität München.

## U

**UBA (2009a):** Entwicklung der Luftqualität in Deutschland. Hintergrund. Hg. v. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

**UBA (2009b):** Feinstaubbelastung in Deutschland. Hg. v. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

**UBA (2012):** Daten zum Verkehr. Hg. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

**UBA (2013):** Verkehrsemissionsmodellierung. Modellvergleich und alternative Szenarien. Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“. Unter Mitarbeit von Ulrike Kugler, Jochen Theloke und Wolfram Jörß. Dessau-Roßlau: Bundesdruckerei (Forschungskennzahl 206 43 200/01 UBA-FB 001524/ANH,6).

## V

**Van der Pütten, Norbert (2008):** Messungen oder Modellrechnung? Wege zur Bewertung der Umweltqualität vor dem Hintergrund aktueller und zukünftiger Anforderungen an die kommunale Verkehrsplanung. FIV - Symposium Qualität von Daten, Modellen und Informationen im Verkehr am 22. November 2006 im Haus der Geschichte Darmstadt. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Wiesbaden). Wiesbaden.

## W

**Walter, Felix; Lieb, Christoph; Simmer, Helen (2006):** Nachhaltigkeitsbeurteilung des Bundes bei Straßenprojekten: NISTRA. Referat in der Gruppe 1 der Tagung. "Rechtliche Aspekte der Nachhaltigen Entwicklung - Auswirkungen auf das Umweltrecht" der Vereinigung für Umweltrecht (VUR). In: *Umweltrecht in der Praxis (URP)* (5), zuletzt geprüft am 07.04.2015.

**Weiland, Ulrike (1994):** Strukturierte Bewertung in der Bauleitplanung-UVP. Ein Konzept zur Rechnerunterstützung der Bewertungsdurchführung. Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur (UVP-spezial, 9).

**Weinreich, Herbert (1981):** Vademecum der Bewertung. Eine Anleitung zum Arbeiten mit Methoden der Bewertung und Auswahl von Produktideen. Frankfurt: Battelle-Institut e.V.

**Wermuth, Manfred; Wulff, Sven (2008):** Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag N.W. Verlag für neue Wissenschaft (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen V, Verkehrstechnik, 169).

**Winkler, Christian (2012):** Ein integriertes Verkehrsnachfrage- und Bewertungsmodell - Ansatz einer Synthese von Mikroökonomie und Verkehrsplanung. Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Fakultät für Verkehrswissenschaften "Friedrich List", Technische Universität Dresden. In: *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr* (13).

**Wisconsin Department of Transportation (2012):** Emergency Traffic Control and Scene Management Guidelines. Traffic Incident Management Enhancement. 2. Aufl.: Wisconsin Department of Transportation.

## Z

**Zangenmeister, Christof (1971):** Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. 2. Aufl. München: Wittermann.

**Zangemeister, Christof (1976):** Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. München: Wittermann.

**Zenger, A.; Rau, M. (2002):** Screening Modell zur Beurteilung der Immissionsbelastung um Parkgaragen.

**ZIV et al. (2000):** Verknüpfung von Strategien, Maßnahmen und Systemen des regionalen und städtischen Verkehrsmanagements. Forschungsprogramm Stadtverkehr (FOPS). Projekt Nr. 70.560/98. Projektträger Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen. Schlussbericht.

---

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Aufbau der Forschungsarbeit.....	6
Abbildung 2: Schematische Einordnung der Begriffe Methodologie, Methodik, Methode und Verfahren .....	7
Abbildung 3: Dimensionen einer Wertung.....	9
Abbildung 4: Elemente des Verkehrsmanagements.....	11
Abbildung 5: Handlungsebenen des Verkehrsmanagements .....	12
Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Störfallsituation, Strategie und Szenario.....	13
Abbildung 7: Harvard-Modell einer Strategie im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext.....	15
Abbildung 8: Prozesse der Verkehrsplanung sowie der Strategieentwicklung und –umsetzung.....	18
Abbildung 9: Ziele verschiedener Beteiligter im Verkehrsmanagement.....	20
Abbildung 10: Mögliche Maßnahmen im Bereich des dynamischen Verkehrsmanagements.....	23
Abbildung 11: Schematischer Ablauf des Strategieeinsatzes im Falle einer Störfallsituation .....	26
Abbildung 12: Zusammenhang zwischen Strategieentwicklung, Vernetzung und Strategierealisierung .....	28
Abbildung 13: Grundformen der Vernetzung .....	29
Abbildung 14: Szenariendefinition auf Basis einer beispielhaften, qualitativen Risikoeinschätzung ....	40
Abbildung 15: Chronologische Einordnung der Strategiebewertungen im Planungs- und Umsetzungsverlauf.....	42
Abbildung 16: Zusammenfassende Übersicht zur groben Abschätzung der Bewertungsanforderung und –ausrichtung .....	43
Abbildung 17: Abgrenzung von Bewertungs- und anderen Methoden .....	45
Abbildung 18: Qualitative Darstellung eines Szenarientrichters.....	46
Abbildung 19: Ziele des Bewertungsprozesses.....	47
Abbildung 20: Grad der Mathematisierung verschiedener Bewertungsmethoden.....	56
Abbildung 21: Prinzip der SWOT-Analyse .....	59
Abbildung 22: Qualitative Darstellung einer multikriteriellen Wirkungs- und Verträglichkeitsanalyse	64
Abbildung 23: Prinzip des Paarweisen Vergleichs.....	65
Abbildung 24: Rückkopplungsprozess von Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage.....	75
Abbildung 25: Übersicht internationaler Bewertungsverfahren und –kriterien.....	86
Abbildung 26: Grundprinzip von NISTRA .....	90
Abbildung 27: Übersicht und qualitative Einschätzung potentieller Bewertungsmethoden für die Strategiebewertung.....	93
Abbildung 28: Kriterienkategorien zur Bewertung von Strategien im dynamischen Straßenverkehrsmanagement.....	100
Abbildung 29: Qualitative Darstellung der Aktivierungsdauer mit und ohne prozessualer Überlagerung .....	115
Abbildung 30: System der Verkehrsbeeinflussung. ....	118



Abbildung 31: Grundsätzlicher Zusammenhang zwischen dem Risiko einer Störfallsituation, der Störfallkomplexität, der Strategiekomplexität und der Bewertungsanforderung.....	127
Abbildung 32: Einfluss der Strategiekomplexität und der Erfahrungswerte auf den Bewertungsprozess.....	129
Abbildung 33: Fiktive Zusammenstellung möglicher Maßnahmen für eine spezifische Störfallsituation .....	131
Abbildung 34: Beispielhafte Bildung von Strategiealternativen resultierend aus den Ergebnissen der Vorbewertung .....	136
Abbildung 35: Methodik der Vorbewertung im Rahmen der ex-ante Bewertung .....	137
Abbildung 36: Beispielhafte Darstellung eines SWOT-Verfahrens (links) und einer Argumentenbilanzierung (rechts) im Rahmen der Hauptbewertung.....	140
Abbildung 37: Darstellung der Methodik der nichtformalisierten Bewertungsausrichtung.....	142
Abbildung 38: Beispielhafte Darstellung eines Stärken-Schwächen-Profiles im Rahmen einer Hauptbewertung .....	144
Abbildung 39: Darstellung der Methodik der teilformalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung.....	147
Abbildung 40: Beispielhaftes Zielsystem zur Durchführung einer Nutzwertanalyse für Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements .....	151
Abbildung 41: Darstellung der Methodik der formalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung.....	153
Abbildung 42: Grundlegende Methodik der Hauptbewertung .....	154
Abbildung 43: Beispielhafte Auswahl einer Strategie resultierend aus den Ergebnissen der Hauptbewertung .....	156
Abbildung 44: Grundsätzliche Methodik der Zwischenbewertung.....	161
Abbildung 45: Grundsätzliche Methodik der ex-post Bewertung.....	170
Abbildung 46: QM Modulstruktur.....	174
Abbildung 47: Zusammenfassende Darstellung der Strategiebewertung .....	176
Abbildung 48: Beispielhafte Zuordnung von Problemkategorien, Maßnahmenkategorien und Systemen.....	A-1
Abbildung 49: Beispielhafte Zuordnung von Problemkategorien, Maßnahmenkategorien und dem Handlungsbedarf .....	A-2
Abbildung 50: Beispielhafte Darstellung der Systematik einer Nutzwertanalyse.....	A-20
Abbildung 51: Bewertung wirtschaftlicher Kriterien in ausgewählten Ländern.....	A-24
Abbildung 52: Bewertungsziele, -methoden und -kriterien im Rahmen des NISTRA-Verfahrens.....	A-25
Abbildung 53: Maßnahmen zur Reduzierung von verkehrsbezogenen Schadstoff- und Lärmemissionen .....	A-26

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Direkt und indirekte Beteiligte im dynamischen Straßenverkehrsmanagement. ....	19
Tabelle 2: Auswahl wesentlicher Prozesse und Produkte im Rahmen der Strategieplanung, -implementierung und des Strategiebetriebs .....	31
Tabelle 3: Zuordnung von planbaren und nicht planbaren Störfallereignissen und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten .....	34
Tabelle 4: Qualitative Risikoeinschätzung von Störfallsituationen. ....	39
Tabelle 5: Anforderungen an Bewertungsmethoden .....	49
Tabelle 6: Grundsätzliche Bestandteile verschiedener Methodenkategorien .....	57
Tabelle 7: Beispielhafte Darstellung einer Vorteil-Nachteil-Analyse .....	62
Tabelle 8: Beispielhafte Darstellung einer Paarvergleichsmatrix .....	65
Tabelle 9: Beispielhafte Darstellung einer Variantenüberprüfung im Rahmen des FAR.....	67
Tabelle 10: Beispielhafte Darstellung der Ermittlung einer Rangordnung.....	67
Tabelle 11: Beispielhafte Darstellung der Ermittlung von Nutzwertpunkten .....	70
Tabelle 12: Skaleneinteilung für den Analytical Hierarchy Process .....	71
Tabelle 13: Beispielhafte Darstellung eines paarweisen Vergleichs im Analytical Hierarchy Process....	71
Tabelle 14: Beispielhafte Darstellung von Strategiekonfliktmatrizen .....	78
Tabelle 15: Bewertungskomponenten der BVWP 2003 .....	81
Tabelle 16: Verfahrensspezifisches Zielsystem, dessen Messgrößen und die Verfahrensart in der StBe	83
Tabelle 17: Kernelemente internationaler Bewertungsverfahren .....	87
Tabelle 18: Übersicht ausgewählter internationaler Bewertungsverfahren.....	88
Tabelle 19: Zusammenstellung verkehrsrelevanter Bewertungskriterien.....	97
Tabelle 20: Qualitätskriterien für verschiedene Verkehrsanlagen .....	107
Tabelle 21: Ziele verschiedener Beteiligter dynamischer Verkehrsmanagementstrategien.....	116
Tabelle 22: Statische und dynamische Einflussfaktoren auf den Befolgungsgrad .....	119
Tabelle 23: Beispielhafte Anwendung der Vorteil-Nachteil-Analyse im Rahmen der Vorbewertung. .	134
Tabelle 24: Potentiell zu beteiligende Personen an der Zwischenbewertung.....	158
Tabelle 25: Beispielhafte Bewertung der Umsetzbarkeit einer Strategie im Rahmen der ex-post Bewertung .....	167
Tabelle 26: Beispielhafte Checkliste zur Durchführung der Zwischenbewertung.....	172
Tabelle 27: Einteilung der Ordinalskala. ....	A-3
Tabelle 28: Bewertungsmaske.....	A-3
Tabelle 29: Methodenanforderungen der verbal-argumentativen/intuitiven Bewertungsmethode. ....	A-4
Tabelle 30: Methodenanforderungen der Argumentenbilanzierung .....	A-5
Tabelle 31: Methodenanforderungen der SWOT-Analyse .....	A-6
Tabelle 32: Methodenanforderungen der Expertenbefragung.....	A-7
Tabelle 33: Methodenanforderungen der Öffentlichen Diskussion.....	A-8

Tabelle 34: Anforderungen der Anwaltsmethode .....	A-9
Tabelle 35: Methodenanforderungen der Vorteil-Nachteil-Analyse .....	A-10
Tabelle 36: Methodenanforderungen der Multikriteriellen Wirkungsanalyse .....	A-11
Tabelle 37: Methodenanforderungen der Verträglichkeitsanalyse und des Eliminationsverfahrens..	A-12
Tabelle 38: Methodenanforderung des paarweisen Vergleichs .....	A-13
Tabelle 39: Methodenanforderung des einfachen Rangordnungsverfahrens.....	A-14
Tabelle 40: Methodenanforderung des formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens ..	A-15
Tabelle 41: Methodenanforderung der Nutzen-Kosten-Analyse.....	A-16
Tabelle 42: Methodenanforderung der Wirksamkeits-Kosten-Analyse .....	A-17
Tabelle 43: Methodenanforderung der Nutzwertanalyse.....	A-18
Tabelle 44: Methodenanforderung des Analytical Hierarchy Processes.....	A-19
Tabelle 45: Beispielhafte Berechnung der Nutzenwerte im Rahmen einer NWA.....	A-21
Tabelle 46: Kriterien und Messgrößen zur Strategiebewertung .....	A-30
Tabelle 47: Beispielhafte Skaleneinteilung zur Bewertung der Umsetzbarkeit.....	A-32
Tabelle 48: Übersicht der Interviewpartner.....	A-33

## Abkürzungsverzeichnis

---

AEG	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft/Union
AHP	Analytical Hierarchy Process
ASTRA	Abteilung Straßeninfrastruktur
BFVIS	Bewertungsverfahren für verschiedene intermodale Straßenverkehrsmaßnahmen
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungspolitik
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BVWP	Bundesverkehrswegeplan / Bundesverkehrswegeplanung
DIN	Deutsches Institut für Normung
dWiSta	dynamischen Wegweisern mit integrierten Stauinformationen
EWS	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen
FAR	Formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FRUIT	Frankfurt Urban Integrating Traffic Management
FSS	Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik
GVFG	Gesetz über Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
HEATCO	Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment
IMPV	Intermodaler Personenverkehr
iQWiG	Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MKW	Multikriterielle Wirkungsanalyse
MMPV	Multimodaler Personenverkehr
MOP	Deutsches Mobilitätspanel
NISTRA	Nachhaltigkeitsindikatoren für Straßeninfrastrukturprojekte
NKA	Nutzen-Kosten-Analyse
NMIV	Nichtmotorisierter Individualverkehr
NWA	Nutzwertanalyse
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PIARC	Permanent International Association of Road Congresses Member Countries
RiLSA	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
StBe	Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im ÖPNV
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TASTe	Analysis and Development of Tools for Assessing Traffic Demand Management Strategies
UBA	Umweltbundesamt
WKA	Wirksamkeits-Kosten-Analyse
ZIV	Zentrum für integrierte Verkehrssysteme

## Anlagenverzeichnis

---

Anlage 1	Zuordnung von Problemen, Maßnahmen, Systemen und Handlungsbedarf .....	A-1
Anlage 2	Qualitative Methodenbewertung .....	A-3
Anlage 3	Beispielhafte Durchführung einer Nutzwertanalyse .....	A-20
Anlage 4	Beispielhafte Durchführung eines einfachen Analytical Hierarchy Process .....	A-22
Anlage 5	Bewertung wirtschaftlicher Kriterien im internationalen Vergleich .....	A-24
Anlage 6	Ziele, Bewertungsverfahren und Bewertungskriterien der NISTRA .....	A-25
Anlage 7	Maßnahmen zur Beeinflussung der Immissionsbelastung .....	A-26
Anlage 8	Kriterien und Messgrößen zur Strategiebewertung .....	A-27
Anlage 9	Beispielhafte Skaleneinteilung zur Bewertung der Umsetzbarkeit.....	A-31
Anlage 10	Experteninterviews.....	A-33
Anlage 11	Entwurf eines Leitfadens mit Anwendungsbeispiel.....	A-39



Problemkategorien	Maßnahmenkategorien																				
	ÖV				intermodal				multimodal				MIV								
witterungsbedingte Probleme		X		X	(X)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
veranstaltungs- und freizeitbedingte Probleme	X	X	(X)	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Energie-, Systemausfall (LSA, Straßenbahn, U-Bahn etc.)	X			X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Notfallsituation (Feuer, Bombenfund, Wasserrohrbruch etc.)	X	X	(X)	(X)	(X)	X	X	X	X		X	X	X	X	X	(X)	X	X	X	X	X
Engpässe im ÖV-Netz (Ausfälle, Störungen etc.)	X	X	(X)	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Engstellen im Straßennetz (Baustellen, Unfälle etc.)		X		(X)	(X)	(X)	X	X	X		X	X	X	X	X	(X)	X	X	X	X	X
Überlastung / Ausfall von Stellplätzen			(X)	(X)	(X)	(X)		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Überlastung im ÖV-Netz	X			X		X		(X)		(X)		X		X							
Überlastung im Straßennetz		X		(X)	(X)	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Verlagerung von Fahrgästen innerhalb des ÖV	Umlenkung von Fahrzeugen des ÖV	ÖV-Bevorzugung	Kapazitätsanpassung im ÖV	Sonderverkehr und Sonderhalte	Anschlussicherung im ÖV	Einsatz von Ersatzverkehren	Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl	Bereitstellung temporärer P+R-Flächen	finanzielle Maßnahmen	Freigabe / Nutzungsänderung von Verkehrsflächen	Verlagerung des Fahrtantrittszeitpunkts	Reparatur / Entstörung einleiten	Zustandsinformationen, ablenkende Maßnahmen	Umlenkung von Teilverkehrsströmen des MIV	Erhöhung der Leistungsfähigkeit des MIV	Regelung der Geschwindigkeit / des Fahrverhaltens im MIV	Zufahrtsregelung im MIV	Anpassung von Parkraum	Freihalten von Einsatzrouten	

**Legende:**  
 ÖV -Öffentlicher Verkehr  
 MIV -Motorisierter Individualverkehr  
 X -System grundsätzlich geeignet  
 (X) -System grundsätzlich geeignet, Anwendung in dieser Form aber kritisch

Abbildung 49: Beispielhafte Zuordnung von Problemkategorien, Maßnahmenkategorien und dem Handlungsbedarf (entnommen und grafisch modifiziert nach FGSV (2003), S. 17).

## Anlage 2 Qualitative Methodenbewertung

Die Bewertung bezieht sich in erster Linie auf **subjektive Einschätzungen** des Verfassers dieser Arbeit, welche aber auch im Rahmen von **Experteninterviews** diskutiert worden sind. Zudem fließen die Ergebnisse der **Literaturrecherche** in die Bewertung ein, welche im Rahmen der Methodenbeschreibung in Kapitel 3.2 bereits ausführlich dargestellt worden ist.

Die **Meta-Kriterien** (Anforderungen an eine Methode) zur Beurteilung der einzelnen Bewertungsmethoden sind ebenfalls im Hauptteil identifiziert worden und umfassen

- **Aufwand** (in finanzieller, personeller und zeitlicher Hinsicht),
- **Datenabhängigkeit**,
- **Verständlichkeit/Handhabbarkeit**,
- **Objektivität**,
- **Nachvollziehbarkeit/Transparenz**,
- **Zuverlässigkeit**,
- **Vergleichbarkeit**,
- **Genauigkeit/Aussagefähigkeit** sowie
- **Validität**.

Für die Bewertung wird eine **fünfstufige Skala** verwendet, da diese eine ausreichende Differenzierung erlaubt und nach Auffassung des Verfassers zugleich übersichtlich und transparent ist. Folgende in Tabelle 27 dargestellte Symbole und qualitative Wertzuweisungen werden verwendet:

qualitative Wertzuweisung	Symbol
sehr gut	++
gut	+
durchschnittlich	o
schlecht	-
sehr schlecht	--

Tabelle 27: Einteilung der Ordinalskala (eigene Darstellung).

Für die Bewertung ist die in Tabelle 28 dargestellte **Maske** entworfen worden. Neben der Evaluierung der einzelnen Meta-Kriterien wird zusätzlich ein kurzes **Fazit** über die jeweilige Methode gezogen.

Methode:	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
je geringer der Aufwand, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>	je verständlicher und handhabbarer die Methode, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
je höher die Objektivität, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>	je nachvollziehbarer und transparenter die Methode, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
je höher die Zuverlässigkeit, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>	je besser die Vergleichbarkeit, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
je genauer und aussagekräftiger die Methode, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>	je höher die Validität, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
je datenunabhängiger die Methode, desto besser die Bewertung <input type="text" value="Sym"/>	

Tabelle 28: Bewertungsmaske (eigene Darstellung).



Methode: Verbal-argumentative/Intuitive Methode	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Für die Bewertung sind keine Methodenelemente formal vorgeschrieben. Die Ausgestaltung der Methode kann damit flexibel und individuell gestaltet werden. Der Aufwand ist dementsprechend sehr gering.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und freien Gestaltungsmöglichkeiten sehr verständlich und handhabbar.
++	++
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen, ohne formal festgelegte Methodenbestandteile, ist die Objektivität sehr gering.	Aufgrund der subjektiven Wertungen, der flexiblen Ausgestaltungsmöglichkeiten ohne formal festgelegte Methodenbestandteile sowie der mangelnden Strukturierung ist die Nachvollziehbarkeit und Transparenz gegenüber Außenstehenden grundsätzlich sehr gering.
--	--
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders und dem Strategiekontext ab, kann aber aufgrund der intuitiv und subjektiv geprägten Bewertung als eher schwach beurteilt werden.	Weiterhin ist die Methode nicht gut geeignet, um verschiedene Alternativen zu klassifizieren und miteinander zu vergleichen, da dies auf rein subjektiver Basis geschieht.
-	-
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit ist aufgrund der fehlenden Formalisierung und der Abhängigkeit von der Expertise der bewertenden Personen als gering einzustufen.	Aufgrund der hohen Flexibilität und unverbindlichen Gestaltung ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
-	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Ein größerer Dateneingang ist für die Methoden nicht erforderlich. Eine Abhängigkeit ist somit nicht gegeben.	Die Methode zeichnet sich durch ihre einfache Handhabung und dem damit verbundenen geringen Aufwand aus. Zudem ist sie für praktisch alle Anwendungsfälle einsetzbar. Nachteilig sind die mangelnde Objektivität, die hohe Intransparenz und die geringe Zuverlässigkeit sowie Genauigkeit.
++	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 29: Methodenanforderungen der verbal-argumentativen/intuitiven Bewertungsmethode (eigene Darstellung).

<b>Methode: Argumentenbilanzierung</b>	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Für die Bewertung sind keine Methodenelemente formal vorgeschrieben. Die Ausgestaltung der Methode kann damit flexibel und individuell gestaltet werden. Da die Argumente sortiert werden müssen, ist der Grad der Strukturierung ein wenig höher. Folglich ist der Aufwand etwas größer als bei der verbal-argumentativen Methode.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und freien Gestaltungsmöglichkeiten sehr verständlich und handhabbar. Der etwas höhere Strukturierungsgrad durch die Argumentensortierung mindert die Verständlichkeit und Handhabbarkeit nicht.
+	++
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen, ohne formal festgelegte Methodenbestandteile, ist die Objektivität sehr gering. Dies wird auch durch die erhöhte Strukturierung mittels einer differenzierten Betrachtung nicht wesentlich verändert.	Aufgrund der subjektiven Wertungen, der flexiblen Ausgestaltungsmöglichkeiten, ohne formal festgelegte Methodenbestandteile, ist die Nachvollziehbarkeit gering. Jedoch sorgt die Strukturierung für eine verbesserte Nachvollziehbarkeit und Transparenz im Vergleich zur verbal-argumentativen Bewertung.
--	-
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders und dem Strategiekontext ab, kann aber aufgrund der intuitiv und subjektiv geprägten Bewertung als vergleichsweise schwach beurteilt werden.	Durch die Strukturierung ist eine gewisse Klassifikation gegeben, die auch die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Alternativen vereinfacht. Dennoch geschieht dies nach wie vor auf subjektiver Basis.
-	-
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit ist aufgrund der fehlenden Formalisierung und der Abhängigkeit von der Expertise der bewertenden Personen als gering einzustufen. Daran ändert auch die geringfügig höhere Strukturierung wenig.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
-	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Ein größerer Dateneingang ist für die Methoden nicht erforderlich. Eine Abhängigkeit ist somit nicht gegeben.	Die Methode zeichnet sich durch ihre einfache Handhabung und dem damit verbundenen geringen Aufwand aus. Zudem ist sie für praktisch alle Anwendungsfälle einsetzbar. Durch die differenzierte Betrachtung positiver und negativer Argumente ist die Methode in geringem Maße besser strukturiert und erhöht die Transparenz sowie die Nachvollziehbarkeit. Durch die subjektive Bewertung sind die Objektivität und die Zuverlässigkeit nach wie vor sehr gering.
++	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 30: Methodenanforderungen der Argumentenbilanzierung (eigene Darstellung).

Methode: SWOT-Analyse	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Für die Bewertung sind keine Methodenelemente formal vorgeschrieben. Die Ausgestaltung der Methode kann damit flexibel und individuell gestaltet werden. Allerdings ist der Grad der Strukturierung etwas höher, da alle vier Aspekte separat berücksichtigt werden sollen. Daher ist der Aufwand geringfügig größer als bei der verbal-argumentativen Methode und der Argumentenbilanzierung.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und freien Gestaltungsmöglichkeiten sehr verständlich und handhabbar. Der höhere Strukturierungsgrad mindert die Verständlichkeit und Handhabbarkeit nicht.
+	++
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen ist die Objektivität sehr gering. Daran ändert auch die erhöhte Strukturierung durch die Betrachtung der Stärken, Schwächen, Risiken und Chancen grundsätzlich wenig.	Aufgrund der subjektiven Wertungen, der flexiblen Ausgestaltungsmöglichkeiten ist die Nachvollziehbarkeit gering. Jedoch sorgt die Strukturierung für eine verbesserte Nachvollziehbarkeit und Transparenz im Vergleich zur verbal-argumentativen Bewertung und der Argumentenbilanzierung.
--	o
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders und dem Strategiekontext ab, kann aber aufgrund der intuitiv und subjektiv geprägten Bewertung als eher schwach beurteilt werden.	Durch die Strukturierung ist eine gewisse Klassifikation gegeben, die auch die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Alternativen vereinfacht. Dennoch geschieht dies wie zuvor auf rein subjektiver Basis.
-	-
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit ist aufgrund der fehlenden Formalisierung und der Abhängigkeit von der Expertise der bewertenden Personen als eher gering einzustufen. Daran ändert auch die erhöhte Strukturierung wenig.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
-	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Ein größerer Dateneingang ist für die Methoden nicht erforderlich. Eine Abhängigkeit ist somit nicht gegeben.	Die Methode zeichnet sich durch ihre einfache Handhabung und dem damit verbundenen geringen Aufwand aus. Zudem ist sie für praktisch alle Anwendungsfälle einsetzbar. Durch die separate Betrachtung der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken ist die Methode besser strukturiert und erhöht die Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Die subjektive Bewertung bedingt nach wie vor eine geringe Objektivität und Zuverlässigkeit.
++	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 31: Methodenanforderungen der SWOT-Analyse (eigene Darstellung).

Methode: Expertenbefragung	
<b>Aufwand</b> Die Ausgestaltung der Methode kann je nach Befragungsform flexibel und individuell gestaltet werden. Allerdings ist der Aufwand für Vorbereitung (Fragebogen, Gesprächsleitfaden Terminfindung, Einladung), Durchführung (Protokoll) und Nachbereitung (Auswertung) höher als bei den zuvor beschriebenen Methoden.  <i>Die Anwendung der Delphi-Methode würde den Aufwand <u>erheblich</u> steigern.</i>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b> Die Methode ist aufgrund der flexiblen und freien Gestaltungsmöglichkeiten sehr verständlich und handhabbar. Der höhere Aufwand mindert die Verständlichkeit und Handhabbarkeit nicht.  <i>Die Anwendung der Delphi-Methode würde die Verständlichkeit und Handhabbarkeit <u>erheblich</u> mindern.</i>
o	++
<b>Objektivität</b> Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen, ohne formal festgelegte Methodenbestandteile, ist die Objektivität sehr gering. Daran ändert auch die Befragung von Experten grundsätzlich wenig.  <i>Die Anwendung der Delphi-Methode kann die Objektivität durch gezieltes Nachfragen ggfs. noch weiter erhöhen.</i>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b> Aufgrund der subjektiven Wertungen durch die Experten ist die Nachvollziehbarkeit zunächst gering. Eine Strukturierung mittels Fragebögen, Gesprächsleitfäden, etc. kann diese erhöhen.  <i>Die Anwendung der Delphi-Methode kann die Nachvollziehbarkeit und Transparenz ggfs. noch weiter erhöhen.</i>
--	o
<b>Zuverlässigkeit</b> Die Zuverlässigkeit kann durch die Einholung von Meinungen ausgewiesener und erfahrener Experten gesteigert werden.  <i>Die Anwendung der Delphi-Methode kann die Zuverlässigkeit durch gezieltes Nachfragen ggfs. noch weiter erhöhen.</i>	<b>Vergleichbarkeit</b> Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist prinzipiell gegeben, basiert allerdings nur auf qualitativen und subjektiven Einschätzungen der Experten.  <i>Die Anwendung der Delphi-Methode kann die Vergleichbarkeit mutmaßlich kaum steigern.</i>
o	-
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b> Die Genauigkeit kann durch die gezielte Befragung von Experten gesteigert werden.  <i>Die Anwendung der Delphi-Methode kann die Genauigkeit durch gezieltes Nachfragen ggfs. noch weiter erhöhen.</i>	<b>Validität</b> Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.  <i>Dies gilt auch für die Delphi-Methode.</i>
o	++
<b>Datenabhängigkeit</b> Ein größerer Dateneingang ist für die Methoden nicht erforderlich. Eine Abhängigkeit ist somit nicht gegeben.	<b>Fazit</b> Die Methode kann je nach Befragungsform und Ausgestaltung vom Aufwand her recht unterschiedlich ausfallen. In der Regel sind einfache Befragungsformen bereits zielführend, gleichzeitig gut handhabbar und vielseitig einsetzbar. Durch die gezielte Befragung ausgewiesener Experten kann die Zuverlässigkeit und Genauigkeit erhöht werden, wenngleich durch die subjektive Bewertung des Befragten die Objektivität und Transparenz erheblich eingeschränkt sein können.  <b>Die <u>Expertenbefragung</u> ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement <u>geeignet</u>.</b>  <i>Der zu erwartende Mehrwert einer <u>Delphi-Befragung</u> rechtfertigt nicht den damit notwendigen Mehraufwand, sodass die Delphi-Methode <u>nicht</u> weiter berücksichtigt wird.</i>
++	

Tabelle 32: Methodenanforderungen der Expertenbefragung (eigene Darstellung).

Methode: Methode der öffentlichen Diskussion	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Die Ausgestaltung der Methode kann flexibel und individuell gestaltet werden. Allerdings kann der Aufwand für die Vorbereitung (Einladungen, Organisation), die Durchführung (lange Diskussionsrunden) und Nachbereitung (Protokolle, Benachrichtigung aller Teilnehmer) sehr hoch sein.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und freien Gestaltungsmöglichkeiten sehr verständlich und handhabbar. Der höhere Aufwand mindert die Verständlichkeit und Handhabbarkeit nicht.
-	++
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Die Objektivität kann durch die Darstellung der verschiedenen Ansichten der unterschiedlichen Interessengruppen in der Summe gesteigert werden, auch wenn die einzelnen Ansichten noch immer subjektiven Einflüssen unterliegen.	Aufgrund der direkten Beteiligung aller Interessensvertreter ist eine größtmögliche Transparenz und Nachvollziehbarkeit gegeben.
o	++
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit wird durch die Beteiligung verschiedener Interessengruppen nicht zwangsläufig gesteigert.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist prinzipiell gegeben, basiert allerdings nur auf qualitativen und subjektiven Einschätzungen der Beteiligten.
-	-
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit wird durch die Beteiligung verschiedener Interessengruppen nicht unbedingt gesteigert, da subjektive Interessensbekundungen anstelle von sachlichen Argumenten vorgetragen werden könnten. Durch die Beteiligung aller Interessengruppen und die Berücksichtigung verschiedener Meinungen besteht die Gefahr, keine geeignete Strategie zu finden.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
-	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Ein größerer Dateneingang ist für die Methoden nicht erforderlich. Eine Abhängigkeit ist somit nicht gegeben.	Die Methode zeichnet sich durch ihre einfache Handhabung jedoch mit erhöhtem Aufwand ab. Die Stärke liegt in der hohen Transparenz und Nachvollziehbarkeit durch die Beteiligung aller Interessengruppen. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit kann dadurch allerdings nicht wesentlich gesteigert werden. Sie ist für praktisch alle Anwendungsfälle einsetzbar. Bei vielen Beteiligten birgt die Methode die Gefahr von zu langwierigen und ineffizienten Diskussionen.
++	<b>Die Methode wird für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement <u>nicht weiter berücksichtigt.</u></b>

Tabelle 33: Methodenanforderungen der Öffentlichen Diskussion (eigene Darstellung).

Methode: Anwaltsmethode	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Für die Bewertung sind die Argumente für und ggfs. wider einer Strategie im Vorfeld in Form eines Plädoyers auszuarbeiten. Die Durchführung der Methode kann ohne größeren Aufwand vollzogen werden.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und einfachen Gestaltung recht verständlich und handhabbar.
+	+
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Die Objektivität ist grundsätzlich sehr gering, da die Deutungshoheit, ob Gegenargumente und alternative Strategien in dem Plädoyer integriert werden, zunächst bei dem Vortragenden und dessen subjektiver Entscheidung liegt.	Für Außenstehende kann es zunächst schwierig sein den Sachverhalt vollständig zu begreifen und Stärken und Schwächen zu identifizieren, da sie auf die Informationen des Vortragenden angewiesen sind. Allerdings besteht die Möglichkeit für Rückfragen.
--	-
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit ist durch die stark subjektiv ausgeprägte Methodenausrichtung und der hohen Abhängigkeit von dem Vortragenden stark eingeschränkt.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist prinzipiell gegeben, basiert jedoch nur auf der subjektiven Entscheidung des Vortragenden.
--	-
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit und Aussagefähigkeit ist durch die stark subjektiv ausgeprägte Methodenausrichtung und der hohen Abhängigkeit von dem Vortragenden stark eingeschränkt.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
--	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Ein größerer Dateneingang ist für die Methoden nicht erforderlich. Eine Abhängigkeit ist somit nicht gegeben.	Die Methode ist durch die stark subjektive Ausrichtung und der hohen Abhängigkeit von der Vortragenden Person gekennzeichnet. Zudem bietet sie im Vergleich zu den anderen nichtformalisierten Methoden keinen Mehrwert. Unter den befragten Experten ist die Methode zudem weitestgehend unbekannt.
++	<b>Die Methode wird für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement <u>nicht weiter berücksichtigt.</u></b>

Tabelle 34: Anforderungen der Anwaltsmethode (eigene Darstellung).

Methode: Vorteil-Nachteil-Analyse	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Für die Bewertung sind neben der Auswahl von Bewertungskriterien keine größeren Vor- oder Nachbereitungen notwendig. Die Durchführung der Methode ist etwas aufwendiger, da die ausgewählten Kriterien separat anhand einer qualitativen oder quantitativen Wertzuweisung bewertet werden müssen.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und einfachen Gestaltungsmöglichkeit sowie der einfachen Wertzuweisung sehr gut verständlich und handhabbar.
+	++
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen ist die Objektivität gering. Die dezidierte Betrachtung einzelner ausgewählter Kriterien sowie die qualitative oder quantitative Wertzuweisung können die Objektivität zu einem gewissen Grad steigern.	Die dezidierte Betrachtung und Bewertung verschiedener Kriterien ermöglicht eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit, da eine konkrete Wertzuweisung der einzelnen Kriterien ersichtlich wird.
o	o
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders und dem Strategiekontext ab, kann aber aufgrund der intuitiv und subjektiv geprägten Bewertung als eher schwach beurteilt werden. Die dezidierte Betrachtung einzelner ausgewählter Kriterien kann die Objektivität geringfügig steigern.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist prinzipiell gegeben, basiert jedoch auf der subjektiven Entscheidung der bewertenden Person. Durch das Vorhandensein ausgewählter Bewertungskriterien wird die Vergleichbarkeit allerdings vereinfacht.
-	o
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit ist aufgrund der Expertise der bewertenden Personen zwar zunächst gering. Die Berücksichtigung ausgewählter Kriterien sowie die qualitative oder quantitative Wertzuweisung können die Genauigkeit und Aussagefähigkeit allerdings steigern.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
o	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Ein größerer Dateneingang ist für die Methoden nicht erforderlich. Eine Abhängigkeit ist somit nicht gegeben.	Durch gute Handhabbarkeit, Verständlichkeit sowie einen vergleichbar geringen Aufwand weist diese Methode einige Vorzüge gegenüber anderen Methoden auf. Des Weiteren wird durch die dezidierte Betrachtung und Bewertung verschiedener Kriterien eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit ermöglicht, da eine konkrete Wertzuweisung der einzelnen Kriterien ersichtlich wird. Allerdings sind die Ermittlungsmethode und damit auch die Verlässlichkeit dieser Werte noch stark von der Expertise der bewertenden Person(en) abhängig.
++	<b>Die <u>Methode</u> ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 35: Methodenanforderungen der Vorteil-Nachteil-Analyse (eigene Darstellung).

Methode: Multikriterielle Wirkungsanalyse	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Für die Bewertung sind neben der Auswahl der Bewertungskriterien ggfs. Datenerhebungen und Datenauswertungen notwendig. Eine Transformation ist nicht notwendig. Die Durchführung der Methode ist etwas aufwendiger, da für die ausgewählten Kriterien qualitative oder quantitative Werte erhoben werden müssen.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und einfachen Gestaltungsmöglichkeit sowie der einfachen Wertzuweisung sehr gut verständlich. Aufgrund der steigenden Komplexität und des größeren Umfangs wird die Handhabbarkeit leicht eingeschränkt.
o	+
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen ist die Objektivität gering. Die dezidierte Betrachtung einzelner ausgewählter Kriterien sowie die qualitative oder quantitative Wertzuweisung können die Objektivität zu einem gewissen Grad steigern.	Die dezidierte Betrachtung und Bewertung verschiedener Kriterien ermöglicht eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit, da eine konkrete Wertzuweisung der einzelnen Kriterien ersichtlich wird. Die übersichtliche Darstellung durch ein Stärken-Schwächen-Profil erhöht die Transparenz zudem.
o	+
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders und dem Strategiekontext ab. Die dezidierte Betrachtung einzelner ausgewählter Kriterien kann die Zuverlässigkeit zu einem gewissen Grad steigern. Insbesondere wenn für wichtige Kriterien auch aussagekräftige Daten erhoben und in die Bewertung integriert werden.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist durch die Verwendung eines Stärken-Schwächen-Profiles gegeben, auch wenn keine quantitative Aggregation durchgeführt wird.
o	+
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit ist aufgrund der Expertise der bewertenden Personen zwar zunächst gering. Die Berücksichtigung ausgewählter Kriterien sowie die qualitative oder quantitative Wertzuweisung können die Genauigkeit und Aussagefähigkeit allerdings steigern. Besonders wenn für wichtige Kriterien auch aussagekräftige Daten erhoben und in die Bewertung integriert werden.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
o	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Eine gewisse Datenerhebung ist für die wichtigsten Kriterien sinnvoll, um genauere und zuverlässigere Ergebnisse zu erzielen. Die Abhängigkeit steigt somit zu einem gewissen Grad an.	Die Methode zeichnet sich durch die Berücksichtigung einer Vielzahl von Kriterien unter Beibehaltung der originären Mess- und Kenngrößen aus. Durch das Stärken-Schwächen-Profil werden zudem die Vergleichbarkeit und die Transparenz erhöht. Allerdings unterliegt die Bewertung, abgesehen von möglichen Datenerhebungen, weiterhin subjektiven Einflüssen, speziell bei qualitativen Wertzuweisungen. Es sind keine größeren mathematischen Operationen notwendig. Die Methode ist trotz der erhöhten Formalisierung gut verständlich und handhabbar. Die Datenabhängigkeit steigt jedoch im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Methoden.
o	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 36: Methodenanforderungen der Multikriteriellen Wirkungsanalyse (eigene Darstellung).



Methode: Verträglichkeitsanalyse und Eliminationsverfahren	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Für die Bewertung sind neben der Auswahl der Bewertungskriterien ggfs. Datenerhebungen und Datenauswertungen notwendig. Eine Transformation ist nicht notwendig. Die Durchführung der Methode ist etwas aufwendiger, da für die ausgewählten Kriterien qualitative oder quantitative Werte erhoben werden müssen. Zudem ist ein Anforderungsprofil zu definieren.	Die Methode ist aufgrund der flexiblen und einfachen Gestaltungsmöglichkeit sowie der einfachen Wertzuweisung sehr gut verständlich. Aufgrund der steigenden Komplexität und des größeren Umfangs wird die Handhabbarkeit leicht eingeschränkt.
-	+
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen ist die Objektivität gering. Die dezidierte Betrachtung einzelner ausgewählter Kriterien, die qualitative oder quantitative Wertzuweisung sowie die Definition eines Anforderungsprofils, können die Objektivität zu einem gewissen Grad steigern.	Die dezidierte Betrachtung und Bewertung verschiedener Kriterien ermöglicht eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit, da eine konkrete Wertzuweisung der einzelnen Kriterien ersichtlich wird. Die übersichtliche Darstellung durch ein Stärken-Schwächen-Profil sowie das Schaubild eines Anforderungsprofils erhöhen die Transparenz zudem.
o	+
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders und dem Strategiekontext ab. Die dezidierte Betrachtung einzelner ausgewählter Kriterien kann die Zuverlässigkeit zu einem gewissen Grad steigern. Insbesondere wenn für wichtige Kriterien auch aussagekräftige Daten erhoben und in die Bewertung integriert werden.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist durch die Verwendung eines Stärken-Schwächen-Profiles gegeben, auch wenn keine quantitative Aggregation erfolgt.
o	+
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit ist aufgrund der Expertise der bewertenden Personen zunächst gering. Die Berücksichtigung ausgewählter Kriterien sowie die qualitative oder quantitative Wertzuweisung können die Genauigkeit und Aussagefähigkeit steigern. Gerade wenn für wichtige Kriterien auch aussagekräftige Daten erhoben und in die Bewertung integriert werden. Die Definition eines Anforderungsprofils kann die Aussagefähigkeit zudem verbessern.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
+	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Eine gewisse Datenerhebung ist für die wichtigsten Kriterien sinnvoll, um genauere und zuverlässigere Ergebnisse zu erzielen. Die Abhängigkeit steigt somit zu einem gewissen Grad.	Die Methode zeichnet sich wie die multikriterielle Wirkungsanalyse durch die Berücksichtigung einer Vielzahl von Kriterien unter Beibehaltung der der originären Mess- und Kenngrößen aus. Durch das Stärken-Schwächen-Profil und die Definition eines Anforderungsprofils werden darüber hinaus die Vergleichbarkeit und die Transparenz sowie speziell die Aussagefähigkeit erhöht. Allerdings steigt durch die Definition des Anforderungsprofils der Aufwand zur Durchführung der Methode. Diese ist gut verständlich und handhabbar. Eine gewisse Datenabhängigkeit ist vorhanden.
o	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 37: Methodenanforderungen der Verträglichkeitsanalyse und des Eliminationsverfahrens (eigene Darstellung).

Methode: Paarweiser Vergleich	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Der Aufwand hängt bei dieser Methode davon ab, wie oft man sie wiederholt, um eine Rangliste zu erstellen bzw. wie viele Alternativen verglichen werden. Der Aufwand hängt zudem in hohem Maße davon ab, ob die Bewertung der einzelnen Kriterien qualitativ oder quantitativ erfolgt. Insgesamt kann der Aufwand jedoch als hoch eingeschätzt werden.	Die Methode ist verständlich, auch wenn es keine konkreten Hinweise gibt, wann eine Strategie einer anderen ‚überlegen‘ ist.
-	+
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Da nicht festgelegt wird, von wem die Bewertung durchgeführt wird, nach welchen Kriterien bewertet wird und wie die verschiedenen Alternativen verglichen werden (qualitativ oder quantitativ) ist die Objektivität gering.	Die Nachvollziehbarkeit und Transparenz sind als eher gering einzustufen, da nicht festgelegt wird, nach welchen Kriterien bewertet wird und wie die verschiedenen Alternativen miteinander verglichen werden (qualitativ oder quantitativ). Da ferner nicht alle Alternativen miteinander verglichen werden müssen, bekräftigt dies die Einstufung einer geringen Nachvollziehbarkeit und Transparenz.
-	-
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders und dem Strategiekontext ab. Durch die eher stark ausgeprägten subjektiven Einflüsse und aufgrund der flexiblen Gestaltungsmöglichkeiten der Kriterienauswahl und der Bewertung an sich, ist die Zuverlässigkeit als gering einzustufen.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist durch den direkten Vergleich gegeben. Jedoch werden zunächst nicht alle Alternativen miteinander verglichen.
-	+
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit und Aussagefähigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders, dem Strategiekontext, der Kriterienauswahl und der Art des paarweisen Vergleichs ab (qualitativ oder quantitativ). Durch die eher stark ausgeprägten subjektiven Einflüsse, die flexiblen Gestaltungsmöglichkeiten ist die Genauigkeit und Aussagefähigkeit als eher gering einzustufen.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
-	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Eine gewisse Datenerhebung ist für die wichtigsten Kriterien sinnvoll, um genauere und zuverlässigere Ergebnisse zu erzielen. Die Abhängigkeit steigt somit zu einem gewissen Grad.	In dieser Methode werden zunächst nicht alle Alternativen miteinander verglichen, so dass die Genauigkeit und Nachvollziehbarkeit gering sind. Da einzelne Alternativen durch das K.O. System nicht weiter berücksichtigt werden, tritt ein Informationsverlust ein, der ebenfalls negativ zu bewerten ist. Positiv sind die Vergleichbarkeit und die flexiblen Anwendungs- und Ausgestaltungsmöglichkeiten. Die Methode würde sich anbieten, wenn eine hohe Anzahl an Alternativen vorhanden wäre, was nach den Erkenntnissen der Experteninterviews im Regelfall nicht der Fall ist.
-	<b>Die Methode wird für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement <u>nicht weiter berücksichtigt.</u></b>

Tabelle 38: Methodenanforderung des paarweisen Vergleichs (eigene Darstellung).

Methode: Einfaches Rangordnungsverfahren	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Der Aufwand hängt bei dieser Methode davon ab, wie viele Alternativen verglichen werden, und ob die Bewertung der einzelnen Kriterien qualitativ oder quantitativ erfolgt. Insgesamt kann der Aufwand als relativ hoch angesehen werden.	Die Methode ist verständlich, auch wenn es keine konkreten Hinweise gibt, wann eine Strategie einer anderen ‚überlegen‘ ist.
o	+
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Es ist nicht festgelegt, nach welchen Kriterien und wie die verschiedenen Alternativen verglichen werden (qualitativ oder quantitativ). Aufgrund der intuitiven, erfahrungsabhängigen bzw. subjektiven Wertungen ist die Objektivität gering. Dafür werden alle Strategiealternativen berücksichtigt.	Da nicht festgelegt wird, nach welchen Kriterien bewertet wird und wie die verschiedenen Alternativen miteinander verglichen werden (qualitativ oder quantitativ), ist die Nachvollziehbarkeit und Transparenz als eher gering einzustufen. Des Weiteren wird nicht zwangsläufig ersichtlich, warum eine Strategie gegenüber einer anderen besser bewertet wird.
o	-
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders, dem Strategiekontext und der Kriterienauswahl ab. Durch die flexible Ausgestaltungsmöglichkeit und der anzunehmenden qualitativen Bewertungsausrichtung ist die Zuverlässigkeit als eher gering einzustufen.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist durch den direkten Vergleich aller Alternativen gegeben.
-	++
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit und Aussagefähigkeit hängen im starken Maße von der Expertise des Anwenders, dem Strategiekontext und der Kriterienauswahl ab. Durch die zunehmende qualitative und damit subjektive Bewertung ist die Genauigkeit und Aussagefähigkeit als eher gering einzustufen.	Aufgrund der hohen Flexibilität ist diese Methode nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt, sondern kann universell eingesetzt werden.
-	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Eine Datenerhebung ist für die Methode zwar sinnvoll, aber nicht zwingend vorgegeben.	In dieser Methode werden alle Alternativen miteinander verglichen. Die Methode ist verständlich und einfach durchzuführen. Da nicht festgelegt ist, nach welchen Kriterien der Vergleich erfolgt, mangelt es an Transparenz. Ebenso beeinträchtigt dies die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Methode. Die Vergleichbarkeit ist hingegen sehr gut möglich, da alle Alternativen miteinander verglichen werden.
+	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 39: Methodenanforderung des einfachen Rangordnungsverfahrens (eigene Darstellung).

<b>Methode: Formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren</b>	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Der Aufwand ist bei dieser Methode relativ hoch, da die einzelnen Kriterien jeder Strategiealternative miteinander verglichen werden. Zudem kann eine umfangreichere Datenerhebung und Aufbereitung notwendig sein.	Das Prinzip der Methode ist verständlich. Die Methode ist gut handhabbar und bedarf keines Fachwissens.
-	+
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Durch den direkten und übersichtlichen Kriterienvergleich verschiedener Alternativen kann die Objektivität gesteigert werden, insbesondere wenn dafür solide Mess- und Kenngrößen erhoben wurden.	Da alle Kriterien einer jeden Strategiealternative miteinander verglichen werden, ist die Methode relativ transparent und eine nachvollziehbare Entscheidungsfindung sollte dadurch gewährleistet sein.
o	+
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Durch den direkten Vergleich aller Kriterien verschiedener Alternativen kann die Zuverlässigkeit gesteigert werden. Insbesondere wenn für einzelne Kriterien konkrete Daten erhoben und verwendet werden.	Eine Vergleichbarkeit verschiedener Alternativen ist durch den ausgiebigen direkten Vergleich aller Alternativen gegeben.
o	++
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Die Genauigkeit und Aussagefähigkeit hängt im starken Maße von der Expertise des Anwenders, dem Strategiekontext und der Kriterienauswahl ab. Allerdings erhöht die Erhebung konkreter Daten für einzelne Kriterien die Genauigkeit und Aussagefähigkeit der Ergebnisse.	Durch die freie Auswahl der Bewertungskriterien lässt sich die Methode auf verschiedene Themen anwenden und ist nicht auf spezifische Anwendungsfälle beschränkt.
o	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Eine Datenerhebung ist für die Methode partiell sinnvoll, um die einzelnen Alternativen miteinander vergleichen zu können. Daher steigt die Datenabhängigkeit zu einem gewissen Grad.	In dieser Methode werden die Kriterien aller Alternativen miteinander verglichen. Die Methode ist verständlich und relativ einfach durchzuführen. Durch die Betrachtung einzelner Kriterien wird die Genauigkeit, Transparenz und Zuverlässigkeit erhöht. Jedoch sollten solide Mess- und Kenngrößen für die Bewertung verwendet werden, was den Aufwand und die Datenabhängigkeit erhöht.
o	<b>Die <u>Methode</u> ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 40: Methodenanforderung des formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens (eigene Darstellung).

Methode: Nutzen-Kosten-Analyse	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Die Methode ist recht aufwendig, da nicht nur Daten für die Bewertung erhoben, sondern diese auch noch monetarisiert werden müssen. Insbesondere die Monetarisierung des Nutzens kann mitunter Schwierigkeiten bereiten und ist streitbar, da den oftmals intagiblen Werten ein konkreter monetärer Wert zugeteilt werden muss.	Das Prinzip der Methode ist verständlich. Die Handhabbarkeit kann je nach Umfang der zu erhebenden Daten erschwert werden.
--	o
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Durch die Verwendung monetarisierter Messgrößen ist die Objektivität im Vergleich zu den vorigen Methoden groß. Jedoch wird nicht ersichtlich, wie und von wem die Messgrößen erhoben und die Monetarisierung des Nutzens vorgenommen wurde.	Der Nutzen-Kosten-Quotient bzw. die Nutzen-Kosten-Differenz erlauben es nicht, die Entscheidungsfindung nachzuvollziehen. Daher ist die Methode nur transparent, wenn die einzelnen Kosten- und Nutzelemente dargestellt werden.
+	o
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt in hohem Maße von der Datenqualität und der ordnungsgemäßen Durchführung der Methode ab. Der betrachtete Planungshorizont ist bei der Einstufung der Zuverlässigkeit ebenfalls zu beachten. Insgesamt sind trotz der Reduzierung subjektiver bzw. qualitativer Wertzuweisungen mit einigen Unsicherheiten zu rechnen.	Durch die Reduzierung des Ergebnisses auf eine Kennziffer sind verschiedene Alternativen leicht miteinander vergleichbar. Hingegen wird nicht direkt ersichtlich, in welchen Punkten sich die Alternativen genau unterscheiden.
o	+
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Bei ordnungsmäßiger Anwendung der Methode und umfangreicher Datenerhebung können genaue und aussagekräftige Ergebnisse erreicht werden. Bei der Monetarisierung des Nutzens sind allerdings Ungenauigkeiten nicht zu vermeiden.	Die Methode ist nur für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen einsetzbar. Andere verkehrsinduzierte Wirkungen oder die Umsetzbarkeit lassen sich damit nicht sinnvoll bewerten.
+	-
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Zur Durchführung der Methode sind umfangreiche Daten zu erheben. Die Datenabhängigkeit ist sehr hoch.	Die Methode ist ein bekanntes und probates Mittel zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit. Bei ordnungsgemäßer Anwendung und qualitativ hochwertiger Datenbasis können relativ objektive und genaue Ergebnisse erzielt werden. Allerdings sind die Datenabhängigkeit und der Aufwand zur Monetarisierung des Nutzens entsprechend hoch.
--	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 41: Methodenanforderung der Nutzen-Kosten-Analyse (eigene Darstellung).

Methode: Wirksamkeits-Kosten-Analyse	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Die Methode ist aufwendig, da die Kosten ermittelt und der Nutzen in Nutzwertpunkte transformiert werden muss. Jedoch ist keine aufwendige Monetarisierung des Nutzens notwendig.	Das Prinzip der Methode ist leicht verständlich. Die Handhabbarkeit kann je nach Umfang der zu erhebenden Daten und der zu transformierenden Werte erschwert werden.
-	0
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Durch die Verwendung von Mess- und Kenngrößen ist die Objektivität im Vergleich zu den vorigen Methoden groß. Jedoch wird nicht ersichtlich, wie und von wem die Mess- und Kenngrößen erhoben und die Monetarisierung des Nutzens vorgenommen wurde.	Der Wirksamkeits-Kosten-Quotient erlaubt es nicht unmittelbar, die Entscheidungsfindung nachzuvollziehen. Im Gegensatz zum Nutzen-Kosten-Quotienten kann kein direkter Rückschluss über die Wirtschaftlichkeit gezogen werden. Daher ist die Methode nur transparent, wenn die einzelnen Kosten- und Wirkungselemente dargestellt und erläutert werden.
+	0
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt in hohem Maße von der Datenqualität und der ordnungsgemäßen Durchführung der Methode ab. Der betrachtete Planungshorizont ist bei der Einstufung der Zuverlässigkeit ebenfalls zu beachten. Insgesamt sind trotz der Reduzierung subjektiver bzw. qualitativer Wertzuweisungen mit einigen Unsicherheiten zu rechnen.	Durch die Reduzierung des Ergebnisses auf eine Kennziffer sind verschiedene Alternativen leicht miteinander vergleichbar. Hingegen wird nicht direkt ersichtlich, in welchen Punkten sich die Alternativen genau unterscheiden.
0	+
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Bei ordnungsmäßiger Anwendung der Methode und umfangreicher Datenerhebung können genaue und aussagekräftige Ergebnisse erreicht werden. Da keine Monetarisierung des Nutzens notwendig ist, können Informationsverluste und Ungenauigkeiten vermieden werden.	Die Methode ist nur für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen einsetzbar. Andere verkehrsinduzierte Wirkungen oder die Umsetzbarkeit lassen sich damit nicht sinnvoll bewerten.
+	-
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Zur Durchführung der Methode sind umfangreiche Daten zu erheben. Die Datenabhängigkeit ist sehr hoch. Allerdings kann der Nutzen auch qualitativ anhand von Nutzwertpunkten bewertet werden.	Das Verfahren ist ebenfalls ein bekanntes und probates Mittel zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit. Bei ordnungsgemäßer Anwendung und qualitativ hochwertiger Datenbasis können relativ objektive und genaue Ergebnisse erzielt werden. Der Verzicht auf eine Monetarisierung des Nutzens macht das Verfahren einfacher und vielfältig einsetzbar.
-	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 42: Methodenanforderung der Wirksamkeits-Kosten-Analyse (eigene Darstellung).

Methode: Nutzwertanalyse	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Der Aufwand ist vergleichsweise hoch, da qualitative und quantitative Werte in Nutzwertpunkte transformiert werden müssen. Weiterhin müssen die Ziele bzw. Unterziele gewichtet und der Nutzen berechnet werden.	Das Prinzip der Methode ist verständlich. Die Handhabbarkeit kann durch die verschiedenen Arbeitsschritte und je nach Umfang der zu erhebenden Daten erschwert werden.
-	-
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Durch die Verwendung von Nutzwertpunkten und die Definition von Bewertungskriterien wird die Objektivität gesteigert. Die Gewichtung und Zuordnung von Nutzwertpunkten unterliegen aber dennoch subjektiven Einflüssen.	Der Nutzwert erlaubt es nicht unmittelbar, die Entscheidungsfindung nachzuvollziehen. Daher ist die Methode nur transparent und nachvollziehbar, wenn die einzelnen Teilergebnisse und Definitionen (Kriterien, Gewichtungen, Bewertungen) dargestellt und bestenfalls erläutert werden.
+	o
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Die Zuverlässigkeit hängt in hohem Maße von der Datenqualität und der ordnungsgemäßen Durchführung der Methode ab. Der hohe Formalisierungsgrad trägt dazu bei, die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Durch das Variieren der Gewichtungen kann zudem die Zuverlässigkeit getestet werden (Sensitivitätsanalyse).	Durch die Reduzierung des Ergebnisses auf eine Kennziffer sind verschiedene Alternativen leicht miteinander vergleichbar. Allerdings wird nicht direkt ersichtlich, in welchen Punkten sich die Alternativen genau unterscheiden.
+	+
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Bei ordnungsmäßiger Anwendung der Methode und umfangreicher Datenerhebung können genaue und aussagekräftige Ergebnisse erreicht werden.	Durch die Methode können alle Kriterienkategorien berücksichtigt und sie daher vielfältig eingesetzt werden.
+	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Für die Durchführung der Methode können ggfs. umfangreiche Daten zu erheben sein, was zu einer hohen Datenabhängigkeit führt.	Die Nutzwertanalyse lässt eine detaillierte Bewertung verschiedener Kriterien zu. Zudem erlaubt die Methode quantitative Gewichtungen vorzunehmen, was die Transparenz, Zuverlässigkeit und Genauigkeit erhöht. Der Aufwand zur Durchführung der Methode ist jedoch durch die vorgegebenen Methodenelemente entsprechend höher. Durch die Aggregation des Bewertungsergebnisses tritt jedoch ein Informationsverlust ein, welcher sich nachteilig auf die Transparenz auswirkt.
o	<b>Die Methode ist grundsätzlich für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement geeignet.</b>

Tabelle 43: Methodenanforderung der Nutzwertanalyse (eigene Darstellung).

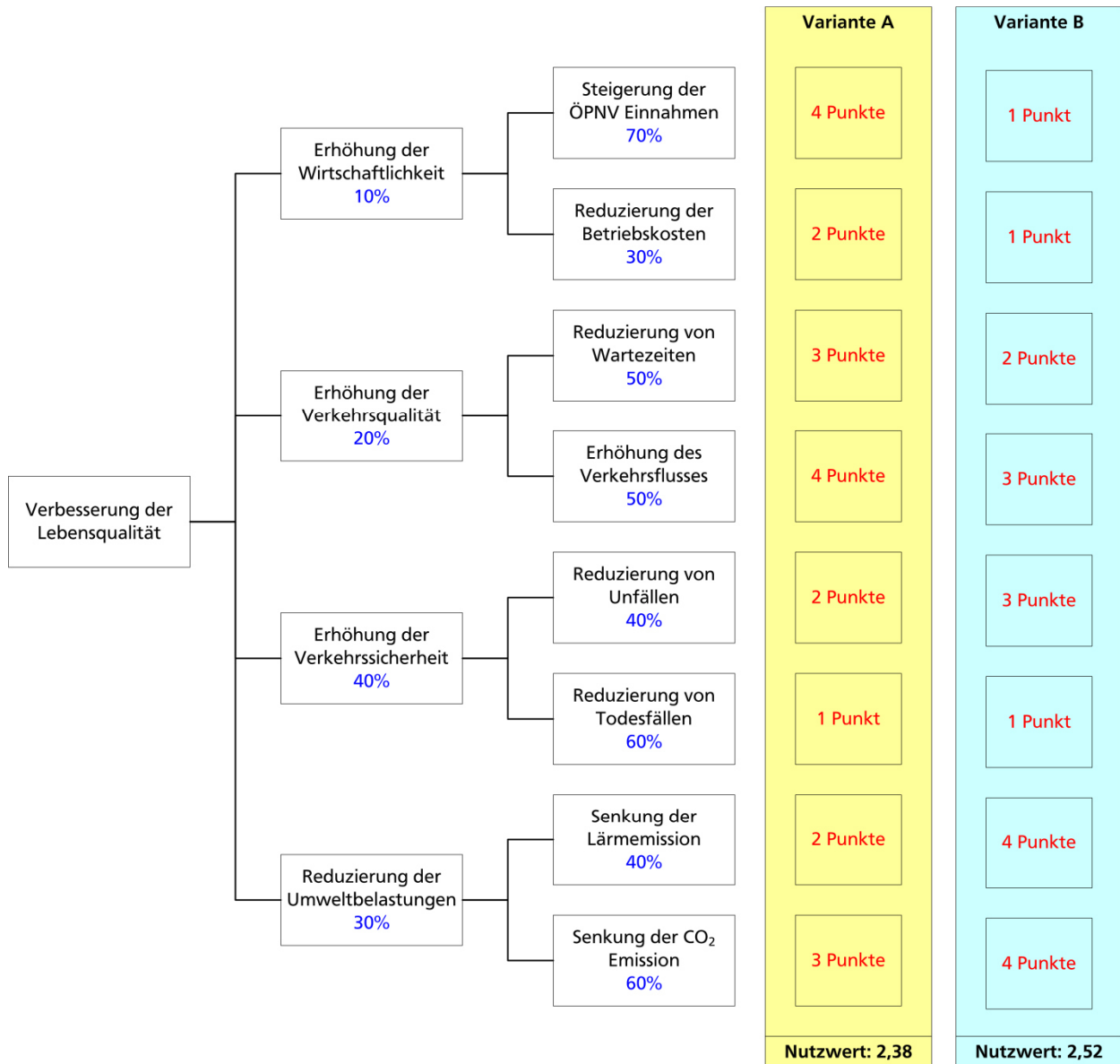
Methode: Analytical Hierarchy Process	
<b>Aufwand</b>	<b>Verständlichkeit und Handhabbarkeit</b>
Der Aufwand ist vergleichsweise hoch, da für die Methode quantitative Eingangsdaten benötigt und diese erhoben werden müssen. Ohne den Einsatz entsprechender Software ist der Rechenaufwand, insbesondere bei der Betrachtung vieler Kriterien, sehr hoch.	Die Methode ist nicht leicht verständlich und nur schwer handhabbar. Ohne den Einsatz von entsprechender Software ist die Methode nicht praktikabel.
-	--
<b>Objektivität</b>	<b>Nachvollziehbarkeit und Transparenz</b>
Abgesehen von der Eingabe der Eingangsdaten werden die folgenden Priorisierungen anhand von aufwendigen Rechenoperationen ermittelt. Die Objektivität ist daher sehr hoch.	Die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse und der Transparenz ist, bedingt durch die aufwendigen Rechenoperationen und/oder durch den Einsatz von Software, sehr gering.
++	--
<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>Vergleichbarkeit</b>
Bei korrekter Dateneingabe können die Ergebnisse als relativ zuverlässig angesehen werden. Es ist zudem leicht möglich durch die Variation der Eingangsparameter eine Sensitivitätsanalyse durchzuführen, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen.	Die Methode lässt eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Alternativen zu, wengleich dieser durch EDV-Programme durchgeführt wird.
+	+
<b>Genauigkeit und Aussagefähigkeit</b>	<b>Validität</b>
Bei ordnungsmäßiger Anwendung der Methode und umfangreicher Datenerhebung können genaue und aussagekräftige Ergebnisse erreicht werden.	Durch die Methode können alle Kriterienkategorien berücksichtigt und sie kann daher vielfältig eingesetzt werden.
+	++
<b>Datenabhängigkeit</b>	<b>Fazit</b>
Ohne einen fundierten Dateneingang ist die Methode ungeeignet. Aus diesem Grund ist die Datenabhängigkeit sehr hoch.	Die Methode hat ihre Stärken in der Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Objektivität, da die aufwendigen Rechenoperationen ohne individuelle Eingriffe seitens der bewertenden Person(en) geschieht. Allerdings ist die Methode sehr intransparent, schwer handhabbar und recht aufwendig. Ohne den Einsatz von Software ist die Methode bei der Vielzahl an Kriterien kaum praktikabel. Insgesamt scheint der Nutzen im Vergleich zum Aufwand nicht verhältnismäßig.  <b>Die Methode wird für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement <u>nicht weiter berücksichtigt</u>.</b>
--	

Tabelle 44: Methodenanforderung des Analytical Hierarchy Processes (eigene Darstellung).



**Anlage 3 Beispielhafte Durchführung einer Nutzwertanalyse**

Dem Oberziel ‚Verbesserung der Lebensqualität‘ sind auf der zweiten Zielebene die vier Zielkategorien ‚Erhöhung der Wirtschaftlichkeit‘, ‚Erhöhung der Verkehrsqualität‘, ‚Erhöhung der Verkehrssicherheit‘ und ‚Reduzierung der Umweltbelastungen‘ zugeordnet worden. Die Summe der Zielgewichtungen auf dieser Zielebene beträgt, wie in Kapitel 3.2.3.4 beschrieben, 100 %. Der zweiten Zielebene schließt sich eine dritte Zielebene an, welche die Oberziele weiter spezifiziert. Die Summe der Einzelgewichtungen für jede Verzweigung innerhalb dieser dritten Zielebene beträgt erneut 100%. Schließlich erfolgt die Bewertung von zwei fiktiven Alternativen auf Grundlage des Beitrags zur Zielerreichung auf der untersten, in diesem Fall der zweiten, Zielebene. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung 50 veranschaulicht.



**Variante A:**  
Dynamische ÖPNV-Priorisierung bei gleichzeitiger Koordinierung in den Spitzenstunden

**Variante B:**  
Temporäre Lkw-Durchfahrtsverbote bei gleichzeitiger Pfortnerung an den Zufahrtsstraßen in den Spitzenstunden

Abbildung 50: Beispielhafte Darstellung der Systematik einer Nutzwertanalyse (eigene Darstellung)

Die Berechnung der Werte für den jeweiligen Einzelnutzen für die unterste Zielebene geschieht durch Multiplikation der Nutzenpunkte mit der korrespondierenden Gewichtung. Beispielsweise ergibt sich für die Steigerung der ÖPNV Einnahmen ein Teilnutzenwert für Alternative A von

$$0,7 \times 4 = 2,8.$$

Für die Reduzierung der Betriebskosten ergibt sich für Alternative A ein Wert von

$$0,3 \times 2 = 0,6.$$

Die Teilnutzenwerte der zweiten Zielebene berechnen sich durch Addition der dazugehörigen Einzelnutzenwerte. Für die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit beziffert sich für Alternative A der Teilnutzenwert auf

$$2,8 + 0,6 = 3,4.$$

Der Gesamtnutzen errechnet sich letztlich durch die Multiplikation der Teilnutzenwerte mit den entsprechenden Gewichtungen und anschließender Addition gemäß der Formel:

$$N = \sum_{j=1}^m g_j \times n_j$$

$N = \text{Gesamtnutzen}$

$m = \text{Anzahl der Teilnutzen}$

$n = \text{Zielertrag (des entsprechenden Teilnutzens)}$

$g = \text{Gewichte (des entsprechenden Teilnutzens)}$

Für die Alternativen A und B ergeben sich somit die folgenden Nutzenwerte:

$$N_A = 0,1 \times 3,4 + 0,2 \times 3,5 + 0,4 \times 1,4 + 0,3 \times 2,6 = 2,38 \text{ und}$$

$$N_B = 0,1 \times 1,0 + 0,2 \times 2,5 + 0,4 \times 1,8 + 0,3 \times 4,0 = 2,52.$$

Das Beispiel zeigt, dass die Alternative B, bedingt durch die gewählten Gewichtungen, den größeren Nutzenwert erzielt und aus diesem Grund präferiert wird, obwohl die Alternative A in mehreren Kriterien besser abschneidet als Variante B (Variante A ist in vier Kriterien der Variante B überlegen, in drei unterlegen und in einem Kriterium werden beiden Varianten die gleiche Zielerreichung zugeschrieben). Das gesamte Berechnungstableau ist in der folgenden Tabelle 45 dargestellt.

Teil-gewichtung	Einzel-gewichtung	Variante A				Variante B			
		Bewertung	Einzel-nutzen	Teil-nutzen	Gesamt-nutzen	Bewertung	Einzel-nutzen	Teil-nutzen	Gesamt-nutzen
10%	70%	4	2,8	3,4	2,38	1	0,7	1	2,52
	30%	2	0,6			1	0,3		
20%	50%	3	1,5	3,5		2	1	2,5	
	50%	4	2			3	1,5		
40%	40%	2	0,8	1,4		3	1,2	1,8	
	60%	1	0,6			1	0,6		
30%	40%	2	0,8	2,6		4	1,6	4	
	60%	3	1,8			4	2,4		

Tabelle 45: Beispielhafte Berechnung der Nutzenwerte im Rahmen einer NWA (eigene Darstellung).

**Anlage 4 Beispielhafte Durchführung eines einfachen Analytical Hierarchy Process**

Zunächst sind Daten und Einschätzungen für die einzelnen Kriterien und für jede Strategiealternative zu erheben. Optional können im Vorfeld auch Ausschlusskriterien definiert werden, anhand derer unzulässige Alternativen unmittelbar ausgeschlossen werden können. In diesem Beispiel wird Alternative D aufgrund der zu hohen Kosten nicht weiter betrachtet.<sup>16</sup>

Kriterium	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	KO-Kriterien
Kosten (€)	20.000 €	30.000 €	40.000 €	65.000 €	50.000 €
Akzeptanz	Hoch	mittel	sehr hoch	sehr hoch	Keine
Aktivierungsdauer (min)	40 min.	20 min.	15 min.	10 min.	> 60 min.
Teilergebnis:	-	-	-	entfällt	Var. D

Im nächsten Schritt werden die Kriterien untereinander gewichtet. Beispielsweise wird die Aktivierungszeit als wichtiger erachtet als die Kosten, was durch den Faktor 3 zum Ausdruck gebracht werden soll. Weiterhin sind die Spaltensummen der Verhältniszahlen für jedes Kriterium zu ermitteln.

Kriterium	Kosten (€)	Akzeptanz	Aktivierungsdauer (min)
Kosten (€)	-	2	3
Akzeptanz	1/2	-	1
Aktivierungsdauer (min)	1/3	1	-
Summe	0,833	3	4

Daraufhin werden die Werte auf die Spaltensumme 1 skaliert. Dadurch ergibt sich die prozentuale Gewichtung der einzelnen Kriterien.

Kriterium	Kosten	Akzeptanz	Aktivierungsdauer	Summe	Gewichtung
Kosten (€)	-	0,67	0,75	1,42	0,474
Akzeptanz	0,6	-	0,25	0,85	0,283
Aktivierungsdauer (min)	0,4	0,33	-	0,73	0,243
Summe	1	1	1	3	1

Das gleiche Vorgehen wird nun auf jedes einzelne Kriterium angewandt. Zunächst sind die Relationen der einzelnen Ausprägungen für jede Strategiealternative pro Kriterium zu bestimmen. Beispielsweise sind die Kosten der Alternative C doppelt so hoch wie die der Alternative A. Aus diesem Grund wird die Variante A im Verhältnis zur Variante C doppelt so hoch bewertet (Faktor 2). Für das Kriterium Kosten sind die Spaltensummen für jede Alternative zu berechnen.

Kriterium Kosten	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Alt. A	-	3/2	2
Alt. B	2/3	-	4/3
Alt. C	0,5	3/4	-
Summe	1,167	2,25	3,33

Um die Gewichtungen der einzelnen Alternativen bezüglich der Ausprägungen des Kriteriums ‚Kosten‘ zu generieren, werden die Zahlenwerte skaliert, so dass sich die Spaltensumme 1 ergibt.

Kriterium Kosten	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Summe	Gewichtung
Alt. A	-	0,67	0,6	1,27	0,424
Alt. B	0,57	-	0,4	0,97	0,323
Alt. C	0,43	0,33	-	0,76	0,253
Summe	1	1	1	3	1

<sup>16</sup> Auf eine Beschriftung der Tabellen ist aufgrund der untergeordneten Relevanz der einzelnen Tabellen, welche nur zur Unterstützung der Erläuterungen dienen, bewusst verzichtet worden.

Analog zu den Kosten werden die Relationen der einzelnen Ausprägungen für das Kriterium ‚Akzeptanz‘ ermittelt.

Kriterium Akzeptanz	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Alt. A	-	4/3	4/5
Alt. B	3/4	-	3/5
Alt. C	5/4	5/3	-
<b>Summe</b>	2,0	3,0	1,4

Um die Gewichtungen der einzelnen Alternativen bezüglich der Ausprägungen des Kriteriums ‚Akzeptanz‘ zu erhalten, werden die Zahlenwerte skaliert, so dass sich die Spaltensumme 1 ergibt.

Kriterium Akzeptanz	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Summe	Gewichtung
Alt. A	-	0,444	0,571	1,015	0,338
Alt. B	0,375	-	0,429	0,804	0,268
Alt. C	0,625	0,556	-	1,181	0,394
<b>Summe</b>	1	1	1	3	1

Schließlich sind die Relationen der einzelnen Ausprägungen für das Kriterium ‚Aktivierungsdauer‘ zu berechnen.

Kriterium Aktivierungsdauer	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Alt. A	-	0,5	0,375
Alt. B	2,0	-	0,75
Alt. C	2,667	1,333	-
<b>Summe</b>	4,667	1,833	1,125

Um die Gewichtungen der einzelnen Alternativen bezüglich der Ausprägungen des Kriteriums ‚Aktivierungsdauer‘ zu generieren, werden die Zahlenwerte skaliert, so dass sich die Spaltensumme 1 ergibt.

Kriterium Aktivierungsdauer	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Summe	Gewichtung
Alt. A	-	0,273	0,333	0,606	0,202
Alt. B	0,429	-	0,667	1,096	0,365
Alt. C	0,571	0,727	-	1,298	0,433
<b>Summe</b>	1	1	1	3	1

Im letzten Schritt werden die Gewichtungen der einzelnen Kriterien mit den Gewichten der jeweiligen Kriterienausprägungen einer Alternative multipliziert und summiert. Im Ergebnis schneidet Alternative A am besten ab, gefolgt von Alternative C und Alternative B. Die Zahlen zeigen allerdings, dass die Unterschiede sehr gering sind und eine Entscheidung zugunsten der Alternative A auf Basis dieser Ergebnisse sehr unsicher erscheint.

Kriterien	Gewicht (g)	Alt <sub>A</sub>	Alt <sub>A</sub> *g	Alt <sub>B</sub>	Alt <sub>B</sub> *g	Alt <sub>C</sub>	Alt <sub>C</sub> *g
Kosten	0,474	0,424	0,201	0,323	0,153	0,253	0,120
Akzeptanz	0,283	0,338	0,096	0,268	0,076	0,394	0,112
Aktivierungsdauer	0,243	0,202	0,049	0,365	0,089	0,433	0,105
<b>Summe</b>			0,346		0,318		0,337
<b>Rangordnung</b>			1		3		2

**Anlage 5 Bewertung wirtschaftlicher Kriterien im internationalen Vergleich**



Abbildung 51: Bewertung wirtschaftlicher Kriterien in ausgewählten Ländern (zusammengestellt aus PIARC (2004), S. 43ff.).

Anlage 6 Ziele, Bewertungsverfahren und Bewertungskriterien der NISTRA

Oberziel	Teilziel	Indikator	Einheit	Verfahren	
Gesellschaft	G1 Grundversorgung sicherstellen	G11 Landesweite Grundversorgung sicherstellen	Personenminuten		
		G12 Rücksicht auf Menschen mit einem erschwerten Zugang zum Verkehr nehmen und Situation der Fußgänger und Velofahrenden verbessern	Punkte		
		G122 Attraktivität des Veloverkehrs	Punkte		
		G123 Angebotene Fahrzeugkilometer in behinderungsgerechten Fahrzeugen des ÖV	CHF / Jahr		
		G21 Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen schützen	CHF / Jahr		
	G2 Gesellschaftliche Solidarität fördern	G22 Unabhängigkeit, Individualität, Selbstverantwortung erhalten und fördern	G221 Angebot des öffentlichen Verkehrs	CHF / Jahr	
		G23 Sozialverträgliches Verhalten der beteiligten Partner	G231 Anstellungsbedingungen im Verkehrsbereich	CHF / Jahr	
		G24 Beitrag zur Förderung des Erhalts und der Erneuerung wohlhabender Siedlungen in den urbanen Räumen und Zentren des ländlichen Raums	G241 Wohnlichkeit in den urbanen Räumen und Zentren des ländlichen Raums	Punkte	
		G25 Kosten und Nutzen fair verteilen	G251 Räumliche Verteilungseffekte	Qualitativ beschreibend	
		G3 Akzeptanz, Partizipation und Koordination sicherstellen	G311 Den betroffenen Akteuren ausreichende Mitwirkungsmöglichkeiten gewähren	G312 Grad der Abstimmung mit der Siedlungsplanung	Punkte
Wirtschaft	W1 Gutes Verhältnis von direkten Kosten und Nutzen schaffen	W111 Baukosten	CHF / Jahr		
		W112 Ersatzinvestitionen	CHF / Jahr		
		W113 Landkosten	CHF / Jahr		
		W114 Betriebs- und Unterhaltskosten Straße	CHF / Jahr		
		W115 Auswirkungen auf ÖV	CHF / Jahr		
		W116 Finanzierungskosten	CHF / Jahr		
		W121 Reisezeitveränderungen	Personenstunden / Jahr		
		W122 Veränderung der Zuverlässigkeit	CHF / Jahr		
		W123 Betriebskosten Fahrzeuge	CHF / Jahr		
		W124 Nettonutzen des Mehrverkehrs	CHF / Jahr		
	W2 Direkte Nutzen des Vorhabens maximieren (Jahresnutzen)	W125 Veränderung der MVST-Einnahmen im ÖV	CHF / Jahr		
		W126 Ausbaustandard/Fahrkomfort	Fahrzeugkilometer / Jahr		
		W127 Einnahmen aus Treibstoffsteuer und Maut im Mehrverkehr	CHF / Jahr		
		W128 Einnahmen aus Treibstoffsteuer und Maut im Stammverkehr	CHF / Jahr		
		W131 Realisierungszeit	Qualitativ beschreibend bzw. Jahre		
		W132 Bautechnisches Risiko	Qualitativ beschreibend		
		W133 Etappierbarkeit	Qualitativ beschreibend		
		W211 Attraktivitätsmaß basierend auf Reisezeitveränderungen	Punkte		
		W221 Einwohnergewichtete Reisezeit zwischen Zentrumsstädten	Punkte		
		W231 Vor- und Nachteile aus der verbesserten Erschließung	Qualitativ beschreibend		
W3 Eigenwirtschaftlichkeit erreichen	W241 Innovationseffekte in der Bauwirtschaft bzw. im Verkehrsbereich	Qualitativ beschreibend			
	W311 Selbstfinanzierungsgrad ohne externe Kosten	CHF / Jahr			
	W312 Selbstfinanzierungsgrad inkl. externe Kosten	CHF / Jahr			
	U11 Luftbelastung	Tomten PM10 / Jahr			
	U121 Übermäßig lärmbelastete Personen am Wohnort	CHF / Jahr			
	U122 Übermäßig belastete Flächen in Schutz- und Erholungsgebieten	Hektar			
	U131 Bodenversiegelung	Hektar			
	U141 Zerschneidungseffekte außerhalb des Siedlungsgebietes	Punkte			
	U142 Landschafts- und Ortsbild	Punkte			
	U151 Beeinträchtigungen von Gewässern	Fahrzeugkilometer TGG / Jahr			
U2 Atmosphärische Umweltbelastungen senken	U211 Klimaeffekt Treibhausgas-Emissionen	Tomten CO2 / Jahr			
	U22 Ozonschicht erhalten	CHF / Jahr			
	U31 Verbrauch nicht-erneuerbarer Energieträger senken	MWh / Jahr			
	U32 Abbau natürlicher Ressourcen vermeiden	Kubikmeter			
	U33 Externe Kosten des Energieverbrauchs durch den Betrieb der Infrastruktur	CHF / Jahr			

\*\* Dieser Indikator ist nur für die Bildung von Teilbilanzen relevant.  
 \*\*\* Da der angenommene Indikator auf der Ebene einzelner Strasseninfrastrukturprojekten irrelevant bzw. nicht aussagekräftig ist, wird auf eine Anwendung von NISTRA verzichtet

NKA  
 GWUP  
 DES

Abbildung 52: Bewertungsziele, -methoden und -kriterien im Rahmen des NISTRA-Verfahrens (eigene Darstellung basierend auf ASTRA (2003), S. 8ff.).

**Anlage 7 Maßnahmen zur Beeinflussung der Immissionsbelastung**

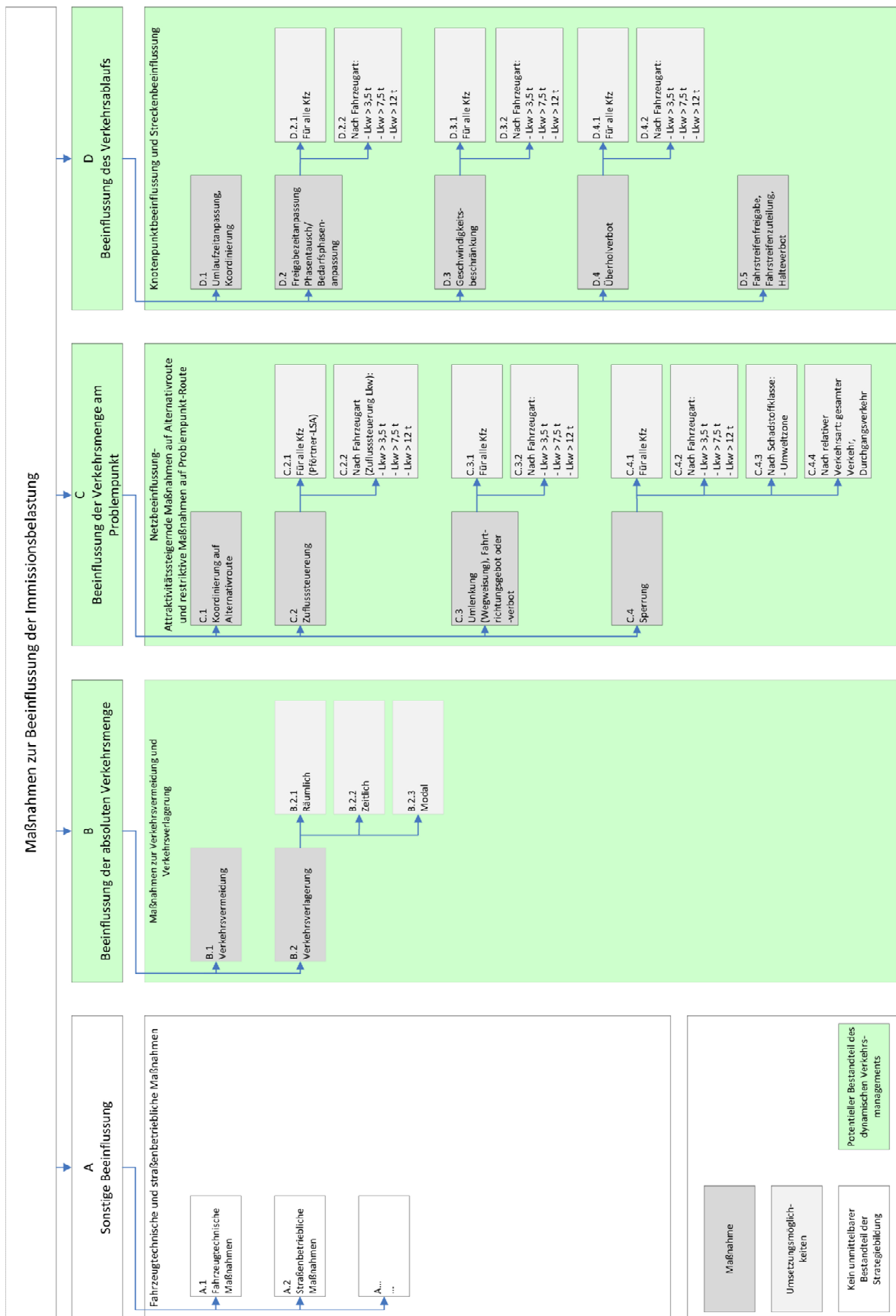


Abbildung 53: Maßnahmen zur Reduzierung von verkehrsbezogenen Schadstoff- und Lärmemissionen (vgl. Balluff/Krüger (2012), S. 2 der Anlage).

## Anlage 8 Kriterien und Messgrößen zur Strategiebewertung

Kriterien-kategorien	Kriterien-gruppen	Kriterien	Messgröße
verkehrsinduzierte nicht-monetäre Wirkungen	Umwelt und Umfeld	CO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup> (g/km)
		CO	µg/m <sup>3</sup> (g/km)
		NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup> (g/km)
		SO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup> (g/km)
		PM <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup> (g/km)
		Lärm	db(A)
		Flächenverbrauch/ -nutzung	km <sup>2</sup> , ha
		Erschütterung	dB <sub>v</sub>
		Wohn- und Standortqualität	Mietpreise (€)
		Energieverbrauch	J, l, t
	Verkehrssicherheit	Unfall mit Getöteten	Anzahl Personen
		Unfall mit Schwerverletzten	Anzahl Personen
		Unfall mit Leichtverletzten	Anzahl Personen
		schwerwiegender Unfall mit Sachschaden	Anzahl Unfälle / Kosten durch Sachschaden
		sonstige Schadensunfälle unter Einfluss berauschender Mittel und	Anzahl Unfälle / Kosten durch Sachschaden
		sonstige Schadensunfälle ohne Einfluss berauschender Mittel	Anzahl Unfälle / Kosten durch Sachschaden
		Unfallsschwere	mittlere Anzahl an Verunglückten je 100 Unfälle
		Unfalldichte	Häufigkeit von Unfällen in einem definierten Zeitraum
		Unfallkostendichte	durchschnittlichen Kosten/Jahr/1 km eines Straßenabschnittes
		Unfallrate	durchschnittliche Anzahl der Unfälle/ Straßenabschnitt /einer Million Kfz-km
	Verkehrsqualität und Mobilität	Unfallkostenrate	Kosten durch Straßenverkehrsunfälle/ Streckenabschnitt/Fahrleistung von 1.000 Kfz-km
		Auslastungsgrad	q/C
		Verkehrsdichte	-
		mittlere Wartezeit	s
		Beförderungsgeschwindigkeit	km/h
		Störungswahrscheinlichkeit	Prozent
		mittlere Ein-/ Ausfahrtdauer	s
		Fahrzeugdurchsatz	Fz/h
		mittlere Verkehrsleistung	km/Fz
		mittlere Dichte	Fz/km
		mittlere Geschwindigkeit	km/h
		mittlere Reisezeit	min/Fz
		mittlere Wegelänge	km
		Anzahl der Staukilometer	Strecken-km
		Mobilitätsrate/Wegehäufigkeit	Anzahl der Wege pro Person und Tag
		Mobilitätsstreckenbudget/Reiseweiten	Summe der Wegelängen pro Person und Tag
Mobilitätszeitbudget	Zeitaufwand aller Reisen pro Person und Tag		

Fortsetzung auf nächster Seite.



Wirtschaftliche Wirkungen	Kosten	Investitionskosten	Geldeinheiten
		Betriebskosten	Geldeinheiten
		Instandhaltungs- und Verschleißkosten	Geldeinheiten
		Personalkosten	Geldeinheiten
		Kosten für den Einsatz von Rettungskräften, Straßenmeistereien und Ersatzverkehren	Geldeinheiten
		Finanzierungskosten	Geldeinheiten
		Fahrzeugbetriebskosten	Geldeinheiten
		Transportkosten im Güterverkehr	Geldeinheiten
		Opportunitätskosten	Geldeinheiten
		Grenzkosten	Geldeinheiten
	Nutzen	Veränderung der Betriebskosten	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Unfallzahlen/ Unfallkosten	Personenschäden, Sachschäden, Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung Lärmbelastung	db(A), Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung Erschütterungsbelastung	dB <sub>v</sub> , Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Belastung von Luftschadstoffen	µg/m <sup>3</sup> (g/km), Geldeinheiten
		Veränderung der Klimabelastung	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung von Nutzergebühren und Erlösen	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Erreichbarkeit	s, min, km/h, Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Fahrzeiten	s, min, Prozent, Geldeinheiten
		Verbilligung von Beförderungsvorgängen	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Transportkosten	Prozent, Geldeinheiten
		Kosten durch Schädigung der Gesundheit, Vegetation und Gebäude,	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Wirkung des induzierten Verkehrs	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Flächenverfügbarkeit und Flächennutzung	km <sup>2</sup> , ha, Prozent, Geldeinheiten
		Grenznutzen	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung Auslastungsgrad	q/C, Prozent
		Veränderung Verkehrsdichte	-, Prozent
		Veränderung mittlere Wartezeit	s, Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung Beförderungsgeschwindigkeit	km/h, Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung Störungswahrscheinlichkeit	Prozent
		Veränderung mittlere Ein-/ Ausfahrtdauer	s, Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung Fahrzeugdurchsatz	Fz/h, Prozent
		Veränderung mittlere Verkehrsleistung	km/Fz, Prozent
Veränderung mittlere Dichte	Fz/km, Prozent		
Veränderung mittlere Geschwindigkeit	km/h, Prozent, Geldeinheiten		
Veränderung mittlere Reisezeit	min/Fz, Prozent, Geldeinheiten		
Veränderung mittlere Wegelänge	km, Prozent, Geldeinheiten		
Veränderung Anzahl der Staukilometer	Strecken-km, Prozent, Geldeinheiten		
Veränderung Mobilitätsrate/Wegehäufigkeit	Anzahl der Wege pro Person und Tag, Prozent, Geldeinheiten		
Veränderung Mobilitätsstreckenbudget/Reiseweiten	Summe der Wegelängen pro Person und Tag, Prozent, Geldeinheiten		
Veränderung Mobilitätszeitbudget	Zeitaufwand aller Reisen pro Person und Tag, Prozent, Geldeinheiten		

Fortsetzung auf nächster Seite.

	sonstige volkswirtschaftliche Effekte	Veränderung des Wirtschaftswachstums	Prozent
		Veränderung der Investitionen	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung der Gewerbesteuereinnahmen	Prozent, Geldeinheiten
		Veränderung des Bruttoregionalproduktes	Prozent, Geldeinheiten
		Beschäftigungseffekte	Anzahl der Arbeitsplätze [-]; Arbeitslosenquote [%]
Umsetzbarkeit	Aktivierungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassungsdauer (Dauer für die Erkennung eines Störfalls)</li> <li>• Übertragungsdauer (Dauer für die Übertragung relevanter Störfallinformationen an die involvierten Entscheidungsträger)</li> <li>• Entscheidungsdauer (Dauer bis die Entscheidungsträger zu einem Ergebnis gekommen sind)</li> <li>• Kommunikationsdauer (Dauer bis die Strategieentscheidung an alle beteiligten Akteure übermittelt worden ist)</li> <li>• Umsetzungsdauer (Dauer bis alle Maßnahmen und systemtechnischen Komponenten aktiviert worden sind)</li> <li>• Übergangsdauer (Dauer bis der gewünschte, stabile Verkehrszustand erreicht wird)</li> </ul>	s, qualitativ
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verkehrliche Zielkonflikte</li> <li>• ökonomische Zielkonflikte</li> <li>• ökologische Zielkonflikte</li> <li>• gesellschaftliche Zielkonflikte</li> <li>• organisatorische Zielkonflikte</li> <li>• personale Zielkonflikte</li> <li>• systemtechnische Zielkonflikte</li> <li>• sicherheitsrelevante Zielkonflikte</li> </ul>	qualitativ
	Akzeptanz und Verständlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängig vom <b>Befolungsgrad</b> und folgenden Faktoren</li> <li>• wahrgenommene Verbindungsqualität</li> <li>• Nutzungsbedingungen und Nutzungskosten</li> <li>• Informationssystem</li> <li>• Verfügbarkeit des Endgeräts</li> <li>• Empfangsbereitschaft des Reisenden</li> <li>• Aufbereitungsform, Darstellung</li> <li>• Zeitpunkt der Informationsversorgung</li> <li>• Konsistenz der Informationen</li> <li>• Qualität der Informationen</li> <li>• individuelle Gewohnheiten und Präferenzen</li> <li>• korrekter Inhalt der Information</li> <li>• Glaubwürdigkeit und Widerspruchsfreiheit</li> <li>• Angabe von Gründen</li> <li>• Größe der Netzmasche</li> <li>• Umwegfaktor</li> <li>• Ortskundigkeit der Verkehrsteilnehmer</li> <li>• menschliche Faktoren (z. B. Alter)</li> </ul>	qualitativ

Fortsetzung auf nächster Seite.

	Kommunikation und Vernetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung relevanter Akteure sowie Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiche</li> <li>• Festlegung klarer Kommunikations- und Entscheidungswege sowie Handlungsbefehle</li> <li>• Festlegung eindeutiger Entscheidungsregeln und -abläufe</li> <li>• Vermeidung unnötiger Kommunikationswege (Redundanzen)</li> <li>• Gewährleistung der Kompatibilität und Funktionsfähigkeit auf der technisch-physischen Ebene</li> <li>• Sicherstellung der konzeptionell-funktionalen Elemente (z. B. (Erreichbarkeit, Bedienbarkeit)</li> <li>• Sicherstellung der organisatorisch-institutionellen Kompatibilität (z. B. Vereinbarungen)</li> <li>• Wahl einer geeigneten Vernetzungsform (monozentrisch, polyzentrisch, Mischformen)</li> <li>• Gewährleistung einer frühzeitigen visuellen und auditiven Informationsversorgung</li> <li>• Sicherstellung der Integrierbarkeit neuer technischer und/oder prozessualer Elemente</li> <li>• Sicherstellung eines einheitlichen Verständnisses über etwaige Begriffe, Zeichen und Symbole</li> </ul>	qualitativ
	Funktionalität und Zuverlässigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der personellen und technischen und Einsatzbereitschaft in puncto Einsatzort, Einsatzdauer und Einsatzzeitpunkt</li> <li>• Sicherstellung eines robusten Betriebs bzw. Einsatzes verschiedener Elemente (Technik und Personal)</li> <li>• Sicherstellung der Verfügbarkeit aller notwendigen Ressourcen (Zeit, Technik, Personal, finanzielle Mittel)</li> </ul>	qualitativ

Tabelle 46: Kriterien und Messgrößen zur Strategiebewertung (eigene Darstellung basierend auf den Ergebnissen aus Kapitel 4).

## Anlage 9 Beispielhafte Skaleneinteilung zur Bewertung der Umsetzbarkeit

Skala	Aktivierungsdauer	Zielkonflikte	Akzeptanz	Vernetzung	Funktionalität
sehr schlecht (1)	Die Aktivierung einer Strategie benötigt unverhältnismäßig lange, so dass davon ausgegangen werden muss, dass sich die Verkehrssituation in der Chaosphase erheblich verschlechtert.	Es ist mit erheblichen Zielkonflikten zwischen den verschiedenen Interessengruppen und innerhalb der Akteure zu rechnen, welche die Umsetzung und damit die Effektivität einer Strategie in erheblichem Maße gefährden.	Es muss davon ausgegangen werden, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen von den Verkehrsteilnehmern nicht befolgt werden. Die Effektivität der Strategie ist somit sehr gering.	Die Vernetzung und eine ausreichende Kommunikation ist nicht gegeben und es bedarf eines hohen finanziellen, zeitlichen und technischen Aufwands, diese herzustellen.	Die einzelnen Komponenten der Strategie, insbesondere das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen sowie die technischen Systeme, sind sehr störanfällig. Es ist davon auszugehen, dass einige Maßnahmen aus technischen, kommunikativen oder organisatorischen Gründen nicht umgesetzt werden können.
schlecht (2)	Die Aktivierungsdauer ist sehr lang. Es besteht die Gefahr, dass sich die störfallbedingten Probleme ausweiten.	Es bestehen zwischen den Beteiligten große Zielkonflikte, welche unter einem erheblichen Verhandlungs- und Zeitaufwand lösbar erscheinen. Eine effektive Umsetzung kann nicht mit Sicherheit gewährleistet werden.	Es muss davon ausgegangen werden, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen von den Verkehrsteilnehmern nur unzureichend befolgt werden. Die Effektivität der Strategie ist gering.	Die Vernetzung und eine ausreichende Kommunikation ist kaum gegeben und es bedarf eines größeren Aufwands, diese herzustellen.	Die einzelnen Komponenten der Strategie, insbesondere das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen sowie die technischen Systeme sind störanfällig. Es ist davon auszugehen, dass einige Maßnahmen oftmals nicht aktiviert werden können.
mittel (3)	Die Aktivierungsdauer ist vertretbar. Es wird zwar mit einer Verschlechterung der Verkehrssituation gerechnet, allerdings ist diese noch im akzeptablen Rahmen.	Es ist mit üblichen Zielkonflikten zu rechnen, die im normalen und lösbaren Bereich liegen. Jedoch können diese die Implementierung und Inbetriebnahme der Strategie leicht verzögern. Die Umsetzbarkeit ist hingegen nicht gefährdet.	Es muss davon ausgegangen werden, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen von einigen Verkehrsteilnehmern nur unzureichend befolgt werden. Die Effektivität der Strategie ist somit mäßig.	Die Vernetzung und eine ausreichende Kommunikation ist gegeben und es bedarf keines größeren Aufwands, diese herzustellen.	Die einzelnen Komponenten der Strategie, insbesondere das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen sowie die technischen Systeme sind wenig störanfällig. Es ist davon auszugehen, dass die Maßnahmen zuverlässig aktiviert werden können.

Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite.

<p>gut (4)</p>	<p>Die Strategieaktivierung kann zügig vollzogen werden, so dass eine Ausweitung und Verschärfung der Störfallsituation weitestgehend vermieden werden kann.</p>	<p>Es ist durch eine Strategie nur mit einigen kleineren Konflikten zu rechnen, die in der Regel schnell beseitigt werden können. Somit steht einer zügigen Implementierung und Inbetriebnahme kaum etwas im Weg.</p>	<p>Es ist mit einer hohen Akzeptanz der Anweisungen auf Seiten der Verkehrsteilnehmer zu rechnen. Die Anweisungen werden angenommen und weitestgehend befolgt.</p>	<p>Die Vernetzung der systemtechnischen Komponenten ist weitestgehend zuverlässig. Es ist kaum mit technischen oder kommunikativen Problemen zu rechnen.</p>	<p>Die Strategie mit den gesamten technischen, personellen und sonstigen prozessualen Elementen ist weitestgehend stabil gegenüber geringfügigen Änderungen der Rahmenbedingungen.</p>
<p>sehr gut (5)</p>	<p>Die Aktivierung einer Strategie wird sehr schnell vollzogen, so dass die Chaosphase auf ein minimales Maß reduziert werden kann. Die zu erwartenden negativen Auswirkungen auf den Verkehrsablauf in dieser Phase sind gut zu vertreten.</p>	<p>Die Strategie lässt keine Zielkonflikte erwarten. Es ist von diesem Aspekt her somit weder mit Verzögerungen noch mit Problemen bei der Umsetzbarkeit zu rechnen.</p>	<p>Es ist mit einer sehr hohen Akzeptanz der Anweisungen auf Seiten der Verkehrsteilnehmer zu rechnen. Die Anweisungen werden angenommen und zum überwiegenden Teil befolgt.</p>	<p>Die Vernetzung der Akteure und der systemtechnischen Komponenten stellt keine Probleme dar. Systemtechnische sowie prozessuale Elemente sind ohne weiteres umsetzbar und in die bestehende Vernetzungsform reibungslos integrierbar.</p>	<p>Die Strategie mit den gesamten technischen, personellen und sonstigen prozessualen Elementen ist sehr stabil und robust gegenüber geringfügigen Änderungen der Rahmenbedingungen.</p>

Tabelle 47: Beispielhafte Skaleneinteilung zur Bewertung der Umsetzbarkeit (eigene Darstellung).

## Anlage 10 Experteninterviews

Im Rahmen der Arbeit sind Experteninterviews durchgeführt worden, in denen die praktische Erfahrung verschiedener Akteure im Umgang mit Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement erfragt und in die vorliegende Arbeit integriert worden sind. Ferner wurden den Experten Teilergebnisse dieser Arbeit präsentiert und mit ihnen diskutiert, so dass im Rahmen der Experteninterviews eine Verifikation der erarbeiteten Ergebnisse erzielt werden konnte.

Folgende Experten wurden befragt:

Name, Vorname	Institution/Organisation	Datum, Ort, Zeit	FGSV Mitwirkung <sup>17</sup>
Dr.-Ing. Reusswig, Achim	Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement Dezernat Verkehrsbeeinflussung	24.02.2015, Verkehrsleitzentrale Frankfurt	-
Dinter, Michael	Albert Speer & Partner (Büro Frankfurt a.M.)	06.03.2015, AS&P Frankfurt	2003, 2011
Dr.-Ing. Jentsch, Heiko	Straßenverkehrsamt Frankfurt	27.03.2015, Straßenverkehrsamt Frankfurt	2011
Dr.-Ing. Grahl, Stefan	Ingenieurbüro für Systeme des Schienen- und Straßenverkehrs (Büro Dresden/Basel)	28.04.2015, DB Lounge Frankfurt Hauptbahnhof	2003, 2011
Hoigt, Stefan	Verkehrsleitzentrale München	30.04.2015, Verkehrsleitzentrale München	2011
Böhme, Heiko	Amt für Verkehrsmanagement Düsseldorf, Verkehrssystemmanagement Verkehrsleitzentrale Düsseldorf	21.05.2015, Verkehrsleitzentrale Düsseldorf	2011
Thomas, Ralf	Amt für öffentliche Ordnung Stuttgart Integrierte Verkehrsleitzentrale	26.05.2015, Integrierte Verkehrsleitzentrale Stuttgart	-
Hertkorn, Wolfgang	Tiefbauamt Stuttgart	Verkehrsleitzentrale Stuttgart	-
Lange, Jörg	Verkehrslenkung Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt	15.06.2015, Verkehrslenkung Berlin	-

Tabelle 48: Übersicht der Interviewpartner (eigene Darstellung).

Darüber hinaus ist ein weiteres Gespräch mit **Herrn Dr. Chris Merkelbach**, Leiter des Sprachenzentrums Darmstadt, am 25. Juni 2015 geführt worden. In diesem Gespräch wurden verschiedene Begriffe und deren Abgrenzung zu sinnverwandten Termini im Rahmen dieser Arbeit diskutiert.

Im Folgenden werden die Fragen des Gesprächsleitfadens dargestellt. Neben diesem Fragenkatalog wurden zudem vorläufige Ergebnisse der Arbeit während der Gespräche vorgestellt und diskutiert. Vereinzelt ist eine Zusammenstellung der wesentlichen vorläufigen Ergebnisse den Interviewpartner bereits vorab zugesandt worden.

### Anmerkung:

*Die Ergebnisse der einzelnen Interviews wurden dokumentiert und sind in einem Materialband zusammengestellt worden. Aus Gründen der Vertraulichkeit konnte dieser Materialband allerdings nicht in die Anlage dieser Arbeit mitaufgenommen werden.*

<sup>17</sup> Mitwirkung an den bisherigen Publikationen der FGSV aus dem Jahr 2003 und 2011 mit Bezug zum Thema der Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement.

---

## Gesprächsleitfaden

### **Gesprächsleitfaden für das Expertengespräch zum Thema der Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement**

#### **Rahmendaten:**

Ort:  
Datum:  
Zeit:  
Dauer:  
Befragungsform:

#### **Angaben der befragten Person:**

Name:  
Position:  
Abteilung:  
Stadt:  
Telefon:  
Fax:  
E-Mail:

#### **Die Befragung findet statt im Rahmen der Dissertation mit dem Titel:**

Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von  
Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement

#### **Kontakt des Befragers und Promovenden:**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Leif Fornauf  
Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen  
Institut für Verkehr  
Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze

Otto-Berndt-Str. 2  
64287 Darmstadt  
06151 16 4725  
06151 16 4625  
fornauf@verkehr.tu-darmstadt.de

**Teil I Allgemeine Fragen zum Thema Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement**

- I.1 Ist der Begriff Strategie im dynamischen Verkehrsmanagement geläufig und bekannt?
- I.2 Welche dynamischen Strategien/Maßnahmen gibt es?
- I.3 Welches sind typische Situationen, die zu einer Aktivierung dyn./temporärer Strategien führen?
- I.4 Wie und durch wen erfolgt die Strategieaktivierung?
- I.5 Welche systemtechnische Infrastruktur ist dafür vorhanden und kommt zur Anwendung?
- I.6 Wird die Infrastruktur für temporäre Maßnahmen auch anderweitig verwendet?
- I.7 Gibt es gebietsübergreifende, dynamische Strategien/Maßnahmen (Kooperationen mit anderen Zuständigkeitsbereichen?)
- I.8 Für welches Gebiet werden temporären Strategien/Maßnahmen entwickelt und eingesetzt?
- I.9 Wie viele Akteure sind bei der Planung und Umsetzung von dynamischen Strategien involviert (Abstimmungs-, Bewertungs- und Entscheidungsprozess)?

**Teil II: Allgemeine Fragen zur bisherigen Bewertung von dyn. Strategien**

- II.1 Wie wurde bislang bei der Strategiebewertung vorgegangen (Wie viele Stufen? Wer wird involviert? Wer entscheidet? Wie wird bewertet (formalisiert-mathematisiert, verbal-argumentativ)?)?
- II.2 Worauf basiert die Bewertung (Erfahrungswerte, Bauchgefühl, Simulations- und Modellierungsergebnisse, Experiment)?
- II.3 Wie genau und zuverlässig schätzen Sie das Bewertungsergebnis im Vergleich zur Ist-Situation ein?
- II.4 Wird der Bewertungsprozess und das Ergebnis dokumentiert?
- II.5 Zu welchen Zeitpunkten wird eine Bewertung vorgenommen (Während der Planung, während der Implementierung, nach der Implementierung)?
- II.6 Gibt es einen regelmäßigen Evaluierungsprozess im Rahmen eines Qualitätsmanagements?
- II.7 Wer entscheidet schließlich über die Auswahl der Maßnahmen (alleine/im Konsens mit Kollegen oder mit sonstigen an der Umsetzung Beteiligten/im Konsens mit der Öffentlichkeit)?
- II.8 Werden grundsätzlich mehrere Alternativen entwickelt, die dann miteinander verglichen werden, oder ist die Strategiefindung eher ein iterativer, evolutionärer Prozess?
- II.9 Werden zur Wirkungsermittlung und Bewertung Vorgaben und Berechnungsgrundlagen nationaler Veröffentlichungen (z.B. HBS, RiLSA, BVWP, EWS, StBe) verwendet? Wenn ja, welche?



**Teil III Fragen zu Kriterien für die Strategiebewertung und zur Methodenauswahl**

III.1 Welche der folgenden Kriterien sind/wären Ihnen bei der Auswahl einer geeigneten Bewertungsmethode wichtig? Sind welche vernachlässigbar?

	unwichtig	sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch
	0	1	2	3	4	5
Kosten						
zeitlicher und personeller Aufwand						
Datenbedarf/Datenverfügbarkeit						
Verständlichkeit und Handhabbarkeit						
Objektivität						
Transparenz und Nachvollziehbarkeit						
Zuverlässigkeit						
Vergleichbarkeit						
Genauigkeit, Aussagefähigkeit						
Validität, Richtigkeit						
Rechtskonformität						

III.3 Gibt es weitere Kriterien, die einen Einfluss auf die Auswahl einer geeigneten Bewertungsmethode nehmen? Wenn ja, welche?

III.4 Wie schätzen Sie die folgenden Kriterien hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Bewertung von dyn. Strategien im Straßenverkehrsmanagement ein? Sind welche vernachlässigbar?

	unwichtig	sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch
	0	1	2	3	4	5
<b>verkehrsinduzierte Wirkungen</b>						
Umwelt und Umfeld						
Sicherheit						
Mobilität und Qualität						
<b>Wirtschaftlichkeit</b>						
Kosten						
Nutzen						
volkswirtschaftl. Effekte						
<b>Umsetzbarkeit</b>						
Aktivierungsdauer						
Zielkonflikte						
Akzeptanz/Verständlichkeit						
Kommunikation/Vernetzung						
Funktionalität/Zuverlässigkeit						

III.5 Gibt es weitere Kriterien, die einen Einfluss auf die Bewertung von dynamischen/temporären Strategien nehmen? Wenn ja, welche?

**Teil IV Analyse verschiedener Bewertungsmethoden**

IV.1 Bitte füllen Sie die nachfolgende Tabelle aufgrund der bisherigen Erfahrungen aus. Welche der in der linken Spalte genannten Methoden sind unbekannt, bekannt und werden in der Praxis angewandt bzw. sind prinzipiell denkbar?

Bewertungsmethoden	die Methode ist ...				
	unbekannt	bekannt und wird angewandt, und zwar...			bekannt, wird aber nicht angewandt, ist aber prinzipiell denkbar
		ex-ante (vor der Implementierung)	begleitend (während der Implementierung (z.B. Testphase))	ex post (im Rahmen eines Qualitätsmanagements)	(wenn zutreffend, bitte ankreuzen)
<b>Nichtformalisierte Methoden</b>					
verbal-argumentative / intuitive Meth.					
Argumentenbilanzierung					
SWOT Analyse					
Expertenbefragung / Delphi Meth.					
Öffentliche Diskussion					
Anwaltsverfahren					
<b>Teilformalisierte Methoden</b>					
Vorteil-Nachteil Analyse					
Multikriterielle Wirkungsanalyse					
Verträglichkeitsanalyse und Eliminationsverfahren					
Paarweiser Vergleich					
Einfaches Rangordnungsverfahren					
<b>Formalisierte Methoden</b>					
Formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren					
Nutzen-Kosten Analyse					
Wirksamkeits-Kosten-Analyse					
Nutzwertanalyse					
Analytical Hierarchy Process					
<b>Spezifische Methoden zur verkehrsinduzierten Wirkungsermittlung von Maßnahmen/Strategien</b>					
Modellierung/Simulation (Verkehrsnachfrage, Verkehrsfluss, Umwelt)					
Formeln/Berechnungen					
Vergleiche					
Messungen					
Befragungen (keine Experten)					
Experiment/Feldversuche					

IV.2 Werden noch andere Methoden zur Strategiebewertung angewandt, die nicht in obiger Tabelle enthalten sind? Wenn ja, welche?

IV.3 Wären Bewertungsmethoden, die bislang unbekannt waren, prinzipiell für den Bewertungsprozess zukünftig denkbar? Wenn ja, welche?

**Teil V Zusammenfassende und abschließende Fragen**

- V.1 Was ist aus Ihrer Sicht generell bei einer Strategiebewertung zu beachten?
- V.2 Welche Veränderungen/Verbesserungen könnten Sie sich vorstellen?
- V.3 Was sind die derzeit größten Probleme der Strategiebewertung?
- V.4 Wovon hängt die Investitionsentscheidung bzgl. des Aufbaus einer systemtechnischen Infrastruktur zur Realisierung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ab?
- V.5 Wann erfolgt die Hauptbewertung? Und was folgt noch danach?
- V.6 Welchen Einfluss hat die Politik auf Bewertung und Entscheidung? Ist Bewertungsprozess im Zweifel sekundär?
- V.7 Welche Experten stehen den einzelnen Bereichen zur Verfügung (Sicherheit, Umwelt, Qualität, Wirtschaftlichkeit, Technik (EDV))?
- V.8 Wer sind die wesentlichen Akteure beim Thema Vernetzung?
- V.9 Wie wird bei Zielkonflikten entschieden? (Simulation vs. schlechte Daten, Genauigkeit vs. Geld)?
- V.10 Welche Anforderungen müsste ein Leitfaden bzgl. der Strategiebewertung (z.B. im FGSV-Format) erfüllen, damit er praxistauglich und umsetzbar ist?
- V.11 Welche Informationen/Inhalte sollten in einem Leitfaden enthalten sein?

---

## Anlage 11 Entwurf eines Leitfadens mit Anwendungsbeispiel

---

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit in Form eines praxisorientierten Leitfadens zusammengefasst. Zur besseren Verständlichkeit werden zudem Teile der entwickelten Methodik an einem fiktiven Anwendungsbeispiel dargestellt. Das fiktive Beispiel orientiert sich an

- den Beispielen der FGSV 2003 und 2011,
- den Informationen, die im Rahmen einiger Experteninterviews gewonnen worden sind sowie
- den Unterlagen, die von Experten im Nachgang einiger Interviews dem Verfasser dieser Arbeit zur Verfügung gestellt worden sind.

Ferner sollen durch das Beispiel einige bewertungsrelevante Rahmenbedingungen einer Störfallsituation gleichzeitig berücksichtigt werden. Zu diesen zählen:

- hohes Verkehrsaufkommen,
- eine gebiets- und zuständigkeitsübergreifende Strategie,
- vielfältige Maßnahmen,
- hohe Vernetzung,
- hohe Anzahl an Akteuren und
- der Einsatz von verschiedenen systemtechnischen Komponenten.

Der Leitfadentwurf soll als eigenständiges und unabhängiges Kapitel verwendbar sein, in dem die wichtigsten Informationen bzgl. der Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement dem Anwender<sup>18</sup> zugänglich gemacht werden sollen. Aus diesem Grund ist es notwendig und gleichzeitig unvermeidlich, dass es vereinzelt zu Redundanzen bezüglich den zuvor gemachten Ausführungen kommt.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Aus Gründen der besseren Lesbar- und Verständlichkeit wird auf eine genderkonforme Darstellung personenbezogener Begriffe verzichtet und lediglich die maskuline Schreibweise verwendet.

<sup>19</sup> Zur Vereinfachung und besseren Lesbarkeit wird in diesem Kapitel auf Quellenangaben, sofern sie an entsprechender Stelle der bisherigen Ausführungen der vorigen Kapitel bereits angeführt worden sind, verzichtet.

# Leitfadentwurf

## Methodik zur Bewertung von Strategien für das dynamische Straßenverkehrsmanagement

Dipl.-Wirtsch.-Ing Leif Fornauf

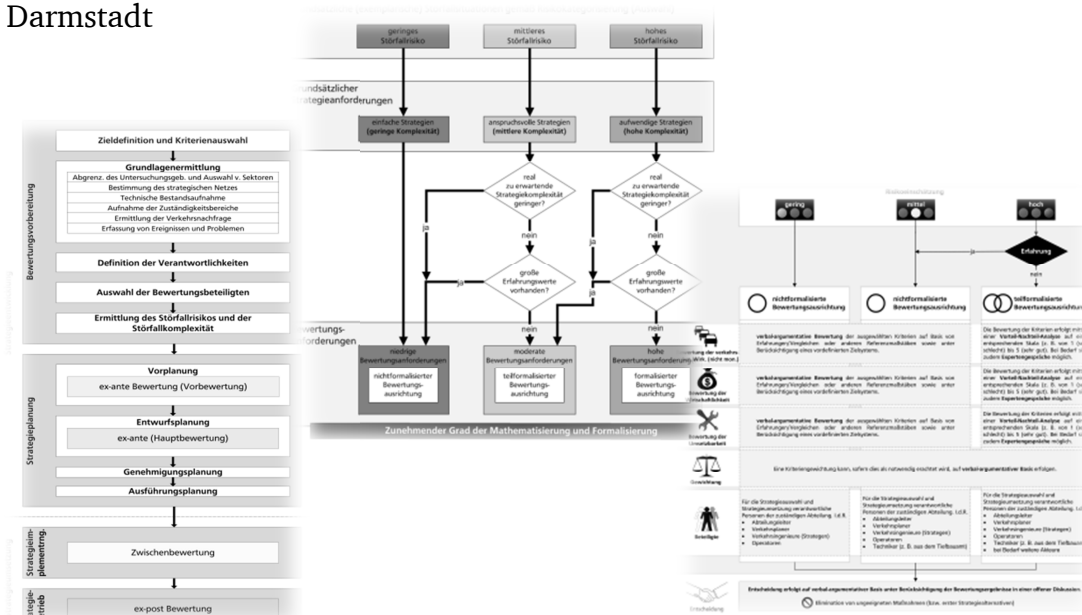
Technische Universität Darmstadt

Fachbereich Bau- und Umweltwissenschaften

Fachgebiet Verkehrsplanung- und Verkehrstechnik

Otto-Berndt-Straße 2

64287 Darmstadt



Der Leitfaden wurde im Rahmen der Dissertation mit dem Titel ‚Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement‘ angefertigt.

Darmstadt, den 20.08.2015

---

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1. Einführung.....</b>	<b>L-1</b>
1.1. Anlass und Ziel des Leitfadens .....	L-1
1.2. Definition der Begriffe.....	L-1
1.3. Bewertungsverfahren .....	L-2
1.4. Bewertungsablauf.....	L-9
<b>2. Bewertungsvorbereitung.....</b>	<b>L-11</b>
2.1. Zieldefinition und Kriterienauswahl .....	L-11
2.2. Grundlagenermittlung .....	L-13
2.3. Verantwortlichkeiten .....	L-13
2.4. Beteiligte.....	L-14
2.5. Risikoermittlung und grundsätzliche Verfahrenszuordnung.....	L-15
<b>3. Bewertungsdurchführung.....</b>	<b>L-18</b>
3.1. Ex-ante Bewertung .....	L-18
3.2. Zwischenbewertung.....	L-30
3.3. Ex-post Bewertung.....	L-32
3.4. Weiterführende Bewertungshinweise.....	L-35
<b>4. Bewertungsnachbereitung .....</b>	<b>L-37</b>
4.1. Ergebnisinterpretation und Entscheidung .....	L-37
4.2. Dokumentation .....	L-38
<b>5. Fiktives Anwendungsbeispiel.....</b>	<b>L-40</b>
5.1. Bewertungsvorbereitung .....	L-40
5.2. Bewertungsdurchführung .....	L-42
5.3. Bewertungsnachbereitung.....	L-46
<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>L-47</b>
Abbildungsverzeichnis.....	L-47
Tabellenverzeichnis.....	L-47

---

## 1. Einführung

---

In diesem Abschnitt werden zunächst der Zweck des Leitfadens sowie grundlegende Definitionen bzgl. der Strategiebewertung im dynamischen Verkehrsmanagement aufgeführt. Weitere inhaltliche Grundlagen werden mit der Einführung geeigneter Bewertungsmethoden und der Vorstellung des allgemeinen Bewertungsablaufs geschaffen.

### 1.1. Anlass und Ziel des Leitfadens

Die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement ist von hoher Relevanz, da von ihr die Auswahl und somit gleichzeitig die Effektivität und Effizienz einer Strategie bereits vor der erstmaligen Aktivierung maßgeblich beeinflusst wird. Zudem sind Bewertungen wichtig, um den Strategieerfolg bzw. die Zielerreichung, beispielsweise in Form von erwünschten verkehrsinduzierten Wirkungen, auch nach erfolgter Inbetriebnahme, beurteilen zu können.

In den bisherigen strategiebezogenen FGSV Publikationen<sup>20</sup> ist die Strategiebewertung schon als wichtiges Element im gesamten Strategieplanungs- und Strategieumsetzungsprozess erkannt worden. In diesen Veröffentlichungen sind erste wichtige Informationen enthalten, die sich auf die Strategiebewertung beziehen. Eine vollständige und detaillierte Auseinandersetzung mit dem Thema ist trotz der hohen Bedeutung in diesem Sachzusammenhang indes noch nicht erfolgt. Diese Lücke wird anhand des vorliegenden Leitfadentwurfs geschlossen, wobei die in dem Leitfadentwurf dargestellten Ausführungen auf den Ergebnissen und Definitionen der bisherigen Veröffentlichungen der FGSV zum Thema ‚Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement‘ aufbauen.

Der Leitfaden soll dem Anwender bei der Bewertung von Strategien ein einheitliches und strukturiertes Vorgehen ermöglichen. Der Anwender soll ferner einen Überblick über verschiedene Methoden und deren Anwendungsmöglichkeiten erhalten, welche es ihm gestatten, angemessene Bewertungsverfahren für unterschiedliche Bewertungssituationen auszuwählen und anzuwenden. Dadurch soll eine geordnete, adäquate und nachvollziehbare Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement gewährleistet werden.

### 1.2. Definition der Begriffe

#### Methodik

Eine Methodik stellt die Methodenlehre dar, d. h. die Anwendung und Lehre verschiedener Methoden zur Erreichung eines bestimmten Ziels. Die Methodik gibt in diesem Sinn einen möglichen Handlungsrahmen vor, innerhalb dessen verschiedene Methoden angewendet werden können.

#### Methode

Eine Methode beschreibt eine wissenschaftliche, planmäßige und folgerichtige, nach festen Grundsätzen geordnete Vorgehensweise.

#### Verfahren

Ein Verfahren kann als konkrete, anwendungsbezogene Ausgestaltung einer Methode für einen spezifischen Sachverhalt verstanden werden.

#### Strategie

Eine Strategie im Bereich des Straßenverkehrsmanagements kann als Handlungskonzept verstanden werden, welches ein Bündel an vordefinierten Maßnahmen enthält, um eine vorab definierte, ereignisbasierte Störfallsituation zu verbessern.

#### Störfall/Störfallsituation

Ein Störfall ist ein Ereignis, aufgrund dessen der Einsatz von dynamischen Verkehrsmanagementmaßnahmen erforderlich ist, ohne die ein geordneter und stabiler Verkehrsablauf nicht mehr möglich ist. Eine Störfallsituation ist eine Kombination eines oder mehrerer Störfallereignisse, den damit einhergehenden Problemen und den vorliegenden Bedingungen.

---

<sup>20</sup> Hinweise zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement (FGSV, 2003) sowie Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement (FGSV, 2011)

**Risiko**

Das Risiko beschreibt die negativen Auswirkungen und die damit einhergehenden Nachteile und Konsequenzen eines Störfallereignisses. Es ergibt sich aus dem Produkt der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Störfalls und der zu erwartenden Schadensschwere bzw. Folgenschwere.

**Bewerten**

Das Bewerten ist eine Tätigkeit, durch die eine Beziehung zwischen einem wertenden Subjekt und einem gewerteten Objekt hergestellt wird. Ein Wert ist dabei eine vom Menschen hergestellte Beziehung zwischen einem Gegenstand und einem individualistischen oder allgemeingültigen Referenzmaßstab bzw. Wertekontext.

**Kriterium**

Ein Kriterium wird als ein unterscheidendes Merkmal definiert, welches als Bedingung für einen Sachverhalt, ein Urteil oder eine Entscheidung dient.

**Messgröße/Kenngröße**

Messgrößen sind Größen, die sich messen lassen und denen eine Messung gilt, was in der Regel auf physikalische Größen zutrifft (z. B. Geschwindigkeit, Zeit). Das Messen ist die Ausführung von geplanten Tätigkeiten zum quantitativen Vergleich der Messgröße mit einer Einheit. Durch Kenngrößen werden quantitative und qualitative Wertungen ausgedrückt, die sich nicht messen lassen. Kenngrößen umfassen somit qualitative Beurteilungen (z. B. gut/schlecht), korrespondierende numerische Wertungen (z. B. Notenskala) oder Ergebnisse aus Berechnungen (z. B. Nutzen-Kosten-Quotient).

**1.3. Bewertungsverfahren**

Für die Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement lassen sich drei Kategorien von Bewertungsverfahren unterscheiden.<sup>21</sup> Dies sind zum einen die nichtformalisierten, die teilformalisierten und die formalisierten Verfahren. Die **nichtformalisierten** Verfahren sind leicht verständlich, praktikabel und ohne größeren Aufwand und Vorwissen durchzuführen. Die Bewertung erfolgt auf qualitativer Ebene, ohne zuvor für die Bewertungskriterien einen numerischen Wert zu ermitteln bzw. zu berechnen. Die **formalisierten** Verfahren hingegen benötigen meist verschiedene Arbeitsschritte und eine solide Datengrundlage, was die Methoden zwar aufwändiger, aber auch – bei entsprechender Sorgfalt – zuverlässiger machen. Dies hat zur Folge, dass numerische Werte verwendet bzw. durch das jeweilige Verfahren generiert werden, anhand derer sich eine Bewertung vornehmen lässt. Die **teilformalisierten** Verfahren kombinieren die Vor- und Nachteile der beiden anderen Kategorien. Somit finden sich sowohl qualitative als auch quantitative Elemente in den jeweiligen Verfahren dieser Kategorien wieder.

---

<sup>21</sup> Basierend auf den ‚Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung‘ (FGSV, 2010).



Für die Bewertung von Strategien im Rahmen des dynamischen Verkehrsmanagements empfehlen sich grundsätzlich die folgenden Verfahren:<sup>22</sup>

Nichtformalisierte Verfahren		
verbal-argumentatives/intuitives Verfahren		
Beschreibung	Bei den verbal-argumentativen bzw. intuitiven Verfahren erfolgt die Bewertung spontan aus der Erfahrung und dem persönlichen Wertesystem der bewertenden Person heraus und in Form eines Gesamturteils. Diese Verfahren können dann sinnvoll sein, wenn Realisierungschancen und Wirkungspotentiale, beispielsweise aus Erfahrungen bereits existierender und vergleichbarer Strategien, anhand einiger mehr oder minder bewussten Kriterien eingeschätzt werden können.	Bestandteile
Eigenschaften	Das Verfahren zeichnet sich durch eine einfache Handhabung und damit verbunden durch einen geringen Aufwand aus. Zudem ist es für praktisch alle Anwendungsfälle einsetzbar. Nachteilig sind die mangelnde Objektivität, die hohe Intransparenz und die geringe Zuverlässigkeit sowie Genauigkeit.	
<b>Argumentenbilanzierung</b>		
Beschreibung	Das Prinzip der Argumentenbilanz basiert auf den Grundprinzipien der kaufmännischen Bilanzierung, bei der nach bestimmten Kriterien eine gegliederte Gegenüberstellung von Aktiva und Passiva erfolgt. Bei der Strategiebewertung werden zunächst alle Argumente aufgelistet, die für (Aktiva) oder gegen (Passiva) eine zu bewertende Strategie sprechen. Die Wertung der einzelnen Argumente sollte besprochen und nachvollziehbar hergeleitet werden. Dies kann auf dem Grundprinzip der zuvor beschriebenen verbal-argumentativen Bewertung erfolgen. Die Auswahl erfolgt zugunsten derjenigen Strategie, welche in der Argumentenbilanz (positive minus negative Argumente) die meisten positiven Argumente auf der Haben-Seite aufweist.	Bestandteile
Eigenschaften	Das Verfahren zeichnet sich ebenfalls durch seine einfache Handhabung und dem damit verbundenen geringen Aufwand aus. Sie ist für verschiedenste Anwendungsfälle einsetzbar. Durch die differenzierte Betrachtung von positiven und negativen Argumenten ist das Verfahren etwas besser strukturiert und erhöht somit die Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu einem gewissen Grad. Durch die subjektive Bewertung sind die Objektivität und die Zuverlässigkeit nach wie vor sehr gering.	

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.

<sup>22</sup> Die Bezeichnungen einiger Verfahren sind gemäß der Begriffsdefinitionen in diesem Kontext nicht zutreffend. Beispielsweise handelt es sich bei Analyseverfahren zunächst um rein deskriptive, auf der Sachebene befindliche Verfahren. Erst durch die Durchführung einer Wertzuweisung handelt es sich um Bewertungsverfahren, weshalb der Analysebegriff in diesem Kontext nicht zutreffend ist. Ebenso ist keine einheitliche Unterscheidung der Begriffe ‚Verfahren‘ und ‚Methode‘ in der Literatur vorzufinden. Nach obiger Definition handelt es sich in diesem Abschnitt um eine konkrete, anwendungsbezogene Ausgestaltung einer Methode und nicht um eine allgemeine Beschreibung einer Vorgehensweise. Daher wird der Begriff Verfahren an dieser Stelle für plausibel erachtet. Da es sich bei den verwendeten Begriffen allerdings um etablierte Eigennamen handelt, wird von einer Umbenennung abgesehen, sodass sowohl der Begriff ‚Analyse‘ als auch der Begriff ‚Methode‘ punktuell verwendet wird.

SWOT-Analyse		
<b>Beschreibung</b>	Bei der SWOT-Analyse werden Argumente in die vier Kategorien Stärke (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats) eingeteilt. Stärken und Schwächen beschreiben meist endogene Faktoren, die durch die beteiligten Akteure, wie z. B. Verkehrsämter, Verkehrsleitzentralen, Kommunen, etc., beeinflusst werden können. Die exogenen Faktoren beziehen sich in diesem Kontext vorwiegend auf die Verkehrsteilnehmer und Faktoren, die nicht direkt beeinflussbar sind, wie Witterungsverhältnisse, demographische Entwicklungen, etc.	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	Das Verfahren ist ebenfalls gut handhabbar, mit einem geringen Aufwand verbunden und vielseitig einsetzbar. Durch die separate Betrachtung der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken ist das Verfahren besser strukturiert und erhöht die Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Durch die subjektive Bewertung sind die Objektivität und die Zuverlässigkeit nach wie vor gering.	
<b>Expertenbefragung</b>		
<b>Beschreibung</b>	Bei der Expertenbefragung werden Personen bzw. Personengruppen zur Bewertung bestimmter Sachverhalte gebeten, die über spezifische Fachkenntnisse verfügen. Die Ergebniszusammenführung verschiedener Befragungen kann entweder von den Befragern durchgeführt werden, nachdem Interviews erfolgt sind, oder in einer abschließenden Diskussionsrunde gemeinsam erfolgen. Für die Durchführung der Interviews bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, wie beispielsweise das Telefoninterview, das mündliche Interview, die postalische Befragung, die schriftliche Gruppenbefragung oder die online Befragung. Ziel der Expertenbefragung sollte es sein, nach Möglichkeit eine Übereinstimmung der verschiedenen Meinungen, einen sog. ‚Common Sense‘, zu erzielen.	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	Das Verfahren kann je nach Befragungsform und Ausgestaltung vom Aufwand her unterschiedlich ausfallen. In der Regel sind einfache Befragungsformen bereits zielführend, gleichzeitig gut handhabbar und vielseitig einsetzbar. Durch die gezielte Befragung ausgewiesener Experten können die Zuverlässigkeit und Genauigkeit erhöht werden, wengleich durch die subjektive Bewertung der Befragten die Objektivität und Transparenz erheblich eingeschränkt sein können.	

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.

Teilformalisierte Verfahren		
<b>Vorteil-Nachteil-Analyse</b>		
<b>Beschreibung</b>	<p>Die Vorteil-Nachteil Analyse ähnelt der Argumentenbilanz. Im Gegensatz zur Argumentenbilanz erfolgt in diesem Verfahren die Bewertung mittels der Vergabe von Bewertungspunkten oder Symbolen. In diesem Verfahren ist daher die zu verwendende Bewertungssystematik zu definieren. Dabei werden prinzipiell qualitative Bewertungsmerkmale, wie ‚gut‘, ‚mittel‘ und ‚schlecht‘ verwendet, welche durch entsprechende Symbole (‚+‘, ‚o‘ und ‚-‘) oder durch entsprechende Zahlenwerte (+1, 0, -1) auch quantitativ ausgedrückt werden können. Das Gesamtergebnis einer Strategie ergibt sich bei der Verwendung von Symbolen aus dem Gesamteindruck der einzelnen Kriterienbewertungen oder bei der Verwendung von Zahlenwerten zusätzlich durch einfache mathematische Berechnungen (z. B. Summenbildung, arithmetisches Mittel).</p>	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	<p>Das Verfahren weist einige Vorzüge gegenüber anderen Verfahren auf, da es zum einen leicht handhabbar und verständlich und auch der Aufwand als vergleichsweise gering einzuschätzen ist. Zum anderen wird durch die dezidierte Betrachtung und Bewertung verschiedener Kriterien eine höhere Transparenz und Genauigkeit möglich, da den einzelnen Kriterien nun auch jeweils ein numerischer Wert zugewiesen werden kann. Jedoch sind die Bewertung und damit auch die Zuverlässigkeit und Genauigkeit noch stark von der Expertise und der Ansicht der bewertenden Person(en) abhängig.</p>	
<b>Multikriterielle Wirkungsanalyse</b>		
<b>Beschreibung</b>	<p>In diesem Verfahren werden verschiedene Wirkungen einer Strategie nominal-, ordinal- oder kategorialskaliert bewertet. Da es möglich ist, verschiedene Skalierungen zu verwenden, ist eine Transformation der verschiedenen Wirkungskriterien in eine einheitliche Größe nicht notwendig. Nach abgeschlossener Bewertung der einzelnen Kriterien und den Wirkungen kann das Ergebnis anhand eines Wirkungsprofils (Stärken-Schwäche-Profil) dargestellt werden. Das Verfahren erlaubt es somit, eine vergleichende Gegenüberstellung verschiedener Alternativen anzustellen, auf deren Grundlage eine Entscheidung getroffen werden kann.</p>	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	<p>Das Verfahren zeichnet sich durch die Berücksichtigung einer Vielzahl von Kriterien unter Beibehaltung der originären Mess- und Kenngrößen aus. Durch das Stärken-Schwächen-Profil werden zudem die Vergleichbarkeit und die Transparenz erhöht. Allerdings unterliegt die Bewertung, insbesondere bei einer qualitativen Ausrichtung, weiterhin subjektiven Einflüssen. Es sind keine größeren mathematischen Operationen notwendig. Die Methode ist trotz der erhöhten Formalisierung gut verständlich und durchführbar.</p>	

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.

<b>Verträglichkeitsanalyse und Eliminationsverfahren</b>		
<b>Beschreibung</b>	<p>Die Verträglichkeitsanalyse ähnelt vom Prinzip her der zuvor erläuterten multikriteriellen Wirkungsanalyse, mit dem Unterschied, dass in diesem Verfahren neben dem Wirkungsprofil auch ein Anforderungsprofil erstellt wird. In diesem werden für die verschiedenen Kriterien Grenzwerte definiert, die beispielsweise aus gesetzlichen oder anderen Vorgaben heraus resultieren können. Durch den direkten Vergleich zwischen den Wirkungs- und Anforderungsprofilen kann ermittelt werden, ob die jeweilige Strategie die gesetzten Anforderungen erfüllt. Dieses Verfahren erlaubt es somit, dass neben dem Vergleich verschiedener Alternativen auch lediglich einzelne Strategien auf ihre Zulässigkeit hin untersucht werden können.</p> <p>Weiterhin lassen sich die festgelegten Grenzwerte des Anforderungsprofils im Rahmen eines iterativen Prozesses sukzessive ‚verschärfen‘, um so ungeeignete Strategiealternativen zu eliminieren, und eine Teilmenge an zulässigen Strategiealternativen zu ermitteln.</p>	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	<p>Das Verfahren zeichnet sich, wie die multikriterielle Wirkungsanalyse, durch die Berücksichtigung einer Vielzahl von Kriterien unter Beibehaltung der originären Mess- und Kenngrößen aus. Durch das Stärken-Schwächen-Profil und die Definition eines Anforderungsprofils werden zudem die Vergleichbarkeit, die Transparenz und insbesondere die Aussagefähigkeit erhöht. Allerdings steigt durch die Definition des Anforderungsprofils der Aufwand zur Durchführung der Methode. Die Methode ist gut verständlich und handhabbar.</p>	
<b>Einfaches Rangordnungsverfahren</b>		
<b>Beschreibung</b>	<p>Ziel ist es in diesem Verfahren, durch den paarweisen Vergleich aller Alternativen eine Rangordnung zu erstellen. Dabei ist durch eine qualitative oder quantitative Bewertung zu entscheiden, welche Strategiealternative einer anderen überlegen ist. Die Alternative, die in einem Vergleich ‚gewonnen‘ hat, wird in eine Paarvergleichsmatrix eingetragen. Dieses Vorgehen wird so lange durchgeführt, bis alle Alternativen miteinander verglichen worden sind. Gegen Ende der Bewertung wird die Anzahl an Nennungen (‚Gewinne‘) für jede Strategie per Spaltensumme ermittelt. Die Strategiealternative, welche die meisten Nennungen aufweist, wird schließlich ausgewählt.</p>	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	<p>Das Verfahren ist gut verständlich und einfach durchzuführen. Da nicht festgelegt ist, durch wen und nach welchen Kriterien der Vergleich erfolgt, mangelt es allerdings an Transparenz und Objektivität. Ebenso beeinträchtigt dies die Zuverlässigkeit und Genauigkeit des Verfahrens. Eine Vergleichbarkeit ist hingegen gegeben, da alle Alternativen miteinander verglichen werden.</p>	

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.

Formalisierte Verfahren		
Formalisiertes Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (FAR)		
Beschreibung	<p>Im FAR werden die einzelnen Kriterien jeder Alternative miteinander verglichen. Eine Transformation der Mess- und Kenngrößen der einzelnen Kriterien in einheitliche Werte ist dabei nicht erforderlich. Zunächst wird geprüft, ob es unter den zur Verfügung stehenden Alternativen solche gibt, die gewisse Anforderungen, beispielsweise gesetzlicher oder fiskalischer Natur, nicht erfüllen. Strategien, die solche Anforderungen nicht erfüllen, werden gemäß dem Eliminationsprinzip von den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen. Im nächsten Schritt werden die Alternativen für jedes Kriterium paarweise miteinander verglichen und die ‚überlegene‘ Strategie in ein entsprechendes Matrizenfeld eingetragen. Die Strategie, die einer anderen in der Mehrheit der Kriterien überlegen ist, wird auch im Gesamtvergleich als die überlegene Strategie identifiziert.</p>	Bestandteile
Eigenschaften	<p>In diesem Verfahren werden die Kriterien aller Alternativen miteinander verglichen. Das Verfahren ist verständlich und relativ einfach durchzuführen. Durch die Betrachtung einzelner Kriterien werden die Genauigkeit, Transparenz und Zuverlässigkeit im Gegensatz zum einfachen Rangordnungsverfahren erhöht. Allerdings sollten solide Mess- und Kenngrößen für die Bewertung verwendet werden, was den Aufwand und die Datenabhängigkeit erhöht. Auch durch dieses Verfahren wird die Erstellung einer Rangordnung ermöglicht.</p>	
<b>Nutzen-Kosten-Analyse</b>		
Beschreibung	<p>In der NKA geht es darum, die positiven und negativen Wirkungen einer Strategie für die Mitglieder der Gesellschaft in Nutzengrößen zu bewerten und in monetären Äquivalenten zu erfassen. Bei der NKA werden somit die zu erwartenden Kosten dem ebenfalls zu erwartenden Nutzen in Geldeinheiten gegenübergestellt. Ein Vorhaben ist demnach dann erstrebenswert, wenn der Quotient aus Nutzen und Kosten größer als eins oder die Differenz aus Nutzen und Kosten größer null ist. Erstreckt sich die Vorhabendauer über mehrere Zeiteinheiten, sind die zu erwartenden Kosten und der zu erwartende Nutzen über einen entsprechenden Zinssatz auf den Gegenwartswert zu diskontieren.</p>	Bestandteile
Eigenschaften	<p>Dieses Verfahren ist ein bekanntes und weit verbreitetes Instrument zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit. Bei ordnungsgemäßer Anwendung und qualitativ hochwertiger Datenbasis können relativ objektive und genaue Ergebnisse erzielt werden. Allerdings sind die Datenabhängigkeit und der Aufwand zur Monetarisierung des Nutzens entsprechend hoch.</p>	

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.

Wirksamkeits-Kosten-Analyse		
<b>Beschreibung</b>	In diesem Verfahren werden die ermittelten Wirkungen den ermittelten Kosten gegenübergestellt und durch einen Quotienten ausgedrückt. Das Ergebnis kann als Wirksamkeits-Kosten-Quotient oder auch in Form eines Diagramms dargestellt werden, in dem die Kosten über die Wirksamkeit abgetragen werden (Kosten-Wirksamkeits-Matrix). Auf eine Monetarisierung der Wirkungen wird somit verzichtet, was den Vorteil hat, dass auch solche Wirkungen und Kriterien berücksichtigt werden, die nur schwer oder gar nicht zu monetarisieren sind.	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	Das Verfahren ist ebenfalls ein bekanntes und probates Mittel zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit. Bei ordnungsgemäßer Anwendung und qualitativ hochwertiger Datenbasis können relativ objektive und genaue Ergebnisse erzielt werden. Der Verzicht auf eine Monetarisierung des Nutzens macht das Verfahren einfacher und vielfältig einsetzbar.	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Erstellung eines Zielsystems</b></li> <li>• <b>Definition von Bewertungskriterien</b></li> <li>• <i>Formulierung von Nebenbed. (opt.)</i></li> <li>• <i>Formulierung von Alternat. (opt.)</i></li> <li>• <b>Definition von Mess- und Kenngrößen</b></li> <li>• <b>Datenerhebung</b></li> <li>• <b>Diskontierung</b></li> <li>• <b>Wertermittlung</b></li> <li>• <b>Ermittlung von Zielerfüllungsgraden</b></li> <li>• <b>Definition von Zuordnungsregeln</b></li> <li>• <b>Aggregation</b></li> <li>• <i>Erstellung einer Rangordnung (opt.)</i></li> </ul>
Nutzwertanalyse		
<b>Beschreibung</b>	Zunächst werden die zu bewertenden Ziele, Unterziele, Kriterien, Alternativen und Nebenbedingungen definiert, anhand derer die Zielerreichung ermittelt werden soll. Der Gesamtzielbeitrag lässt sich somit in Einzelziele zerlegen, wodurch ein hierarchisches Zielsystem entsteht. Die Kriterien werden anschließend mittels eines Punktesystems gemäß dem jeweiligen Beitrag zur Zielerreichung auf der untersten Zielebene bewertet. Der Teilnutzen der übergeordneten Zielebenen sowie der Gesamtnutzen werden aufgrund der vorgenommenen Zielgewichtungen direkt berechnet, ohne dass eine weitere Bewertung auf einer anderen Zielebene vorgenommen werden muss.	<b>Bestandteile</b>
<b>Eigenschaften</b>	Die Nutzwertanalyse lässt eine detaillierte Bewertung verschiedener Kriterien zu. Zudem erlaubt die Methode, quantitative Gewichtungen vorzunehmen, was die Zuverlässigkeit und Genauigkeit erhöht. Allerdings ist der Aufwand zur Durchführung der Methode durch die vorgegebenen Methodenelemente entsprechend hoch. Durch die Aggregation des Bewertungsergebnisses tritt allerdings ein Informationsverlust ein, welcher sich nachteilig auf die Transparenz auswirkt.	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Erstellung eines Zielsystems</b></li> <li>• <b>Definition von Bewertungskriterien</b></li> <li>• <i>Formulierung von Nebenbeding. (opt.)</i></li> <li>• <i>Formulierung von Alternativen (opt.)</i></li> <li>• <b>Definition von Mess- und Kenngrößen</b></li> <li>• <b>Datenerhebung</b></li> <li>• <b>Gewichtung</b></li> <li>• <b>Wertermittlung</b></li> <li>• <b>Ermittlung von Zielerfüllungsgraden</b></li> <li>• <b>Definition von Zuordnungsregeln</b></li> <li>• <b>Aggregation</b></li> <li>• <i>Erstellung einer Rangordnung (opt.)</i></li> </ul>

Tabelle L 1: Methodenbeschreibung, -eigenschaften und -bestandteile  
(Zusammenstellung basierend auf Fornauf (2015), S. 56ff.)

Neben den Verfahren zur Bewertung gibt es auch solche zur Wirkungsermittlung von Maßnahmen und Strategien. Grundsätzlich lassen sich für die Wirkungsermittlung einzelner Zielbereiche auch die zuvor genannten Verfahren anwenden. Insbesondere die nichtformalisierten und teilformalisierten Verfahren lassen sich aufgrund des breiten Anwendungsspektrums auch für Wirkungsermittlungen einsetzen. Der Unterschied zwischen den Methoden bzw. Verfahren zur Bewertung und zur Wirkungsermittlung besteht darin, dass die Wirkungsermittlung auf rein deskriptiver Ebene stattfindet. Eine Bewertung anhand eines vorab definierten Zielsystems, Wertekontextes oder Referenzmaßstabes erfolgt bei der Analyse dieser verkehrsinduzierenden Wirkungen nicht, da es zunächst um die wertfreie Ermittlung

von Wirkungen verkehrlicher Maßnahmen bzw. Strategien geht. Die Wirkungsermittlung straßenverkehrsbezogener Maßnahmen kann in der Regel durch folgende Methoden bzw. Verfahren durchgeführt werden:

- qualitative Wirkungsermittlungen,
- Modellierung und Simulationen,
- Berechnungen,
- Vergleiche,
- Befragungen,
- Zielkonfliktanalysen,
- Experimente/Feldversuche und Messungen.

#### 1.4. Bewertungsablauf

Der grundsätzliche Bewertungsablauf über alle Phasen der Strategieentwicklung und Strategieumsetzung ist der folgenden Abbildung zu entnehmen und wird in den nachfolgenden Kapiteln näher beschrieben.

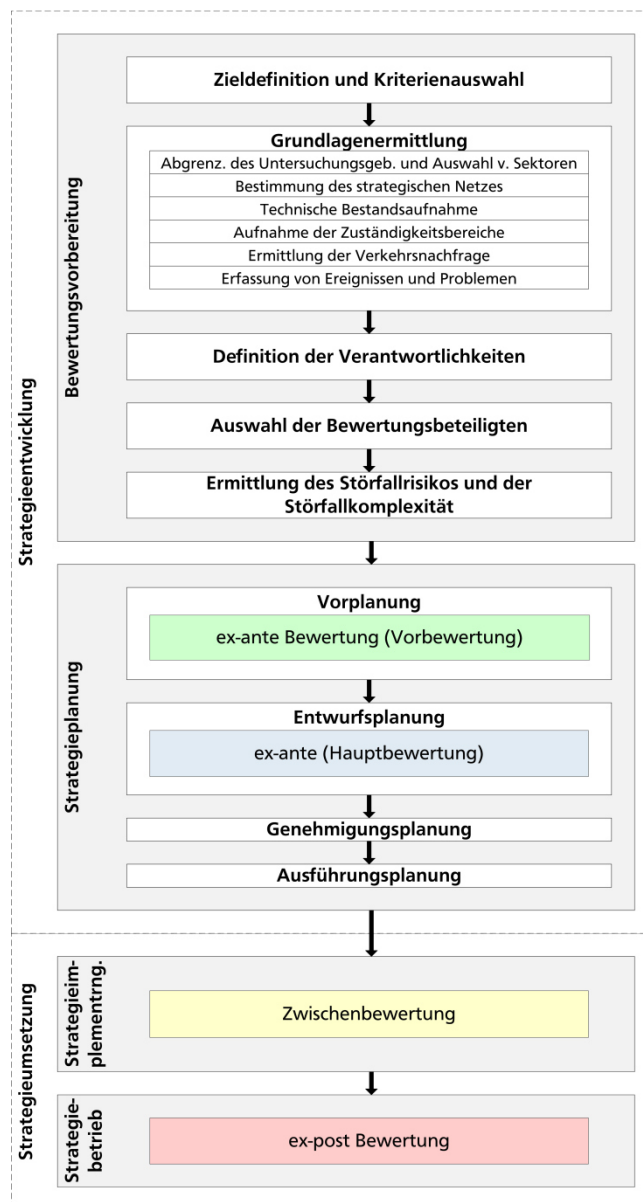


Abbildung L 1: Bewertungsablauf (basierend auf Fornauf (2015). S. 42).

Der Bewertungsprozess sollte so **einfach** wie möglich gehalten werden, um Ressourcen wie Personal, Zeit und Kosten zu sparen. Daher ist der Bewertungsaufwand dem Strategie- und Bewertungskontext anzupassen. Der gesamte Bewertungsprozess einschließlich der Ziel- und Kriteriendefinition sowie der verwendeten Verfahren muss für die an der Bewertung teilnehmenden Personen **handhabbar** und **verständlich** sein.

Der Teilnehmerkreis sollte sich demzufolge nur auf die relevanten Personen beschränken, um langwierige, unnötige und nicht-zielführende Diskussionen zu vermeiden. Die entsprechende Methodik ist so zu wählen, dass sie dem Bewertungskontext entspricht und unnötige Redundanzen vermieden werden. Der Bewertungsprozess ist daher so ‚**schlank**‘ wie möglich zu gestalten.

Die Bewertung ist ferner so durchzuführen und durch entsprechende Dokumentationen aufzubereiten, dass die einzelnen Bewertungsprozesse, Ergebnisse und Entscheidungen **transparent** und **nachvollziehbar** gegenüber Außenstehenden sind.



## 2. Bewertungsvorbereitung

Vor der eigentlichen Bewertung sind zunächst einige Vorbereitungen durchzuführen, auf deren Basis die darauffolgenden Schritte bauen. Diese umschließen

- die Definition von Zielen und die Auswahl von Bewertungskriterien,
- die Erhebung von Daten im Rahmen der Grundlagenermittlung,
- die Definition der Verantwortlichen,
- die Auswahl der Bewertungsbeteiligten sowie
- die Durchführung der Risikoermittlung.

### 2.1. Zieldefinition und Kriterienauswahl

Zu Beginn steht wie in jedem Bewertungsprozesses die Definition von Zielen und damit einhergehend die Auswahl von Bewertungskriterien. Hierbei ist zu klären, was zu bewerten ist (Produkte, Prozesse, Objekte oder Personen), und welche Ziele durch eine Strategie generell erreicht werden sollen. Die grundsätzlichen **Zielkategorien** umfassen

- die Verbesserung der **Verkehrsqualität und Mobilität**,
- die Verbesserung der **Verkehrssicherheit**,
- die Verbesserung der **Umwelt- und Umfeldsituation** sowie
- die Verbesserung der **Wirtschaftlichkeit**.

Die definierten Ziele können je nach Störfallsituation und Problemstellung priorisiert werden. Es wird empfohlen, die Bewertung von verkehrlichen Wirkungen zu priorisieren, da sich diese als eine Art „Leitindikator für die Wirksamkeit von Maßnahmen und Strategien“ eignen (FGSV (2003), S. 20). Wirkungen auf andere Bereiche, z. B. der Wirtschaftlichkeit oder der Umwelt, können aus den verkehrlichen Wirkungen abgeleitet werden, wobei zu beachten ist, dass Wirkungszusammenhänge und Kausalitäten mitunter schwer zu ermitteln und nachzuweisen sind. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn komplexe Strategien, bestehend aus verschiedenen Maßnahmen, zum Einsatz kommen sollen. Die Effektivität und Effizienz einer Strategie hängen allerdings nicht nur von den messbaren verkehrlichen und verkehrsinduzierten Wirkungen ab, sondern auch von der reibungslosen Umsetzung einer Strategie im Störfall. Daher ist bei der Bewertung zusätzlich die **Umsetzbarkeit** als weitere Ziel- und Kriterienkategorie mit aufzunehmen, welche die Basis für eine effektive Strategieanwendung bildet.

Bei der Auswahl und einer möglichen Gewichtung von Bewertungskriterien ist zunächst zu klären, welche verkehrsinduzierten Wirkungen mit einer Strategie erreicht werden sollen. Die Auswahl und Gewichtung von Kriterien richtet sich nach der Frage, welche Kriterien geeignet sind, um die Zielerreichung zu ermitteln bzw. abschätzen zu können. Die folgenden Kriterienkategorien und Kriteriengruppen können grundsätzlich zur Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements verwendet werden.

Kriterienkategorie: **verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen**  
 Kriteriengruppen: **Umwelt/Umfeld, Sicherheit und Mobilität/Qualität**

Kriterienkategorie: **wirtschaftliche Wirkungen**  
 Kriteriengruppen: **Kosten, Nutzen und sonst. volkswirtschaftliche Effekte**

Kriterienkategorie: **Umsetzbarkeit**  
 Kriteriengruppen: **Aktivierungsdauer, Zielkonflikte, Akzeptanz/ Verständlichkeit, Kommunikation/ Vernetzung und Funktionalität/Zuverlässigkeit**

Die jeweiligen Kriterienkategorien, Kriteriengruppen und Einzelkriterien samt einigen Mess- und Kenngrößen sind der folgenden Abbildung zu entnehmen. Eine Auflistung der Kriterien und Messgrößen ist zudem in der **Anlage 8** vorzufinden.

Verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen	Wirtschaftliche Wirkungen	Umsetzbarkeit
<p><b>Umwelt/Umfeld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffbelastung (u.a. CO<sub>x</sub>, PM<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>)</li> <li>• Lärmbelastung (db(A))</li> <li>• Erschütterung (dB<sub>v</sub>)</li> <li>• Energieverbrauch (u.a. J, l, t)</li> <li>• Flächenverbrauch/ -nutzung (u.a. km<sup>2</sup>, ha)</li> <li>• Wohn- und Standortqualität</li> </ul> <p><b>Sicherheit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unfall mit Getöteten</li> <li>• Unfall mit Schwerverletzten</li> <li>• Unfall mit Leichtverletzten</li> <li>• schwerwiegender Unfall mit Sachschaden</li> <li>• sonstige Schadensunfälle unter Einfluss berauschender Mittel</li> <li>• sonstige Schadensunfälle ohne Einfluss berauschender Mittel</li> <li>• Unfallschwere (Anz. Verunglückte/100 Unf.)</li> <li>• Unfalldichte (Unfälle/Zeitraum)</li> <li>• Unfallrate (Unfälle/1 Mio.Kfz-km)</li> </ul> <p><b>Mobilität/Qualität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslastungsgrad (q/C)</li> <li>• Verkehrsdichte (-)</li> <li>• mittlere Wartezeit (s)</li> <li>• Beförderungsgeschwindigkeit (km/h)</li> <li>• Störungswahrscheinlichkeit (-)</li> <li>• Mittlere Ein-/ Ausfahrtdauer (s)</li> <li>• Fahrzeugdurchsatz (Fz/h)</li> <li>• mittlere Verkehrsleistung (km/Fz)</li> <li>• mittlere Dichte (Fz/km)</li> <li>• mittlere Geschwindigkeit (km/h)</li> <li>• mittlere Reisezeit (min/Fz)</li> <li>• mittlere Wegelänge (km)</li> <li>• Anzahl der Staukilometer (km)</li> <li>• Mobilitätsrate/ Wegehäufigkeit (Anzahl der Wege/Person u. Tag)</li> <li>• Mobilitätstreckenbudget/ Reiseweiten (Summe der Wegelängen/Person u. Tag)</li> <li>• Mobilitätszeitbudget (Zeitaufwand aller Reisen/Person u. Tag)</li> </ul>	<p><b>Kosten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionskosten</li> <li>• Betriebskosten</li> <li>• Instandhaltungs- und Verschleißkosten</li> <li>• Personalkosten</li> <li>• Kosten für den Einsatz von Rettungskräften, Ersatzverkehren, etc.</li> <li>• Finanzierungskosten</li> <li>• Fahrzeugbetriebskosten</li> <li>• Transportkosten im Güterverkehr</li> <li>• Opportunitätskosten</li> <li>• Grenzkosten</li> </ul> <p><b>Nutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung der Betriebskosten</li> <li>• Veränderung der Unfallkosten</li> <li>• Veränderung der Lärmbelastung</li> <li>• Veränderung der Erschütterungsbelastung</li> <li>• Veränderung der Schadstoffbelastung</li> <li>• Veränderung der Klimabelastung</li> <li>• Veränderung von Nutzergebühren und Erlösen</li> <li>• Veränderung der Erreichbarkeit</li> <li>• Veränderung der Fahrzeiten</li> <li>• Verbilligung von Beförderungsvorgängen</li> <li>• Veränderung der Transportkosten</li> <li>• Kosten durch Schädigung der Gesundheit</li> <li>• Kosten durch Schädigung der Vegetation</li> <li>• Veränderung der Wirkung des induzierten Verkehrs</li> <li>• Veränderung der Flächenverfügbarkeit und Flächennutzung</li> <li>• Grenznutzen</li> </ul> <p><b>sonst. volkswirt. Effekte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschäftigungseffekte</li> <li>• Veränderung des Wirtschaftswachstums</li> <li>• Veränderung der Investitionen</li> <li>• Veränderung der Gewerbesteuererinnahmen</li> <li>• Veränderung des Bruttoregionalproduktes</li> </ul>	<p><b>Aktivierungsdauer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassungsdauer (Dauer für die Erkennung eines Störfalls)</li> <li>• Übertragungsdauer (Dauer für die Übertragung relevanter Störfallinformationen an die involvierten Entscheidungsträger)</li> <li>• Entscheidungsdauer (Dauer bis die Entscheidungsträger zu einem Ergebnis gekommen sind)</li> <li>• Kommunikationsdauer (Dauer bis die Strategieentscheidung an alle beteiligten Akteure übermittelt worden ist)</li> <li>• Umsetzungsdauer (Dauer bis alle Maßnahmen und systemtechnischen Komponenten aktiviert worden sind)</li> <li>• Übergangsdauer (Dauer bis der gewünschte, stabile Verkehrszustand erreicht wird)</li> </ul> <p><b>Akzeptanz/Verständlichkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Befolgungsgrad</b></li> <li>• wahrgenommene Verbindungsqualität</li> <li>• Nutzungsbedingungen und Nutzungskosten</li> <li>• Informationssystem</li> <li>• Verfügbarkeit des Endgeräts</li> <li>• Empfangsbereitschaft des Reisenden</li> <li>• Aufbereitungsform, Darstellung</li> <li>• Zeitpunkt der Informationsversorgung</li> <li>• Konsistenz der Informationen</li> <li>• Qualität der Informationen</li> <li>• individuelle Gewohnheiten und Präferenzen</li> <li>• korrekter Inhalt der Informationen</li> <li>• Glaubwürdigkeit und Widerspruchsfreiheit</li> <li>• Angabe von Gründen</li> <li>• Größe der Netzmasche</li> <li>• Umwegfaktor</li> <li>• Ortskundigkeit der Verkehrsteilnehmer</li> <li>• menschliche Faktoren (z. B. Alter)</li> </ul>
	<p><b>Zielkonflikte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verkehrliche Zielkonflikte</li> <li>• ökonomische Zielkonflikte</li> <li>• ökologische Zielkonflikte</li> <li>• gesellschaftliche Zielkonflikte</li> <li>• organisatorische Zielkonflikte</li> <li>• personale Zielkonflikte</li> <li>• systemtechnische Zielkonflikte</li> <li>• sicherheitsrelevante Zielkonflikte</li> </ul> <p><b>Funktionalität/Zuverlässigkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der personellen und technischen Einsatzbereitschaft in puncto Einsatzort, Einsatzdauer und Einsatzzeitpunkt</li> <li>• Sicherstellung eines robusten Betriebs bzw. Einsatzes verschiedener Elemente (Technik und Personal)</li> <li>• Sicherstellung der Verfügbarkeit aller notwendigen Ressourcen (Zeit, Technik, Personal, finanzielle Mittel)</li> </ul>	<p><b>Kommunikation/Vernetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung relevanter Akteure sowie Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiche</li> <li>• Festlegung klarer Kommunikations- und Entscheidungswege sowie Handlungsbeefehle</li> <li>• Festlegung eindeutiger Entscheidungsregeln und -abläufe</li> <li>• Vermeidung unnötiger Kommunikationswege (Redundanzen)</li> <li>• Gewährleistung der Kompatibilität und Funktionsfähigkeit auf der technisch-physischen Ebene</li> <li>• Sicherstellung der konzeptionell-funktionalen Elemente (z. B. Erreichbarkeit, Bedienbarkeit)</li> <li>• Sicherstellung der organisatorisch-institutionellen Kompatibilität (z. B. Vereinbarungen)</li> <li>• Wahl einer geeigneten Vernetzungsform (monozentrisch, polyzentrisch, Mischformen)</li> <li>• Gewährleistung einer frühzeitigen visuellen und auditiven Informationsversorgung</li> <li>• Sicherstellung der Integrierbarkeit neuer technischer und/oder prozessualer Elemente</li> <li>• Sicherstellung eines einheitlichen Verständnisses über etwaige Begriffe, Zeichen und Symbole</li> </ul>

Abbildung L 2: Kriterienübersicht zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement (basierend auf Fornauf (2015), S. 101ff.).

Eine Gewichtung und Priorisierung von Zielen und Kriterien sollte aus Aufwands- und Plausibilitätsgründen grundsätzlich auf verbal-argumentativer Ebene erfolgen, sofern eine quantitative Gewichtung durch die Verwendung eines bestimmten Verfahrens nicht explizit gefordert ist.

## 2.2. Grundlagenermittlung

Für eine aussagekräftige Bewertung ist es notwendig, über eine entsprechende Datenverfügbarkeit in Quantität und Qualität zu verfügen sowie eindeutige Bewertungs- und Entscheidungsgrößen zu definieren (vgl. FGSV (2003), S. 20ff.). Daher kommt der Grundlagenermittlung und damit verbundenen Datenerhebung eine hohe Bedeutung zu. Die Grundlagenermittlung ist bereits im Hinweispapier ‚Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement‘ der FGSV thematisiert worden und umfasst:

- **die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und der Auswahl von Sektoren**  
relevant für die Ermittlung der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen, der Umsetzbarkeit, der Komplexität des Wirkungsumfeldes sowie der Verantwortlichkeiten;
- **die Bestimmung des strategischen Netzes**  
relevant für die Ermittlung der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen, der Umsetzbarkeit sowie der Komplexität des Verkehrsnetzes;
- **die technische Bestandsaufnahme**  
relevant für die Ermittlung der Umsetzbarkeit (v. a. Bestimmung der Funktionalität/Zuverlässigkeit sowie Kommunikation/Vernetzung) sowie der Datenerhebung;
- **die Aufnahme der Zuständigkeitsbereiche**  
relevant für die Ermittlung der Umsetzbarkeit, für die Definition der Verantwortlichkeiten sowie für die Bestimmung der Bewertungsbeteiligten;
- **die Ermittlung der Verkehrsnachfrage**  
relevant für die Ermittlung der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen sowie der Komplexität der Verkehrsnachfrage;
- **die Erfassung von Ereignissen und Problemen**  
relevant für die Ermittlung der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen, der Folgen eines Störfalls (Anzahl Betroffener, Intensität und Schwere der Folgen für den Einzelnen) sowie der Häufigkeit einer Störfallsituation (spontan, sporadisch oder regelmäßig) (vgl. bzgl. der Auflistung (ohne Bewertungsbezug) und für detailliertere Informationen FGSV (2003), S. 7ff.)

Welche Daten zu erheben sind, hängt von der Zieldefinition und Kriterienauswahl ab. In welcher Quantität und Qualität eine Datenerhebung und Datenaufbereitung zu erfolgen hat, ist zudem vom Bewertungskontext abhängig. Für nichtformalisierte Bewertungsausrichtungen sind die Anforderungen an die Datenqualität geringer als bei formalisierten Bewertungen, bei denen die Qualität der Eingangsdaten einen hohen Einfluss auf die Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Richtigkeit der Bewertungsergebnisse nimmt. Die Datenerhebung kann beispielsweise mittels automatisierter Erfassungen (Detektionsschleifen, Video- oder Infrarotdetektion), Zählungen, Beobachtungen, Dokumentenanalysen oder Befragungen vollzogen werden.

## 2.3. Verantwortlichkeiten

Zu Beginn eines Bewertungsverfahrens sind die Verantwortlichkeiten zu definieren. In diesem Zusammenhang ist zu klären, wer die **Bewertung initiiert, organisiert, überwacht, steuert und ggfs. in letzter Instanz Entscheidungen trifft**. In der Regel ist dies der im Auftrag der politischen Instanzen handelnde öffentliche Baulastträger (Stadt, Land, Bund). Konkret liegt die Verantwortung in vielen Fällen in den entsprechenden Verkehrsmanagementzentralen der Städte oder Länder, welche auch die operationale Verkehrssteuerung innehaben. Der Aufbau der Verwaltung unterscheidet sich allerdings von Bundesland zu Bundesland bzw. von Stadt zu Stadt, so dass keine einheitliche Aussage getroffen werden kann.

Die für die Bewertung verantwortliche(n) Person(en) sollten folgende Aufgaben im Rahmen der Strategiebewertung erfüllen oder delegieren:

- Auswahl der Personen, die an der Bewertung zu beteiligen sind,
- Abstimmung und Koordination mit anderen Verantwortlichen bei zuständigkeitsübergreifenden Strategien,
- Einberufung und Organisation sämtlicher Arbeitstreffen,
- Vorbereitung der Arbeitstreffen und Bereitstellung von Daten und Informationen,
- Erarbeitung von Vorschlägen bzgl. der Zieldefinition, der Kriterienauswahl und ggfs. der Kriteriengewichtung,
- Mitwirkung an der Strategieentwicklung und Strategiebewertung,
- Moderation der Arbeitstreffen,
- Festlegung und Überwachung von Zeit- und Kostenplänen,
- Bildung von Arbeitsgruppen zur Bewertung von Teilbereichen (Kriterienkategorien oder Kriteriengruppen),
- Zusammenführung und Kontrolle von Teilergebnissen,
- Unterstützung der Entscheidungsfindung (z. B. Erarbeitung von Kompromissvorschlägen, Zusammenfassung der (Teil-)Bewertung, Darlegung der Vor- und Nachteile verschiedener Strategiealternativen),
- Dokumentation des Bewertungsprozesses und der Entscheidungsfindung.

Die zuständige(n) Person(en) müssen zudem die Entscheidungen gegenüber anderen Interessengruppen und -vertretern (z. B. Verkehrsteilnehmer, Anwohner, Politiker, Rechnungshöfe) **rechtfertigen** können.

Bei gebietsübergreifenden bzw. zuständigkeitsübergreifenden, baulasträgerübergreifenden oder verkehrsmittelübergreifenden Strategien sind die Aufgaben und Verpflichtungen von den jeweiligen verantwortlichen Personen gemeinsam und konsensual abzustimmen. Alternativ kann in diesem Fall die **Verantwortung** auch an interne oder externe Personen bzw. Institutionen **übertragen werden** (z. B. Ingenieurbüros), auf die sich die involvierten Akteure geeinigt haben. Dies kann den Abstimmungs- und Entscheidungsprozess vereinfachen bzw. beschleunigen und kann darüber hinaus dafür sorgen, dass eine gewisse Neutralität gewahrt bleibt.

## 2.4. Beteiligte

Je nach Zielformulierung, Störfallrisiko und Bewertungskontext bietet sich die Beteiligung verschiedener Personen aus unterschiedlichen Bereichen an. Diese umfassen in der Regel:

- für die **Strategieplanung und -umsetzung verantwortliche Personen** der zuständigen Verkehrsmanagementabteilung (Abteilungsleiter),
- sonstige an der **Strategieentwicklung und Strategieumsetzung beteiligte Personen** aus entsprechenden Abteilungen (Verkehrssingenieure (Strategen), Operatoren),
- **Techniker** (Experten meist aus dem Tiefbauamt u. a. für die systemtechnische Vernetzung, Programmierung von Schaltbefehlen, Lichtsignalanlagen, Informations- und Steuerungstafeln),
- **Polizei**,
- Vertreter der genehmigenden **Behörde**,
- **weitere Akteure** (Einsatzleiter, Rettungskräfte, Stadionbetreiber, Parkhausbetreiber, ÖV-Betreiber, Verkehrswacht, Ordnungsamt),
- Fachleute für **Finanzfragen** (z. B. Kämmerer),
- Personen sonstiger **Interessengruppen** (z. B. Anwohner, Umweltverbände, Wirtschaftsverbände),

- Repräsentanten der **Politik**,
- sonstige **Sachverständige** u. a. aus den Bereichen Umwelt, Wirtschaft, IT (z. B. Entwicklung von Smartphone-Apps) sowie Juristen.

Empfehlungen, welche Personen in den spezifischen Bewertungssituationen zu beteiligen sind, werden in den nachfolgenden Kapiteln gegeben.

**2.5. Risikoermittlung und grundsätzliche Verfahrenszuordnung**

Basis für die **Bewertungsausrichtung** ist das Risiko, welches von einer bestimmten Störfallsituation ausgeht. Störfallsituationen mit einem geringen Risiko erfordern in der Regel Strategien mit wenigen Maßnahmen und einer geringen Komplexität, weshalb auch die Anforderungen an die Bewertung geringer sind. Im Gegensatz dazu sind für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung auch anspruchsvolle und meist komplexe Strategien notwendig, für die aufwendigere und genauere Bewertungen nötig sind.

Das **Risiko** ergibt sich aus dem Produkt der Folgeschwere und der Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Folgeschwere lässt sich durch Indikatoren, wie die Anzahl der Betroffenen, die Intensität bzw. Schwere der Folgen für den Einzelnen sowie der Dauer einer Störfallsituation abschätzen. Die Häufigkeit des Auftretens kann zwischen spontanen (z. B. Unfälle, Wasserrohrbrüche), sporadischen (z. B. Baustellen) oder regelmäßigen (Berufs- oder Ferienverkehre) Störfallereignissen unterschieden werden. Die Zuordnung der einzelnen Risikokategorien ‚gering‘, ‚mittel‘ und ‚hoch‘ ist der nachstehenden Abbildung zu entnehmen.

<b>Störfallrisiko (grundsätzliche Abschätzung der Strategie- und Bewertungsanforderung)</b>				
Das Risiko ergibt sich aus dem Produkt der Faktoren der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Störfallsituation und der Folgeschwere, die aus der Störfallsituation resultiert.		Folgeschwere		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl Betroffener</li> <li>• Intensität/Schwere der Folgen für den Einzelnen</li> <li>• Dauer der Störfallsituation</li> </ul>		
		gering	mittel	hoch
Häufigkeit des Auftretens	selten	Risiko gering	Risiko mittel	Risiko hoch
<ul style="list-style-type: none"> <li>• spontan (z. B. Unfälle)</li> <li>• sporadisch (z. B. Baustellen)</li> <li>• regelmäßig (z. B. Berufsverkehre, Ferienverkehre, Veranstaltungen)</li> </ul>	gelegentlich	Risiko gering	Risiko mittel	Risiko hoch
	häufig	Risiko mittel	Risiko hoch	Risiko hoch

Abbildung L 3: Ermittlung der Risikokategorien (vgl. Fornauf (2015), S. 43).

Eine allgemeingültige Quantifizierung der Indikatoren bzw. eine zahlenmäßige Abgrenzung der verschiedenen Risikokategorien ist nicht plausibel herzuleiten, weshalb die Einschätzung auf qualitativer Ebene zu erfolgen hat.

Zur Unterstützung der Ermittlung der Risikokategorien und als Hinweis für die **Bewertungsausgestaltung** kann zusätzlich die Komplexität der Störfallsituation berücksichtigt werden. Diese setzt sich aus den folgenden Indikatoren zusammen, die ebenfalls qualitativ zu bestimmen sind:

**Komplexität des Wirkungsumfeldes (Welche Bereiche sind von einer Störfallsituation betroffen?)**

- nur Verkehrsteilnehmer (Qualität, Mobilität, Sicherheit),
- Verkehrsteilnehmer, Anwohner, Unternehmer und andere Interessengruppen (Qualität und Mobilität, Sicherheit, Umwelt und Umfeld sowie Wirtschaftlichkeit).

**Komplexität der Verkehrsnachfrage (Wie viele und welche Verkehrsteilnehmer sind betroffen?)**

- Gesamtbelastung,
- Zusammensetzung (MIV, ÖV, nichtmotorisiert).

**Komplexität des Verkehrsnetzes (Wie groß ist die Maschenweite und der Umwegfaktor?)**

- innerörtliches Straßennetz,
- außerörtliches Straßennetz.

Dem Risiko einer Störfallsituation, den darauf basierenden Strategieanforderungen und den Bewertungsanforderungen liegt grundsätzlich der folgende Zusammenhang zugrunde:

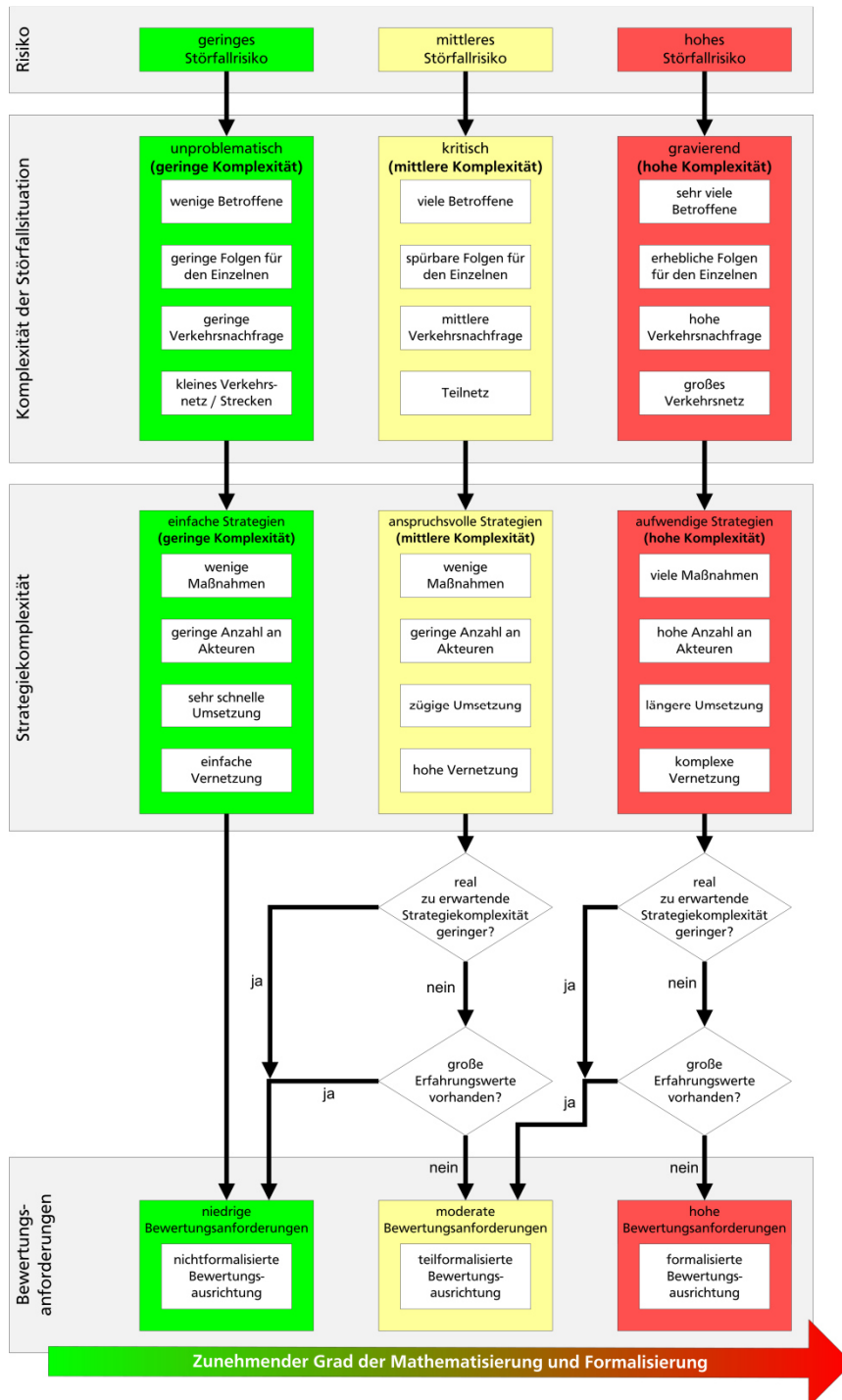


Abbildung L 4: Grundsätzlicher Zusammenhang zwischen dem Störfallrisiko, der Störfallkomplexität, der Strategiekomplexität und den Bewertungsanforderungen (vgl. Fornauf (2015), S. 129).

**Nichtformalisierte Bewertungen** sind einfach und schnell durchzuführen, da keine Verfahrensschritte vorgegeben, und umfangreiche Datenerhebungen und –auswertungen nicht zwingend erforderlich sind. Neben dem geringen Aufwand sind die Verfahren für den Anwender leicht verständlich, gut handhabbar und für die Bewertung nahezu aller Kriterien geeignet. Allerdings sind die Verfahren durch den hohen subjektiven Einfluss meist ungenau, unzuverlässig und intransparent bzw. für Außenstehende nur schwer nachzuvollziehen. Nichtformalisierte Bewertungsverfahren bieten sich grundsätzlich für einfache Strategien mit einer **geringen Risikoeinschätzung** der Störfallsituation an, für welche die Anforderungen hinsichtlich der Genauigkeit, Verlässlichkeit und Transparenz in der Regel nicht so hoch sind.

**Formalisierte Bewertungen** eignen sich hingegen grundsätzlich für komplexe Strategien, welche für Störfälle mit einer **hohen Risikoeinschätzung** konzipiert werden. Sie sind stärker mathematisiert und zeichnen sich durch ein strukturiertes Vorgehen mit verbindlichen Verfahrensbestandteilen aus. Aus diesem Grund ist die Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Transparenz und auch die Objektivität höher als bei nichtformalisierten Verfahren. Allerdings ist die Durchführung dieser Verfahren aufwändiger und benötigt für ein aussagekräftiges Bewertungsergebnis auch eine quantitativ und qualitativ ausreichend solide Datenbasis.

Teilformalisierte Bewertungen bilden eine Kombination der beiden zuvor beschriebenen Bewertungsausrichtungen. Sie sind stärker strukturiert als nichtformalisierte Verfahren, weisen aber weniger Vorgaben im Vergleich zu formalisierten Bewertungsverfahren auf, was eine flexible Handhabung erlaubt. Dadurch ist es auch möglich, sowohl qualitative als auch quantitative Elemente gemeinsam zu verwenden. Eine ausgeprägte Mathematisierung ist bei dieser Bewertungsausrichtung nicht notwendig, so dass keine aufwendigen Datenerhebungen und Rechenoperationen nötig, aber möglich sind. Demzufolge sind teilformalisierte Bewertungen verständlich und handhabbar, unterliegen aber, je nachdem, ob ein eher quantitativer oder qualitativer Bewertungsschwerpunkt gesetzt wurde, subjektiven Einflüssen. Dadurch bedingt ist die Genauigkeit, Objektivität und Zuverlässigkeit der Ergebnisse in der Regel schwächer ausgeprägt als bei formalisierten Verfahren und stärker ausgebildet im Vergleich zu nichtformalisierten Verfahren. Insgesamt eignen sich **teilformalisierte Bewertungen** für die Bewertungen von Strategien mit einer **mittleren Risikoeinschätzung**.

Zwei Faktoren nehmen **Einfluss auf die Verfahrenszuordnung**. Diese sind zum einen **Erfahrungswerte** auf Seiten der Verantwortlichen und von den in eine Bewertung involvierten Personen sowie zum anderen die **Strategiekomplexität**, die unter Umständen geringer ausfallen kann, als dies ursprünglich angenommen wurde. Hohe Erfahrungswerte liegen vor, wenn bereits vergleichbare Strategien im Untersuchungsgebiet entwickelt und in Betrieb genommen oder entsprechende Erfahrungen in anderen Untersuchungsgebieten gemacht wurden und zugänglich sind. Eine geringe Strategiekomplexität liegt dann vor, wenn weit weniger Maßnahmen für eine Strategie erforderlich sind, als dies für Störfallsituationen mit einer hohen oder mittleren Risikoeinschätzung ursprünglich angenommen werden konnte. Sofern hohe Erfahrungswerte und/oder eine geringere Strategiekomplexität vorliegen, kann gemäß Abbildung 32 eine gewisse Verfahrenserleichterung erfolgen, da in beiden Fällen ein geringerer Aufwand gerechtfertigt erscheint.

---

### 3. Bewertungsdurchführung

---

Für die Bewertung sind unabhängig einer nichtformalisierten, teilformalisierten oder formalisierten Ausrichtung die folgenden Schritte durchzuführen:

- Zunächst sind die **Bewertungsverfahren** festzulegen, welche im konkreten Fall herangezogen werden sollen. Dies hängt, wie bereits erläutert, von dem Risiko der Störfallsituation, der Strategiekomplexität und dem Bewertungskontext (Erfahrungswerte, Ressourcen) ab.
- Für die Durchführung einer Bewertung ist auf Basis der in der Grundlagenermittlung erhobenen Daten zunächst eine **Informations- und Datenaufbereitung** durchzuführen, auf deren Basis die Bewertung erfolgt. Dies kann auf qualitative Weise (Zusammenstellung und/oder Auswahl bewertungsrelevanter Daten oder Informationen) oder quantitative Weise (Simulationen, Berechnungen) geschehen.
- Weiterhin ist in einem weiteren Schritt festzulegen, welche **Bewertungsmaßstäbe bzw. Skalen** (Nominalskala, Ordinalskala, Intervallskala oder Ratioskala) verwendet werden sollen. Dies hängt zum einen vom Formalisierungsgrad, und zum anderen von den zu bewertenden Kriterien ab.
- Im nächsten Schritt wird eine qualitative oder quantitative **Wertzuweisung** durchgeführt. In welcher Form diese geschieht, hängt wiederum von folgenden Indikatoren ab:
  - den definierten **Zielen** (stehen quantifizierbare oder qualifizierbare Ziele im Vordergrund?),
  - den zur Verfügung stehenden Daten (lassen die zugrundeliegenden Daten eine Quantifizierung zu?),
  - den gewählten Verfahren und **Bewertungsskalen** (ist eine Quantifizierung vorgesehen?),
  - der Eigenschaft eines **Kriteriums** (ist es überhaupt quantifizierbar?),
  - der **Notwendigkeit** (ist eine Quantifizierung überhaupt nötig und sinnvoll?),
  - den **Ressourcen** (lassen Personal und Ausstattung (Hard- und Software) überhaupt eine sinnvolle Quantifizierung zu?).
- Schließlich ist eine **Entscheidung** zu treffen, in der Vor- und Nachteile, die Wirkungen und Zielerreichung sowie die Akzeptanz und Zielkonflikte betrachtet werden müssen.

#### 3.1. Ex-ante Bewertung

Das Ziel der ex-ante Bewertung besteht darin, eine geeignete Strategie für eine bestimmte Störfallsituation auszuwählen. Dazu sind im Rahmen der Strategieplanung zunächst sämtliche **in Frage kommenden Maßnahmen zu identifizieren**. Nähere Hinweise zur Strategieentwicklung sind in der FGSV Publikation aus dem Jahre 2003 ‚Hinweise zur Erstellung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement‘ zu finden. Hilfreich kann dabei die Erstellung von sog. Zuordnungsmatrizen sein, in denen dargestellt wird, welche Maßnahmen sich grundsätzlich für welche Probleme eignen, und welche systemtechnischen Elemente notwendig sind, um die entsprechende Maßnahme umzusetzen. Eine beispielhafte Darstellung solcher Matrizen ist den Abbildungen der **Anlage 1** oder den Ausführungen der FGSV (2003), S. 15ff. zu entnehmen. Diese Verknüpfung kann zunächst von allgemeingültiger Natur sein und muss sich nicht auf die konkrete Störfallsituation beziehen. Eine fallspezifische Untersuchung der einzelnen Maßnahmen wird in den nachkommenden Bewertungsstufen vollzogen.



### 3.1.1. Vorbewertung

Aus den grundsätzlich geeigneten Maßnahmen werden durch die Vorbewertung gegen Ende der Vorplanung die **Maßnahmen** oder ggfs. schon vorhandene Strategiealternativen **eliminiert**, die

- ein **Ausschlusskriterium** erfüllen (z. B. Überschreitung der Kostengrenze) oder
- einen zu **geringen** Beitrag zur **Zielerreichung** erwarten lassen.

Die grundsätzliche Methodik der Vorbewertung ist der nachstehenden Abbildung zu entnehmen.

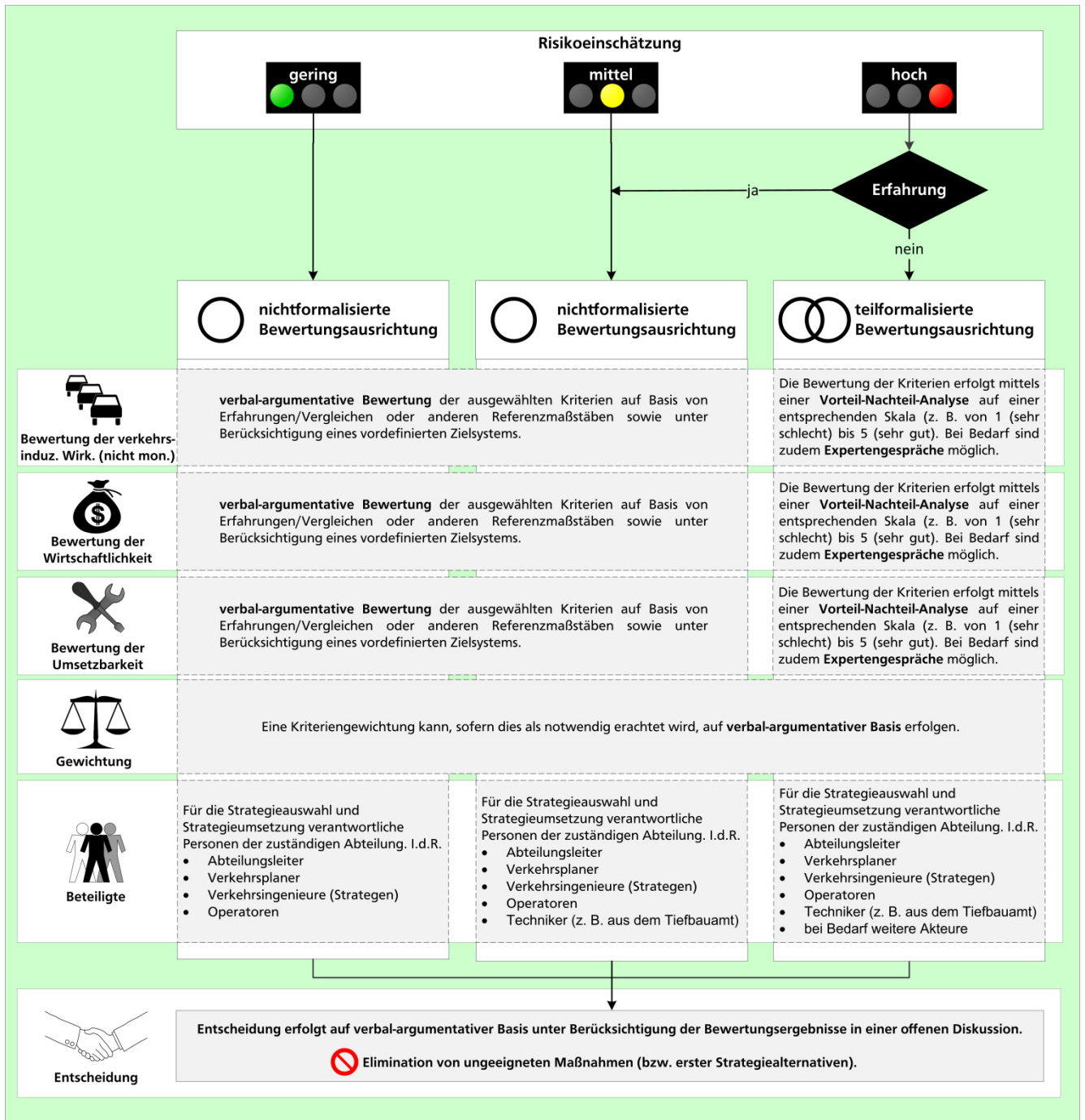


Abbildung L 5: Grundsätzliche Methodik der Vorbewertung (vgl. Fornauf (2015), S. 137).

Die Auswahl der Bewertungsmethodik richtet sich nach der Einschätzung des Risikos der Störfallsituation. Grundsätzlich sind für die Vorbewertung aus Aufwandsgründen einfache, **nichtformalisierte Verfahren** anzuwenden, mit denen ungeeignete Maßnahmen identifiziert und eliminiert werden können. Sollten auf Seiten der bewertenden Personen hohe Erfahrungswerte vorhanden sein, kann anstelle der teilformalisierten Bewertungsausrichtung für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung auch eine nichtformalisierte Bewertungsausrichtung angewandt werden.

Die Vorbewertung ist von den jeweils vorgesehenen Personen in einer **offenen Diskussion** unter Abwägung der Vor- und Nachteile verschiedener Maßnahmen durchzuführen. Die Elimination bestimmter Maßnahmen sollte **konsensual** getroffen werden. Bei Unstimmigkeiten können einzelne Maßnahmen in der darauf folgenden Hauptbewertung detaillierter bewertet werden. Neben den zu erwartenden Wirkungen sowie der finanziellen und technischen Machbarkeit, ist das Augenmerk insbesondere auf etwaige **Zielkonflikte** zu richten. Dies umfasst insbesondere Aspekte der Akzeptanz bei den Verkehrsteilnehmern, der Öffentlichkeit und der verschiedenen direkt oder indirekt beteiligten Institutionen.

Auf Grundlage der **verbliebenen Maßnahmen** sollten verschiedene **Strategiealternativen** entwickelt werden, die in der sich anschließenden Hauptbewertung eingehender untersucht werden. Die Strategieentwicklung kann alternativ auch gemäß dem Prinzip des **genetischen bzw. evolutionären Algorithmus** erfolgen, d. h. indem zunächst eine Basisstrategie entworfen wird, die durch das Hinzufügen und/oder Herausnehmen von Einzelmaßnahmen so lange angepasst wird, bis eine geeignete Strategie gefunden worden ist.

### 3.1.2. Hauptbewertung

Die grundsätzliche Methodik der Hauptbewertung ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.

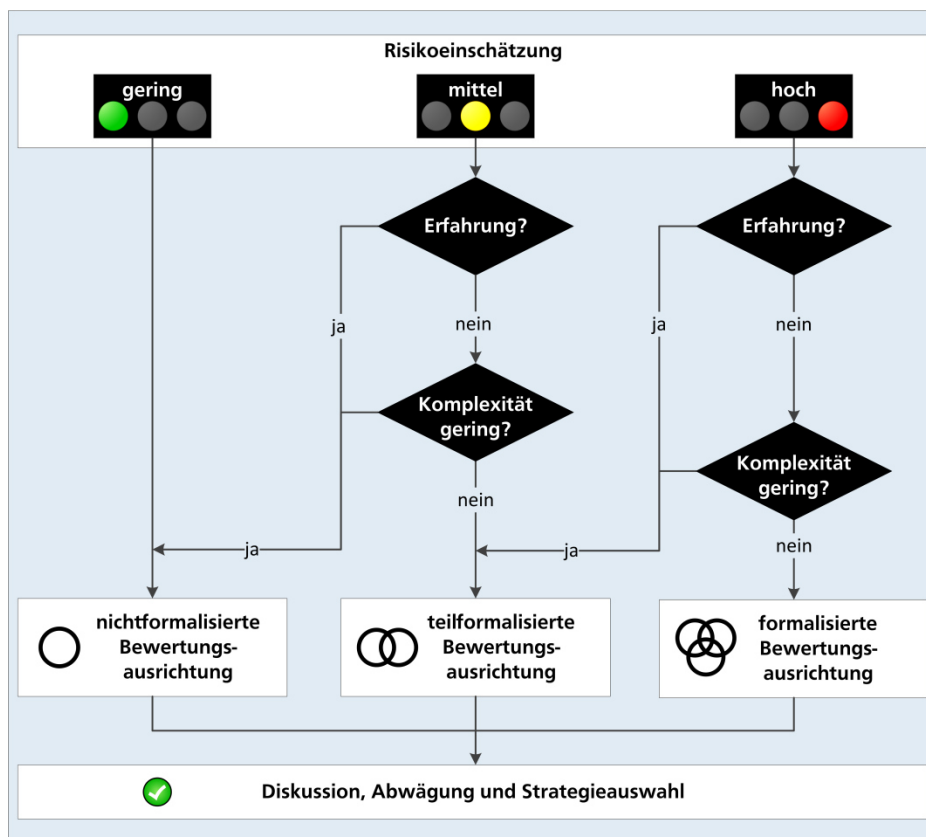


Abbildung L 6: Grundlegende Methodik der Hauptbewertung (vgl. Fornauf (2015), S. 154).

---

Durch die Hauptbewertung erfolgt die **Strategieauswahl**, weshalb die **Anforderungen** an Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Richtigkeit und Nachvollziehbarkeit **steigen**. Somit sind auch die Anforderungen an die Bewertung und die eingesetzten Verfahren höher, was einen grundsätzlich **höheren Formalisierungsgrad** zur Folge hat. Allerdings sind einige **Verfahrenserleichterungen** möglich, sofern nachweislich Erfahrungswerte oder eine geringere Strategiekomplexität vorliegen. Demnach kann für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung auch eine teilformalisierte, statt einer formalisierten, und für Störfallsituationen mit einer mittleren Risikoeinschätzung auch eine nichtformalisierte, anstelle einer teilformalisierten Bewertungsrichtung gewählt werden.

**Hauptbewertung, nichtformalisierte Ausrichtung**

Die grundsätzliche Methodik der Hauptbewertung mit einer nichtformalisierten Ausrichtung ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

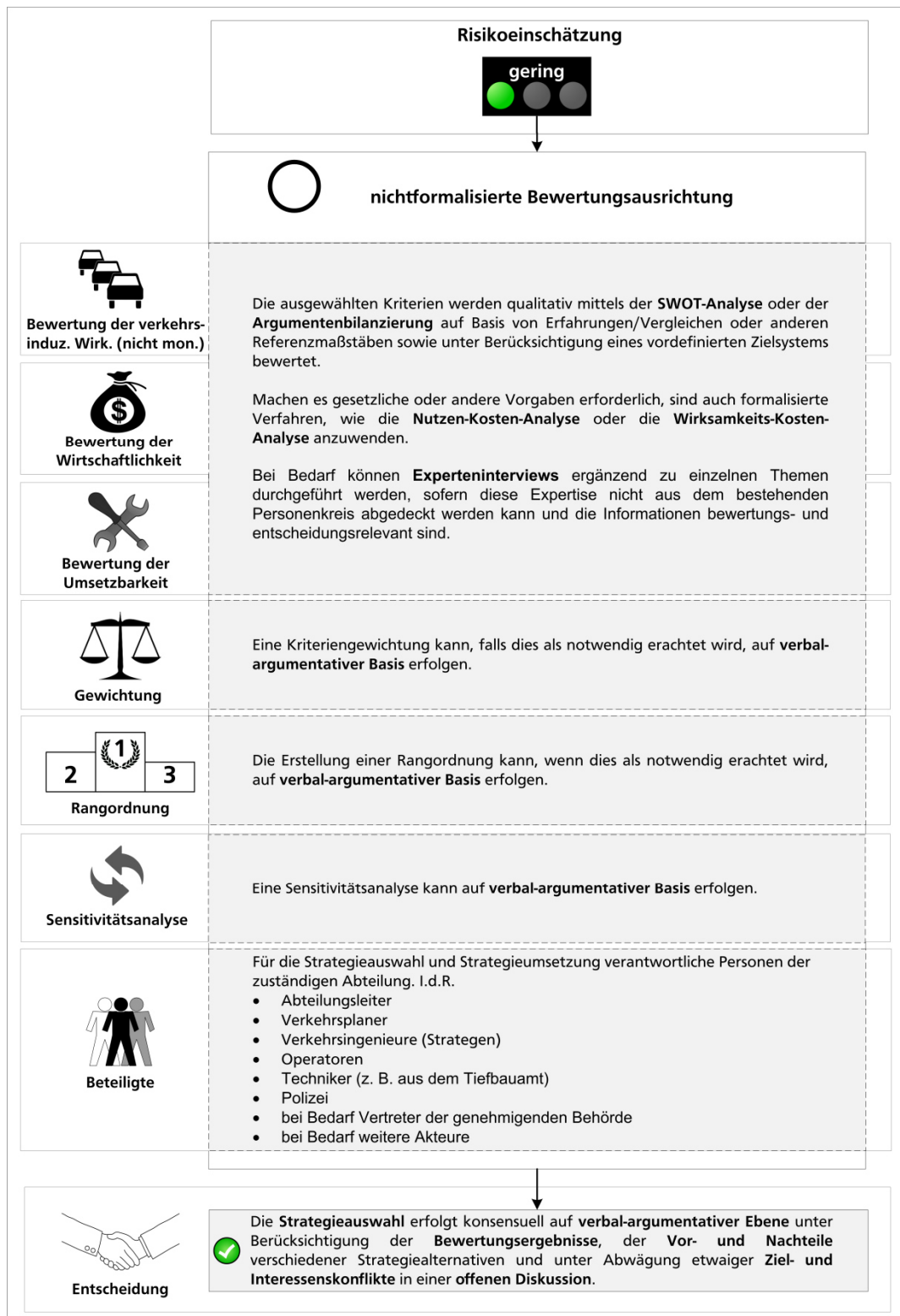


Abbildung L 7: Methodik der nichtformalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung (vgl. Fornauf (2015), S. 142).

Für die nichtformalisierte Bewertung sind in erstere Linie die Erfahrungswerte der beteiligten Experten ausschlaggebend. Eine umfangreiche Datenerhebung und Auswertung erscheinen für diesen Bewertungsfall unverhältnismäßig, sodass die **Anforderung an die Daten** gering ist.

Die einzelnen Strategiealternativen sind analog der Strukturierungsvorgaben der **SWOT-Analyse** auf ihre Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken oder gemäß der **Argumentenbilanzierung** auf ihre Vor- und Nachteile hin qualitativ zu bewerten. Für einfache Strategien kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass diese mit der bestehenden, technischen Infrastruktur realisiert werden können, weshalb die Bewertung der Wirtschaftlichkeit in diesem Fall von geringer Priorität ist. Demzufolge rücken die Kriterien der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen und der Umsetzbarkeit in den Fokus der Bewertung. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass es aufgrund gesetzlicher oder ggfs. vertraglicher Vorgaben notwendig sein kann, bestimmte formalisierte Verfahren (z. B. eine **Nutzen-Kosten-Analyse**) anzuwenden. Ergänzend kann im Rahmen der nichtformalisierten Bewertung auch die Expertise weiterer Akteure notwendig und hilfreich sein, weshalb bei Bedarf auch **Experteninterviews** durchgeführt werden können. Die Eruierung von Vor- und Nachteilen sowie die abschließende Bewertung und ggf. die Sortierung der Strategiealternativen sollte auf Grundlage der SWOT-Analyse oder der Argumentenbilanzierung in einer offenen **Diskussionsrunde** auf **verbal-argumentativer** Ebene stattfinden.

Eine mögliche **Kriteriengewichtung und Rangordnung** der verschiedenen Alternativen geschieht, sofern dies für notwendig erachtet wird, im Rahmen dieser Bewertung auf verbal-argumentativer Ebene.

Für die Überprüfung der Robustheit und Zuverlässigkeit des Bewertungsergebnisses sollte eine **Sensitivitätsanalyse** vorgenommen werden. Im Rahmen der nichtformalisierten Bewertungsverfahren kann die Sensitivitätsanalyse nur auf qualitativer bzw. **verbal-argumentativer Basis** erfolgen, indem die Ergebnisse von den an der Bewertung beteiligten Personen kritisch diskutiert werden. Sollten im Rahmen der Sensitivitätsanalyse gravierende Mängel oder Unsicherheiten festgestellt werden, sind die Strategien punktuell anzupassen und ggfs. erneut zu bewerten.

#### **Hauptbewertung, teilformalisierte Ausrichtung**

Die grundsätzliche Methodik der Hauptbewertung mit einer teilformalisierten Ausrichtung ist der nachstehenden Abbildung zu entnehmen.



Abbildung L 8: Methodik der teilformalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung (vgl. Fornauf (2015), S. 147).

Für die Bewertung bietet sich die **multikriterielle Wirkungsanalyse** inklusive der Anfertigung eines **Stärken-Schwächen-Profiles** an. Dadurch lassen sich verschiedene Kriterien und unterschiedliche Mess- und Wertskalen berücksichtigen bzw. integrieren. Die multikriterielle Wirkungsermittlung kann von der Ausgestaltung her sehr unterschiedlich ausfallen, je nachdem, durch welche Verfahren die Wirkungen ermittelt werden und welche Daten zugrunde liegen.

Für die Bewertung der **verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen** sollten für bedeutsame Kriterien und Messgrößen mit einem hohen Wirkungs- und Zielerreichungsbeitrag zunächst entsprechend genaue Verfahren zur Wirkungsermittlung, wie **Simulationen** und/oder **Berechnungen**, verwendet werden. Für Kriterien, deren Beitrag zur Zielerreichung von untergeordneter Bedeutung ist, sind einfachere Einschätzungen, z. B. mittels einer **Vorteil-Nachteil-Analyse**, angemessen.

**Wirtschaftliche Wirkungen** sollten, sofern diese ohnehin nicht aus rechtlichen oder anderen Gründen notwendig sind, weitestgehend monetarisiert werden. Wirtschaftliche Kennziffern können mittels einer **Nutzen-Kosten-Analyse** oder einer **Wirksamkeits-Kosten-Analyse** errechnet und als eigene Dimension in dem Stärken-Schwächen-Profil aufgenommen werden. Durch die multikriterielle Wirkungsanalyse ist es möglich, dass einzelne Kosten- oder Nutzelemente separat aufgeführt werden. Kriterien aus dem Bereich der sonstigen volkswirtschaftlichen Effekte lassen sich, sofern sie in Betracht gezogen werden, qualitativ untersuchen.

Ausgewählte Kriterien der **Umsetzbarkeit** sollten mittels der **Vorteil-Nachteil-Analyse** durch die Vergabe von Bewertungspunkten (beispielsweise auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut)) bewertet werden.

Die drei Kriterienkategorien können in diesem Verfahren zunächst getrennt voneinander detailliert untersucht werden, da für eine Gesamtbewertung der Zeit- und Personalaufwand zu hoch ausfallen könnte. Zudem besteht die Gefahr, dass aufgrund der Komplexität die erforderliche Genauigkeit bzw. Gewissenhaftigkeit nicht erreicht werden könnte. Eine getrennte Betrachtung der verschiedenen Kriterienkategorien kann durch die Bildung von **Kleingruppen/Arbeitsgruppen** mit entsprechender Besetzung sehr gut erreicht werden.

Am Ende des Bewertungsverfahrens ist durch alle an der Bewertung beteiligten Personen eine **Gesamtbeurteilung**, basierend auf den Ergebnissen der multikriteriellen Wirkungsanalyse und der vorhandenen Stärken-Schwächen Profile, auf **verbal-argumentativer** Basis in einer offenen Diskussion vorzunehmen. Auf Grundlage dieser abschließenden Bewertung sollte eine im **Konsens** getroffene Entscheidung für eine bestimmte Strategiealternative getroffen werden. Die Entscheidung ist ausreichend zu begründen und zu **dokumentieren**.

Eine **Gewichtung und Rangordnung** kann auf verbal-argumentativer Basis unter Berücksichtigung der Bewertungsergebnisse erfolgen. Auf Basis des Stärken-Schwächen-Profiles können durch eine ‚**Verschärfung**‘ der Anforderungen (Mindest- oder Maximalgrenzwerte) für einzelne Kriterien weitere Strategiealternativen eliminiert werden. Für die Entscheidungsfindung kann es ggfs. sinnvoll sein, das **einfache Rangordnungsverfahren** als Ergänzung in die Methodik zu integrieren. Die Rangfolge sollte allerdings nur als Unterstützung dienen und ist durch die beteiligten Experten auf ihre logische Konsistenz und Plausibilität hin zu überprüfen.

Für eine **Sensitivitätsanalyse** können im Falle einer quantitativen Ausrichtung der multikriteriellen Wirkungsanalyse die Eingangsparameter, insbesondere bei der **Simulation** oder der Verwendung von **Berechnungsformeln** (Kostensätze, Angleichungsfaktoren) leicht variiert werden, um die Robustheit eines Maßnahmenbündels zu überprüfen. Im Fall einer qualitativen Ausrichtung erfolgt die Sensitivitätsanalyse auf **verbal-argumentativer** Ebene.

### **Hauptbewertung, formalisierte Ausrichtung**

Die grundsätzliche Methodik der Hauptbewertung mit einer formalisierten Ausrichtung ist durch die folgende Abbildung veranschaulicht.

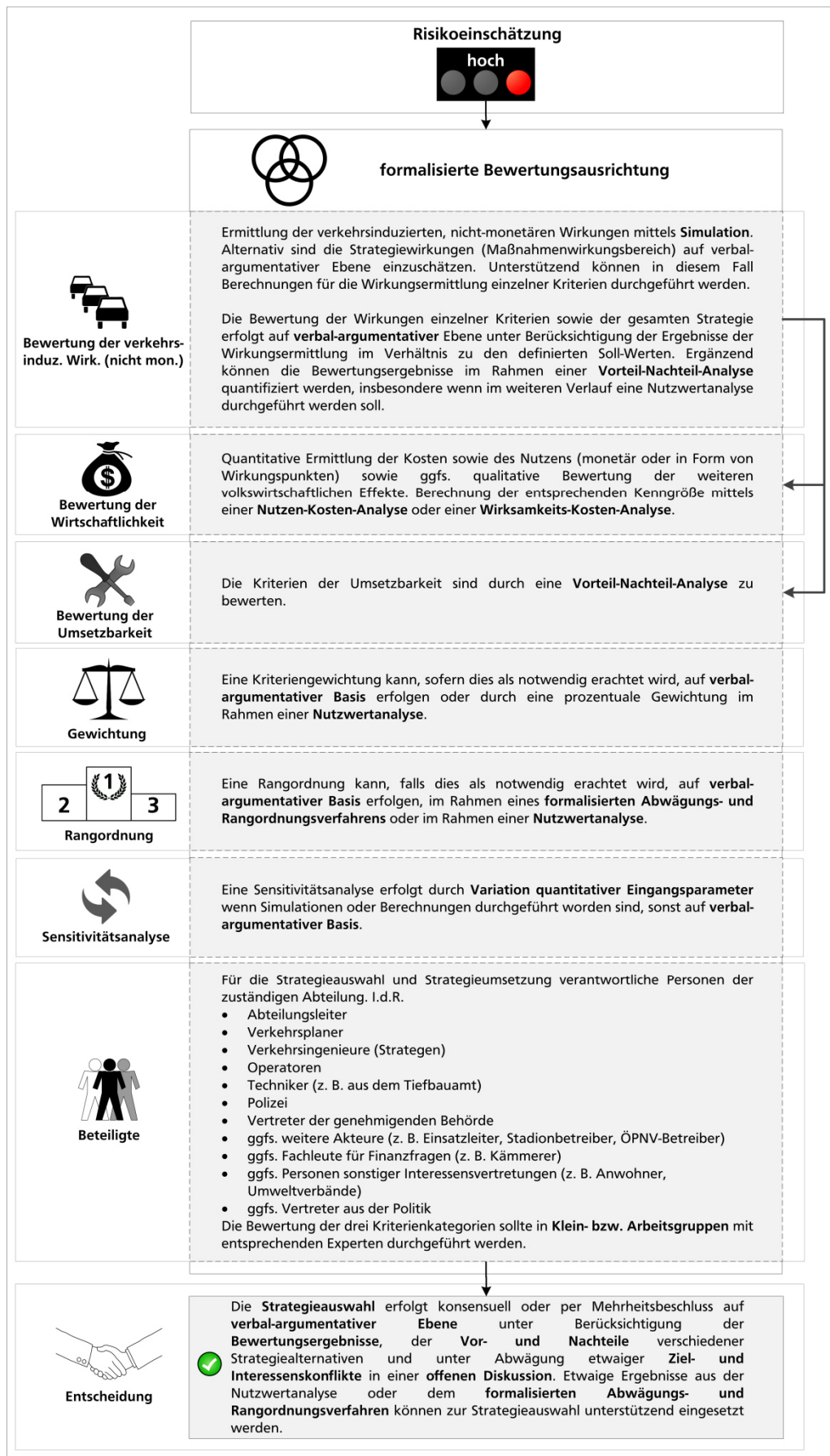


Abbildung L 9: Methodik der formalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung (vgl. Fornauf (2015), S. 153).



Die Datenanforderungen sind, bedingt durch den hohen Anspruch an die gesamte Bewertung, sehr hoch, so dass eine **hochwertige Datengrundlage** für die Verfahren dieser Methodik **essentiell** ist. Insbesondere zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit und der verkehrlichen Wirkungen sollten entsprechend aussagekräftige Daten vorhanden sein, erworben oder erhoben werden.

Ähnlich wie bei der Ausführung zu den teilformalisierten Verfahren sollten auch für Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung die verkehrsinduzierten nicht-monetären Wirkung, die wirtschaftlichen Wirkungen sowie die Umsetzbarkeit **getrennt voneinander betrachtet** werden. Die Einzelergebnisse sind im Anschluss zusammenzuführen und durch die gesamten an der Bewertung beteiligten Personen abschließend zu bewerten.

Für die **verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen** ist vor allem die **hohe Komplexität** zu berücksichtigen, welche sich durch das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen ergibt. Für Strategien, welche einen hohen Wirkungsbereich umfassen, sind Methoden zur Wirkungsermittlung notwendig, welche die gesamte Breite eines Maßnahmenbündels abdecken können. Eine fundierte Gesamtbetrachtung der Komplexität in einem Netz oder Teilnetz kann durch eine **Simulation** geschehen. Sind Simulationen nicht möglich, kann zur Einschätzung der Wirkungszusammenhänge verschiedener Maßnahmen eine **verbal-argumentative** Bewertung unter Verwendung von Vergleichsfällen und unter Einbeziehung der Erfahrungen von Experten durchgeführt werden. Unterstützend können **Berechnungsverfahren** angewandt werden, durch welche sich einzelne Wirkungsbereiche, wie beispielsweise die Verkehrsqualität, quantifizieren lassen. Die Bewertung wird durchgeführt, indem die ermittelten Werte den definierten Zielgrößen gegenübergestellt und eingeordnet werden. Der Wirkungs- und Zielerreichungsbeitrag lässt sich auf Basis der Ergebnisse aus der Wirkungsermittlung auf verbal-argumentative Weise und/oder auf Basis einer Vorteil-Nachteil-Analyse mit einer definierten Werteskala durchführen.

**Wirtschaftliche Wirkungen** sind mittels einer **Nutzen-Kosten-Analyse** oder **Wirksamkeits-Kosten-Analyse** zu berechnen. Dazu können Berechnungsformeln und Kostensätze auch aus gängigen Verfahren (z. B. der Bundesverkehrswegeplanung) verwendet werden. Jedoch sollte kritisch hinterfragt werden, ob die in den Leitfäden angegebenen Kostensätze oder Berechnungsverfahren auf die jeweilige Bewertungssituation übertragbar oder ob ggfs. Anpassungen an die örtlichen Gegebenheiten vorzunehmen sind. Die Nutzen-Kosten-Analyse setzt eine Monetarisierung des Nutzens voraus. Falls eine Monetarisierung des Nutzens entweder nicht möglich oder nicht sinnvoll erscheint, kann alternativ eine Wirksamkeits-Kosten-Analyse durchgeführt werden. Weiterhin bieten die heutigen Modellierungs- und **Simulationsprogramme** Möglichkeiten zur Berechnung wirtschaftlicher Größen unter Eingabe entsprechender Kostensätze (z. B. Zeitkosten, Immissionskostensätze).

Kriterien der **Umsetzbarkeit** können auf Basis von Einschätzungen und Erfahrungen von Experten auf **verbal-argumentativer** Ebene diskutiert und gemäß einer **Vorteil-Nachteil-Analyse** numerisch bewertet werden.

Eine **Gewichtung** einzelner Kriterien kann entweder auf **qualitativer Basis** oder mittels der Vergabe von Prozenten im Rahmen einer **Nutzwertanalyse** passieren. Im Rahmen der Nutzwertanalyse ist es notwendig, die einzelnen quantitativen oder qualitativen Werte in einheitliche Nutzenpunkte zu überführen. Die Skalierung ist so zu wählen, dass die Unterschiede der Kriterienausprägungen zwischen verschiedenen Alternativen entsprechend abgebildet werden können.

Die Zuordnungsvorschriften und Transformationen in Bewertungspunkte lassen sich entsprechend dem folgenden Beispiel für Kosten (quantitativ) und Nutzerakzeptanz (qualitativ) veranschaulichen:

1. Ermittlung der möglichen Kosten, die bei der Planung, der Implementierung und dem Betrieb einer Strategie anfallen sowie der möglichen Ausprägungen der Nutzerakzeptanz.
2. Klassifizierung der Nutzerakzeptanz und der Kosten (wie viele Mittel stehen zur Verfügung, was ist vertretbar, ab wann sind die Kosten als günstig, ab wann als teuer einzustufen?) (Tabelle L 2, linke und mittlere Spalte).

3. Transformation der klassifizierten Geldeinheiten und qualitativen Ausprägungen der Nutzerakzeptanz in Nutzenpunkte (Tabelle L 2, rechte Spalte).

zu erwartende Kosten	zu erwartende Nutzerakzeptanz	Bewertungspunkte für NWA
< 10.000 EUR	sehr hoch	5 (sehr günstig, sehr gut)
10.000 – 19.999 EUR	hoch	4 (günstig, gut)
20.000 – 29.999 EUR	mittel	3 (mittel, mäßig)
30.000 – 39.999 EUR	gering	2 (teuer, schlecht)
40.000 – 49.999 EUR	sehr gering	1 (sehr teuer, sehr schlecht)
> 50.000 EUR	keine	0 (Ausschlusskriterium)

Tabelle L 2: Beispielhafte Darstellung der Ermittlung von Nutzwertpunkten (vgl. Fornauf (2015), S. 70).

4. Abschätzung der zu erwartenden Kosten und Akzeptanz für eine Strategie.  
 5. Ermittlung der entsprechenden Bewertungspunkte für die NWA.

Durch die Nutzwertanalyse lässt sich ein numerischer Gesamtwert für jede Alternative ermitteln, wodurch die verschiedenen Alternativen miteinander verglichen und in eine **Rangfolge** gesetzt werden können. Durch die Transformation in Nutzwertpunkte und die weitere Aggregation der Zahlen tritt allerdings ein Informationsverlust ein. Die Nutzwertanalyse sollte daher nur unterstützend eingesetzt werden und nicht als alleinige Entscheidungsgrundlage dienen. Für die Erstellung einer Rangfolge kann alternativ auch das formalisierte **Abwägungs- und Rangordnungsverfahren** angewandt werden. Der Vorteil besteht darin, dass keine Gewichtung vorgenommen werden muss und die Rangordnung vergleichsweise schnell ermittelt werden kann.

Die **Sensitivitätsanalyse** kann für verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Kriterien durch **Simulationen** durchgeführt werden, indem die Eingangsparameter gemäß veränderter Annahmen bezüglich der Störfallsituation variiert und die veränderten Wirkungen bezüglich der Verkehrsqualität sowie der Umwelt- und Umfeldbelastungen analysiert werden. Durch eine **Variation der Annahmen** bezüglich der **zukünftigen Kosten- und Nutzenentwicklung** für bestimmte Strategiealternativen lässt sich die Sensitivitätsanalyse auch auf den wirtschaftlichen Bereich anwenden. Die Sensitivitätsanalyse im Bereich der Umsetzbarkeit ist auf **verbal-argumentativer** Basis durchzuführen.

Das **Gesamtergebnis** ist auf Grundlage der Einzelergebnisse und ggfs. unterstützender aggregierter Ergebnisse durch eine **verbal-argumentative Diskussion** und unter Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Strategiealternativen zu ermitteln. Die Entscheidung ist ausreichend zu begründen und zu **dokumentieren**.

Das Grundprinzip der ex-ante Bewertung und der Strategieauswahl wird anhand eines fiktiven Beispiels durch die folgende Abbildung abschließend illustriert. Für dieses Beispiel steht ein fiktives Bündel an theoretischen Maßnahmen für eine spezifische Störfallsituation aus den Bereichen Verkehrslenkung, Verkehrssteuerung, Verkehrsvermeidung und Verkehrsinformation zur Verfügung. Durch die **Vorbewertung** werden **potentiell geeignete Maßnahmen ausgewählt**, welche in der nachfolgenden Hauptbewertung eingehender untersucht werden. Dazu lassen sich aus den noch zur Verfügung stehenden Einzelmaßnahmen zunächst verschiedene Strategiealternativen durch entsprechende **Maßnahmenkombinationen** bilden. Grundsätzlich geht es in der **Hauptbewertung** um die Bewertung der **gesamten Strategie** und der **Wirkungszusammenhänge** der Maßnahmenbündel. Einzelmaßnahmen können auch eingehender untersucht werden, sofern die Einschätzung während der Vorbewertung nur unzureichend möglich war. Folgerichtig kann sich das Maßnahmenbündel einzelner Alternativen auch im Rahmen der Hauptbewertung noch ändern. In dem fiktiven Beispiel wird die Maßnahme VIF<sub>3</sub> aufgrund eines unzureichenden Wirkungsbeitrags während der Hauptbewertung eliminiert. Weiterhin wird in dem Beispiel nicht die Strategiealternative mit der höchsten verkehrsinduzierten Wirkung ausgewählt, sondern die, welche neben einer ausreichenden verkehrsinduzierten Wirkung auch wirtschaftlich vertretbar ist sowie eine gute Umsetzbarkeit erwarten lässt.

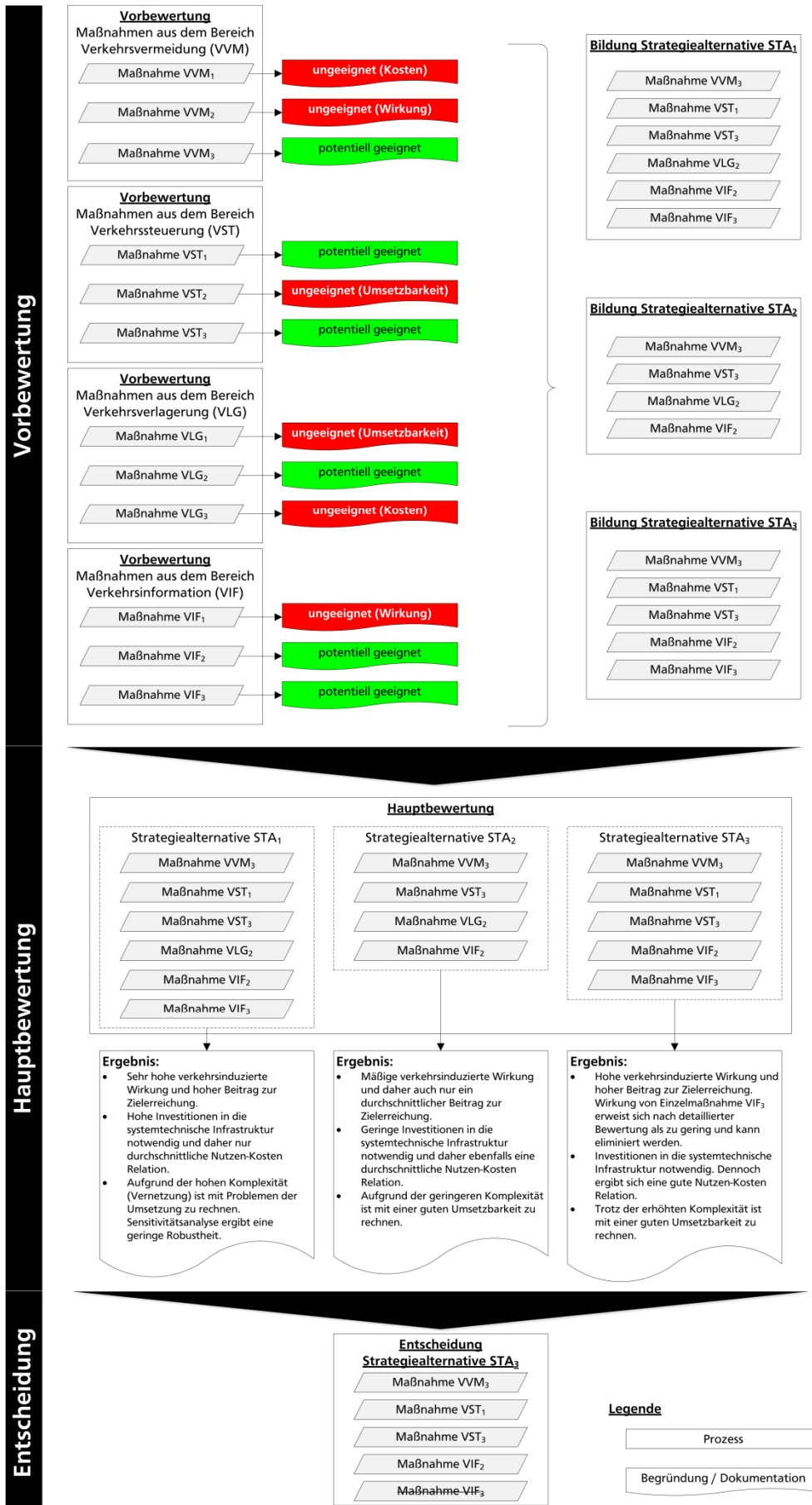


Abbildung L 10: Beispielhafte Darstellung der ex-ante Bewertung (basierend auf Fornauf (2015), S. 131ff.).

### 3.2. Zwischenbewertung

Die grundsätzliche Methodik der Zwischenbewertung ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.



Abbildung L 11: Grundsätzliche Methodik der Zwischenbewertung (vgl. Fornauf (2015), S. 161).

Die weiterführende, detaillierte **Ausgestaltung** der ausgewählten Strategie geschieht im Anschluss an die Entwurfsplanung auf der Ebene der Genehmigungs- und Ausführungsplanung. Daher kann es auch im Anschluss an die Strategieauswahl noch zu **Anpassungen** im Rahmen einer detaillierteren Ausgestaltung kommen, die es vor der Inbetriebnahme einer **Strategie zu überprüfen** gilt. Auch während der Implementierungsphase können sich weitere Erkenntnisse, Entwicklungen oder Probleme ergeben, die während der Strategieplanung entweder nicht bedacht worden sind, oder nicht vorhersehbar waren. Dies betrifft vor allem Aspekte der technischen Umsetzbarkeit, wie beispielsweise die Funktionsfähigkeit der technischen Anlagen, die Programmierung von neuen Strategien und Schaltbefehlen oder den Aufbau der Vernetzung. Die Zwischenbewertung findet nach Abschluss des gesamten Planungsprozesses und vor der dauerhaften Inbetriebnahme einer Strategie, und somit folglich gegen Ende der Implementierungsphase statt.

Bei einer ursprünglich **geringen Risikoeinschätzung** der Störfallsituation wird eine **verbal-argumentative** Bewertung vorgenommen. In dieser sind etwaige Anpassungen im Zuge der weiteren Planungs- und Genehmigungsschritte zu überprüfen. Ferner ist auch die Funktionsfähigkeit, Umsetzbarkeit und somit die gesamte Zielerreichung sicherzustellen, nachdem die Strategien und die damit zusammenhängenden Informationen und Befehle in das Verkehrsmanagementsystem implementiert und an die beteiligten Akteure weitergegeben worden sind. Dies kann auch auf Basis einer ersten Aktivierung (Test- bzw. kurzer Probetrieb) und den daraus resultierenden Erfahrungen und Erkenntnissen geschehen, bevor der Regelbetrieb gestartet wird.

Für eine **mittlere Risikoeinschätzung** bietet es sich an, Anpassungen in ein vorhandenes Modell einzuspeisen und die Wirkungen mittels einer **Simulation** zu überprüfen. Voraussetzung dafür ist, dass neben einem Modell auch entsprechende Eingangsdaten in ausreichender Qualität zur Verfügung stehen sowie der finanzielle und personelle Aufwand vertretbar sind. Ist dies nicht der Fall, kann, wie zuvor beschrieben, auch eine qualitative Einschätzung durch die beteiligten Personen vorgenommen werden. Die Bewertung wird durch das **verbal-argumentative** Verfahren auf Basis der ermittelten Ergebnisse und eines Test- bzw. Probetriebs durchgeführt.

Für Strategien, welche für Störfallsituationen mit einer **hohen Risikoeinschätzung** konzipiert werden, werden hohe Anforderungen in Sachen Zuverlässigkeit und Funktionalität gestellt, da bereits einzelne Ausfälle von Strategiekomponenten für gravierende Auswirkungen sorgen können, insbesondere wenn der Kreis an davon tangierten Verkehrsteilnehmern und sonstiger Betroffener groß ist. Daher empfiehlt es sich, eine Strategie während der Implementierungsphase für einen gewissen Zeitraum in einen **Probetrieb** zu überführen, um festzustellen, ob die systemtechnischen Komponenten sowie die Kommunikations-, Handlungs- und Entscheidungsabläufe korrekt und zuverlässig funktionieren. In diesem Zusammenhang können **Beobachtungen** und gezielte **Befragungen** der Akteure, der Verkehrsteilnehmer oder sonstiger involvierter Personen erste Anhaltspunkte bzgl. der Umsetzbarkeit und Effektivität geben. Ist ein Probetrieb aus rechtlichen, technischen oder sonstigen Gründen nicht möglich, kann alternativ entweder eine Simulation durchgeführt werden, sofern die Voraussetzungen dafür gegeben sind, oder eine qualitative Analyse zur Abschätzung der Wirkungen und Umsetzbarkeit durchgeführt werden. Die abschließende Bewertung sollte in allen Fällen durch eine **Vorteil-Nachteil-Analyse** geschehen, um eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu erreichen.

Eine erneute Berücksichtigung von **Erfahrungswerten** ist im Rahmen der Zwischenbewertung nicht vorgesehen. Die **Strategiekomplexität** kann hingegen einen Einfluss auf die Verfahrensauswahl nehmen, da ein aufwendiger Probetrieb samt Befragungen für eine Strategie mit wenigen Maßnahmen und einer geringen Vernetzung nicht gerechtfertigt erscheint. In diesem Fall kann für Strategien mit einer hohen zugrundeliegenden Risikoeinschätzung die Methodik für eine mittlere Risikoeinschätzung verwendet werden.

### 3.3. Ex-post Bewertung

Die grundsätzliche Methodik der ex-post Bewertung ist der nachstehenden Abbildung zu entnehmen.

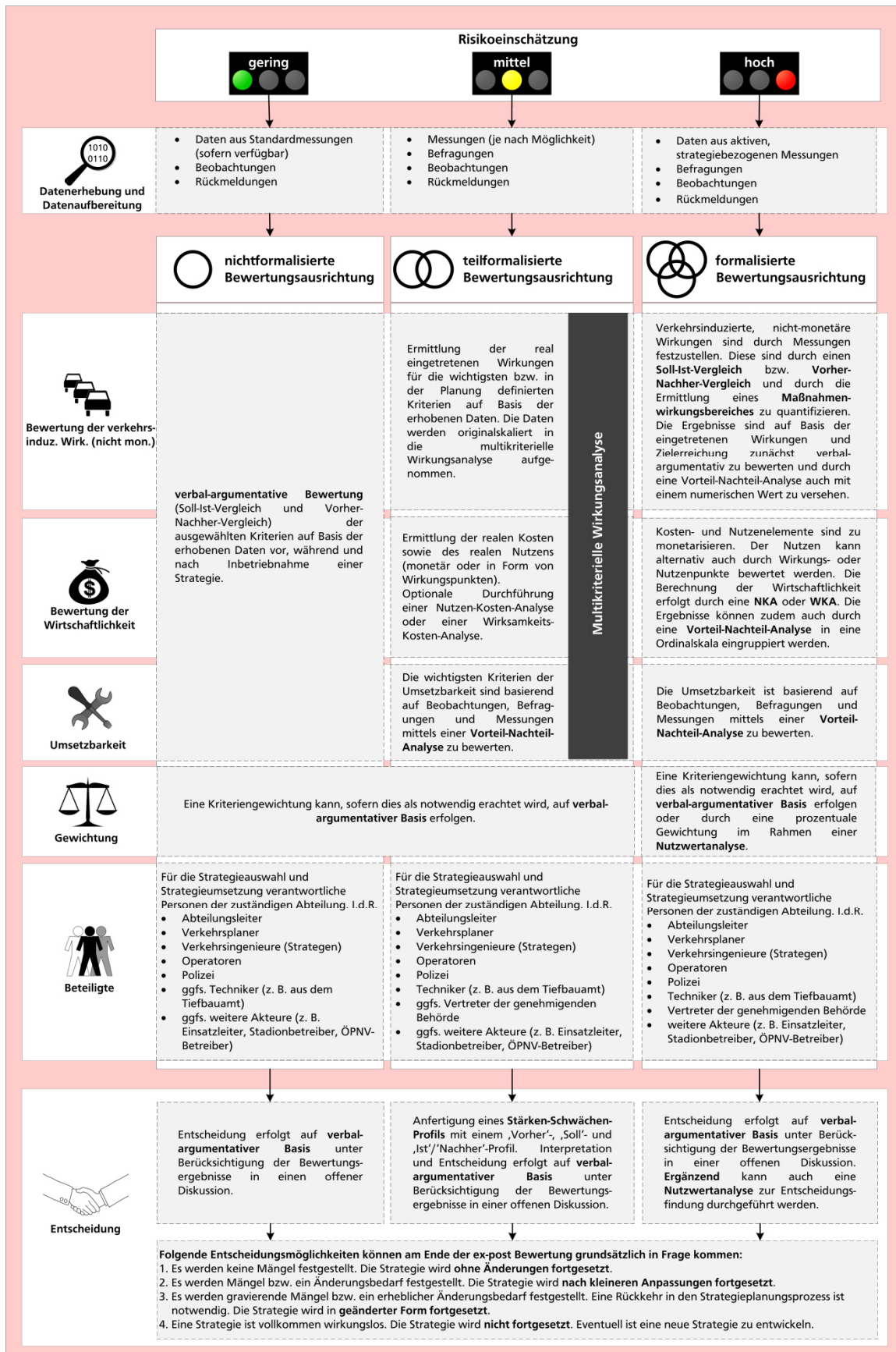


Abbildung L 12: Grundsätzliche Methodik der ex-post Bewertung (vgl. Fornauf (2015), S. 170).

Während der ex-post Bewertung wird eine Strategie nach erfolgter Inbetriebnahme auf ihre tatsächliche Wirksamkeit hin überprüft. Dazu ist es notwendig, dass während der Betriebsphase reale Daten erhoben werden, anhand derer ein Vorher-Nachher bzw. ein Soll-Ist Vergleich vorgenommen werden kann. Der **Soll-Ist-Vergleich** bemisst den Grad der Zielerreichung, also der tatsächlich durch eine Strategie hervorgerufenen Wirkungen im Verhältnis zu den anvisierten Zielen. Es handelt sich somit um die Beurteilung der Effektivität einer Strategie. Ein **Vorher-Nachher-Vergleich** bemisst das Verhältnis der Zustände vor und nach Inbetriebnahme einer Strategie zueinander.

Die Bewertung von Strategien sollte gemäß FGSV (2003) für die drei Szenarien ‚Nullfall‘, ‚Ohnefall‘ und ‚Mitfall‘ erfolgen. Der **Nullfall** beschreibt dabei einen Verkehrszustand ohne Störfallsituation, der **Ohnefall** einen Verkehrszustand mit einer Störfallsituation, aber ohne den Einsatz einer Störfallstrategie. Der **Mitfall** schließlich beschreibt einen Verkehrszustand mit einer Störfallsituation und unter dem Einsatz einer Störfallstrategie. Aus den Ergebnissen für die drei Szenarien lässt sich zum einen der ‚**Problemwirkungsbereich**‘ aus der Differenz zwischen Nullfall und Ohnefall, und zum anderen der ‚**Maßnahmenwirkungsbereich**‘ aus der Differenz zwischen Ohnefall und Mitfall ermitteln.

#### **Ex-post Bewertung für Strategien mit einer geringen Risikoeinschätzung**

Einfache Strategien für eine ursprünglich geringere Risikoeinstufung können durch das **verbal-argumentative** Verfahren unter Berücksichtigung von gewonnenen Daten, Erkenntnissen und gezielten Befragungen bewertet werden. Dazu sollten während der Betriebsphase entsprechende Daten (z. B. Durchschnittsgeschwindigkeiten, Reisezeiten, Betriebskosten, etc.) gesammelt, und zur Begründung und Untermauerung der qualitativen Einschätzung verwendet werden. Neben der Bewertung verkehrsinduzierter und wirtschaftlicher Wirkungen sind auch die Kriterien der Umsetzbarkeit in die Gesamtbewertung zu integrieren. Hierbei ist u. a. zu klären, ob

- Zielkonflikte entstanden sind,
- die Strategien ausreichend schnell aktiviert worden sind,
- die Verkehrsteilnehmer den Anweisungen gefolgt sind,
- die Technik einwandfrei funktioniert hat,
- Absprachen und Kommunikationswege eingehalten worden sind und
- die Strategie zuverlässig und robust funktioniert hat?

#### **Ex-post Bewertung für Strategien mit einer mittleren Risikoeinschätzung**

Für die Bewertung der **verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen** sind neben den Erkenntnissen aus der Betriebsphase auch konkrete Daten zur Überprüfung der Zielerreichung erforderlich. Daher sind die entsprechenden Daten im Vorfeld zu erheben und auszuwerten. Die **Datengewinnung** kann entweder durch stationäre (z. B. Schleifen- oder Infrarotdetektoren, Messstationen zur Ermittlung von Schadstoff- und Lärmbelastungen, Videoüberwachungen, etc.) oder mobile Messeinrichtungen (z. B. Laserpistolen zur Geschwindigkeitsmessung, mobile Stationen zur Messung von Schadstoff- oder Lärmbelastungen) bewerkstelligt werden.

Für die **wirtschaftlichen Wirkungen** sind die verschiedenen Kostenarten in den Phasen der Strategieplanung, -implementierung und während des Strategiebetriebs möglichst genau zu erfassen. Ebenso wie bei der Bewertung der verkehrlichen Wirkungen, sind auf Grundlage dieser Daten die Kostenentwicklung sowie die gesamte Wirtschaftlichkeit einer Strategie zu bewerten. Zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit ist es durchaus möglich, die Verfahren der **Nutzen-Kosten-Analyse** und der **Wirksamkeits-Kosten-Analyse** zu verwenden.

Die **Umsetzbarkeit** und insbesondere die dazugehörigen Prozesse sind aufgrund der schwierigen Quantifizierung auch in diesem Zusammenhang weitestgehend qualitativ zu bewerten. Relevante Informationen können hierfür durch Beobachtung oder Auswertung von Videoaufzeichnungen sowie durch Befragungen der Verkehrsteilnehmer gewonnen werden.

Auf Basis der multikriteriellen Wirkungsanalyse und aufgrund der Verwendung verschiedener Mess- und Kenngrößen lässt sich als Entscheidungsbasis ein **Stärken-Schwächen-Profil** anfertigen, welches

- die Mess- und Kenngrößen der ursprünglichen Störfallsituation (**Vorher-Situation**),
- die definierten Zielgrößen (**Soll-Situation**) sowie
- die im Rahmen der ex-post Bewertung erhobenen bzw. errechneten Mess- und Kenngrößen (**Nachher/Ist-Situation**) enthält.

Anhand der verschiedenen Profile lassen sich sowohl ein **Soll-Ist-** als auch ein **Vorher-Nachher-Vergleich** durchführen. Diese Vergleiche sind von den an der Bewertung beteiligten Personen auf **verbal-argumentative** Weise durchzuführen, zu **begründen** und zu **dokumentieren**.

#### **Ex-post Bewertung für Strategien mit einer hohen Risikoeinschätzung**

Sowohl für die Durchführung eines Vorher-Nachher-Vergleichs als auch für die Ermittlung des Zielerreichungsgrades der **verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen** sind Messungen mit einer entsprechenden Erfassungstechnik vorzunehmen bzw. Daten zu erheben und auszuwerten (z. B. Geschwindigkeiten, Verkehrsstärken, Dichten, Wartezeiten, Reisezeiten, Stauereignisse, etc.). Umweltdaten sowie Unfallstatistiken sind ggfs. von externer Seite zu beschaffen. Die Bewertung erfolgt auf **verbal-argumentativer** Basis unter Gebrauch der Messergebnisse. Alternativ können die Ergebnisse auch im Rahmen einer **Vorteil-Nachteil-Analyse** quantitativ bewertet werden, insbesondere wenn die Ergebnisse im weiteren Verlauf Eingang in eine NWA finden sollen.

Die **wirtschaftlichen Wirkungen** lassen sich während der ex-post Bewertung durch die Methoden der **Nutzen-Kosten-Analyse** oder **Wirksamkeits-Kosten-Analyse** ermitteln. Dafür ist es erforderlich, keine prognostizierten, sondern real entstandene Werte für die Berechnung zu gebrauchen. Diese umfassen u. a. Ausgaben für Personal, Investitionskosten, Betriebs- und Wartungskosten von systemtechnischen Anlagen oder Kosten für Ersatzverkehre. Für eine konkrete Ermittlung des entstandenen Nutzens sind vor allem die Messergebnisse der verkehrsinduzierten Wirkungen notwendig, mit denen sich der monetäre Nutzen durch die Multiplikation bzw. Verrechnung mit entsprechenden Kostensätzen vornehmen lässt. Sollte der Nutzen mangels sinnvoller bzw. nachvollziehbarer Kostensätze nicht monetarisierbar sein, sind für die gemessenen Wirkungsänderungen äquivalente Nutzen- bzw. Wirkungspunkte zu vergeben.

Die **Umsetzbarkeit** sollte in diesem Bewertungskontext trotz der bekannten Schwierigkeiten der Quantifizierung detailliert betrachtet werden, da von ihr maßgeblich die Effektivität und die Funktionsfähigkeit einer Strategie abhängt. Daher sollte für die einzelnen Kriterien eine quantitative Wertzuweisung mittels einer **Vorteil-Nachteil-Analyse** vorgenommen werden. Die Punkteskala sollte eine ausreichende Differenzierung ermöglichen und gleichzeitig plausibel sein. Eine besondere Beachtung gilt dem Kriterium der Akzeptanz, da von diesem die Effektivität maßgeblich bestimmt wird. Die **Akzeptanz** kann auch in diesem Fall entweder durch Beobachtungen und Messungen oder durch direkte Befragungen ermittelt werden.

Weiterhin kann optional auch eine **Nutzwertanalyse** während der ex-post Bewertung durchgeführt werden. Der Vorteil besteht darin, dass **Ziel- bzw. Kriteriengewichtungen** vorgenommen werden können. Im besten Fall kann das **Zielsystem** der Nutzwertanalyse aus der **ex-ante Bewertung** verwendet werden. Dies erlaubt neben der Überprüfung der Strategie auch eine Überprüfung, inwieweit sich die Annahmen aus der ex-ante Bewertung als zutreffend erwiesen haben. Dies kann auch dazu beitragen, das Bewertungsverfahren und die Annahmen für zukünftige Strategiebewertungen zu verbessern.

Im Gegensatz zur ex-ante und der Zwischenbewertung sind bei der ex-post Bewertung **keine grundlegenden Verfahrenssprünge** aufgrund von vorhandenen Erfahrungswerten oder einer geringeren Strategiekomplexität vorgesehen. Dies wird damit begründet, dass der ursprünglichen Risikoeinschätzung entsprechend Rechnung getragen werden soll. Strategien für Störfallsituationen mit einer hohen Risikoeinschätzung sind durch die ex-post Bewertung hinreichend genau zu untersuchen, unabhängig des Erfahrungswertes und der Strategiekomplexität.



### 3.4. Weiterführende Bewertungshinweise

#### Nettoeffekte

Bei der Bewertung muss berücksichtigt werden, dass zur Verbesserung einer definierten Störfallsituation auch andere Umstände und Gegebenheiten beitragen können. Demzufolge sind die Netto- von den Bruttoeffekten zu unterscheiden. **Bruttoeffekte** umfassen die insgesamt zu beobachteten Veränderungen, die sich nach einem Strategieeinsatz einstellen. **Nettoeffekte** sind die sich einstellenden Wirkungen, die sich kausal aufgrund der Strategie und keinem anderen Umstand ergeben. Weiterhin können bei der Wirkungsermittlung auch **Mess- oder Prozessfehler**, sog. Designeffekte auftreten, welche den tatsächlichen Anteil der Nettoeffekte verfälschen können. (vgl. FGSV (2012), S. 17) Die Ermittlung der Nettoeffekte kann aufgrund der schwierigen Quantifizierbarkeit und des damit einhergehenden Aufwandes auf qualitative Weise (verbalargumentativ) geschehen. Andere Effekte (z. B. Erhöhung des Kraftstoffpreises, Störwirkungen aus anderen Untersuchungsgebieten, Einführung der Pkw-Maut) sind ebenso zu beobachten, zu dokumentieren und in der Bewertung zu berücksichtigen.

#### Vergleichbarkeit

Ein weiteres Problem der ex-post Bewertung stellt die Vergleichbarkeit zweier Verkehrszustände dar. **Identische Störfallsituationen** oder gar Strategieszenarien, die einen Vorher-Nachher-Vergleich erlauben, **gibt es an sich nicht**, so dass ein Vergleich schwierig ist. Jede Störfallsituation samt der dazugehörigen Strategie wird sich zu unterschiedlichen Aktivierungszeitpunkten zu einem gewissen Grad voneinander unterscheiden, wodurch ein Vorher-Nachher-Vergleich erschwert wird. Daher sollte zumindest sichergestellt werden, dass eine ausreichende Vergleichbarkeit vorliegt, auf deren Grundlage sich verwertbare und nachvollziehbare Ergebnisse ermitteln lassen.

#### Checklisten

Es empfiehlt sich für die Bewertungen allgemein, eine **Checkliste** zu konzipieren und zu verwenden, in der die zu überprüfenden Elemente festgehalten werden. Eine solche Checkliste sollte bereits während des Planungsprozesses erstellt werden, sobald die wesentlichen Elemente einer Strategie definiert werden. Einige beispielhafte Aspekte einer möglichen Checkliste der konzeptionell-funktionalen, technisch-physischen und organisatorisch-institutionellen Ebene sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

konzeptionell-funktional	technisch-physisch	organisatorisch-institutionell
<input type="checkbox"/> Handlungsabläufe festgelegt <input type="checkbox"/> Handbücher verfasst <input type="checkbox"/> Entscheidungsregeln definiert <input type="checkbox"/> Checklisten erstellt <input type="checkbox"/> eindeutige Nomenklatur festgelegt	<input type="checkbox"/> technischen Systeme funktionsfähig (Wechselwegweiser) <input type="checkbox"/> technische Schnittstellen eingerichtet <input type="checkbox"/> Datenkompatibilität sichergestellt <input type="checkbox"/> Software entwickelt und einsatzbereit <input type="checkbox"/> Vernetzung gewährleistet (Datenübertragung) <input type="checkbox"/> Verbindung zwischen Zentralen und Systemen hergestellt <input type="checkbox"/> auszutauschende Daten identifiziert	<input type="checkbox"/> Einbindung von Rundfunkanstalten <input type="checkbox"/> organisatorischer Rahmen festgelegt <input type="checkbox"/> Kommunikationsabläufe definiert und erprobt <input type="checkbox"/> Verantwortlichkeiten und Aufgabenverteilung definiert <input type="checkbox"/> Kooperationsvereinbarungen geschlossen (z. B. Ersatzverkehre) <input type="checkbox"/> Personal geschult und weitergebildet <input type="checkbox"/> Planungs- und Abstimmungsprozesse festgelegt <input type="checkbox"/> Zielkonflikte weitestgehend vermieden/behoben

Tabelle L 3: Beispielhafte Checkliste zur Durchführung der Zwischenbewertung  
(vgl. Fornauf (2015), S. 172 i. V. m. BMVBS (2006), S. 24).

### Qualitätsmanagement

Die ex-post Bewertung sollte nicht einmalig, sondern in **regelmäßigen Abständen** vollzogen werden. Dies macht es möglich, die Zielerfüllung einer **Strategie dauerhaft zu überprüfen** und zudem auch mögliche mittel- oder langfristigen Änderungen der Störfallsituation zu beobachten. Das wesentliche Ziel des Qualitätsmanagements besteht darin, die **Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer** langfristig zu sichern bzw. zu steigern und die dafür notwendigen Prozesse und Produkte möglichst optimal zu gestalten. Dazu ist es im Rahmen eines Qualitätsmanagements notwendig, dass sich die angestrebte Qualität durch den Einsatz von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements an der Erwartung der Verkehrsteilnehmer orientiert. Weiterhin ist die erbrachte Qualität auf Seiten der Akteure der wahrgenommenen Qualität der Verkehrsteilnehmer gegenüberzustellen.

Ein **einjähriger Turnus** erscheint für komplexe und aufwendige Strategien mit einer **hohen Risikoeinschätzung** der Störfallsituation angebracht. Für Strategien mit einer **geringen bis mittleren Risikoeinschätzung** sind längere Bewertungszyklen ausreichend. In diesen Fällen scheint ein Turnus von **zwei Jahren** angemessen. Neben turnusbasierten Bewertungen können auch **ereignisbasierte Bewertungen** notwendig sein, beispielsweise wenn sich aufgrund von verkehrsbezogenen infrastrukturellen oder sonstigen Neu- und Umbaumaßnahmen (z. B. Einkaufszentren, Hotels, Umgehungsstraßen, Park-and-Ride Anlagen) Auswirkungen auf den Verkehrsablauf, die Strategiegestaltung und somit auf die Wirksamkeit von dynamischen Strategien ergeben.

Das Qualitätsmanagement für Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement sollte nicht isoliert, sondern im Zusammenhang mit anderen Modulen betrachtet werden. Im Rahmen eines solchen **integrierten Qualitätsmanagements** soll der Zusammenhang und die **Interaktion** zwischen den verschiedenen **Elementen** bzw. **Modulen** des Qualitätsmanagements aufgezeigt und untersucht werden. Ein solcher Zusammenhang liegt u. a. zwischen dem Strategiebetrieb und Lichtsignalanlagen vor. Eine gute Qualität der Lichtsignalanlagen begünstigt auch eine gute Qualität einer Strategie. Dieser exemplarisch angeführte Zusammenhang lässt sich auf diverse andere Module übertragen, so dass eine integrierte Betrachtungsweise sinnvoll erscheint.

---

## 4. Bewertungsnachbereitung

---

Nachdem die Bewertung auf den jeweiligen Stufen erfolgt ist, sind im Wesentlichen zwei Aufgaben zu erledigen. Dies ist zum einen die Ergebnisinterpretation und Entscheidungsfindung, und zum anderen die Dokumentation des Bewertungs- und Entscheidungsprozesses.

### 4.1. Ergebnisinterpretation und Entscheidung

Die Bewertung ist nicht mit der Entscheidung gleichzusetzen, bei der über die Auswahl, die Fortsetzung oder die Absetzung einer Strategie befunden wird. Gleichwohl wird die **Entscheidungsfindung** durch den Bewertungsprozess und dessen Ergebnis maßgeblich unterstützt und bestimmt.

#### Ex-ante Bewertung

Der Zweck der Vorbewertung ist die **Elimination ungeeigneter Maßnahmen**. Eine Elimination liegt in erster Linie vor, wenn konkrete **Ausschlusskriterien** hinsichtlich der verkehrlichen Wirkung (z. B. eine zu hohe Gefährdung der Verkehrsteilnehmer), der Wirtschaftlichkeit (z. B. zu hohe Investitionskosten) oder der Umsetzbarkeit (z. B. zu hohe Gefahr von Ziel- und Interessenskonflikten), erfüllt werden. In zweiter Linie sind auch solche Maßnahmen zu verwerfen, welche zwar kein Ausschlusskriterium erfüllen, aber dennoch **einen zu geringen Wirkungsbeitrag** leisten. Am Ende der Vorbewertung steht demnach eine Auswahl von potentiell geeigneten Maßnahmen, die in der sich anschließenden Hauptbewertung eingehender untersucht werden.

Am Ende der Hauptbewertung sind auf Grundlage der einzelnen Bewertungsergebnisse die Vor- und Nachteile verschiedener Strategiealternativen zu diskutieren und eine **Entscheidung für eine Strategiealternative** zu fällen. Dabei ist die Entscheidung so zu treffen, dass neben einer ausreichenden Effektivität und Wirtschaftlichkeit einer Strategie, auch die Interessenlagen verschiedener Gruppen berücksichtigt werden. Daher sollte nicht zwangsläufig die Strategie mit dem maximalen Wirkungspotential oder den minimalsten Kosten ausgewählt werden, sondern diejenige, welche neben einem hohen Wirkungspotential und einer guten Umsetzbarkeit eine **größtmögliche Akzeptanz** und **geringe Zielkonflikte** unter den Verkehrsteilnehmern und sonstigen Betroffenen verspricht.

#### Zwischenbewertung

Durch die Zwischenbewertung ergeben sich grundsätzlich drei verschiedene Entscheidungsmöglichkeiten.

1. Im besten Fall sind **keinerlei Mängel** festzustellen und es ist davon auszugehen, dass die Strategieziele umfänglich erreicht werden. Hierfür spricht, dass die technischen Systeme voll funktionsfähig und fehlerfrei sind, die Vernetzung, Verantwortlichkeiten, Handlungsabläufe, Entscheidungsregeln und Aufgaben klar definiert und den einzelnen Akteuren zugeordnet sind. In diesem Fall kann die Strategie **direkt in die reguläre Betriebsphase** überführt werden.
2. Weiterhin können durch die Zwischenbewertung auch **verschiedene Mängel** sowohl auf der Produkt- als auch auf der Prozessebene festgestellt werden, wenn technische Anlagen nicht funktionieren, Zuständigkeiten und Handlungsanweisungen unklar sind oder Kommunikationsprobleme auf der Daten- und der personellen Ebene bestehen. In diesem Fall ist sicherzustellen, dass sich die **Schwachstellen beheben** lassen und nach deren Beseitigung ein regulärer Strategiebetrieb starten kann, durch den die **Zielvorgaben wie geplant erfüllt** werden können.

3. Im schlechtesten Fall sind die **Mängel so gravierend**, dass die **Zielerreichung** ernsthaft **gefährdet** ist. In diesem Fall ist zu überprüfen, ob eine Strategie auch dann noch in die Betriebsphase überführt werden sollte, wenn, basierend auf den Ergebnissen der Zwischenbewertung bereits davon auszugehen ist, dass eine Strategie oder zumindest Teile davon, nicht wie geplant umgesetzt werden können, oder die anvisierten Wirkungen nicht erzielt werden. Sind die Ziele und Wirkungen auch durch größere Anpassungen nicht erreichbar, ist es erforderlich, wieder in den **Strategieplanungsprozess zurückzukehren**.

### **Ex-post Bewertung**

Das Ergebnis der ex-post Bewertung liegt in der Entscheidung, ob die gesetzten Ziele durch die Strategie des dynamischen Verkehrsmanagements erreicht worden sind und die negativen Auswirkungen der Störfallsituation reduziert werden konnten. Es ergeben sich somit vier Handlungsmöglichkeiten, die sich auf Grundlage der Bewertung ableiten lassen:

1. Die gesetzten **Ziele** und Erwartungen sind **vollständig erfüllt** worden. Die Störfallsituation besteht unverändert. Die **Strategie** wird ohne Änderungen **fortgesetzt**.
2. Die gesetzten **Ziele** und Erwartungen sind **weitestgehend erfüllt** worden. Die Strategie weist kleinere Mängel auf, die kurzfristig behoben werden können. Auch **kleinere Anpassungen** aufgrund einer geringfügigen Änderung der Störfallsituation sind problemlos möglich. Die **Strategie** wird nach Behebung der Mängel bzw. nach kleineren Anpassungen **fortgesetzt**.
3. Die gesetzten **Ziele** und Erwartungen sind nur **unzureichend erfüllt** worden. Die Strategie weist erhebliche Mängel auf. Auch die Rahmenbedingungen der ursprünglichen Störfallsituation kann sich in der Zwischenzeit erheblich verändert haben. Es sind **gravierende Änderungen an der Strategie** vorzunehmen, so dass erneut **der Planungsprozess durchlaufen** werden muss. Nach Anpassung der Strategie kann diese in geänderter Form fortgesetzt werden
4. Die gesetzten **Ziele** und Erwartungen sind **nicht erreicht** worden. Die Strategie erweist sich als nicht funktionsfähig. Auch die Störfallsituation kann sich in erheblichem Maße geändert haben, so dass die ursprünglich konzipierte Strategie wirkungslos ist. Die **Strategie** wird **nicht fortgesetzt**. Ggfs. ist für die (geänderte) Störfallsituation eine neue Strategie unter Einbeziehung einer Fehleranalyse der vorangegangenen zu entwickeln.

Die abschließende Bewertung und Entscheidung sollte für alle in der Regel **konsensual** auf **verbal-argumentativer Basis** durch die beteiligten Personen in einer offenen Diskussion und unter Berücksichtigung der gesammelten Ergebnisse erfolgen. Ist dies nicht möglich, kann eine Entscheidung auch durch **Mehrheitsbeschluss** oder in letzter Instanz von der verantwortlichen Person oder Institutionen getroffen werden, vorbehaltlich der Zustimmung der genehmigenden Behörde.

### **4.2. Dokumentation**

Im Sinne der Transparenz und der Nachvollziehbarkeit einer Bewertung und Entscheidung kommt der Dokumentation eine hohe Bedeutung zu. Somit sollten die gesamten Bewertungsprozesse zu den unterschiedlichen Zeitpunkten gut dokumentiert werden, um auch gegenüber genehmigenden Behörden oder gegenüber Außenstehenden eine **hohe Akzeptanz bzw. Zustimmung** erreichen zu können. Die folgenden Punkte sollten u. a. in die Dokumentation mit aufgenommen werden:

- Angabe des Bewertungsortes, der Bewertungszeit und der Bewertungsdauer,
- begründete Auswahl der beteiligten Institutionen/Personen,
- begründete Zieldefinition und Gewichtung,
- begründete Kriterienauswahl und Gewichtung,
- begründete Ermittlung der Risikoeinschätzung,
- begründete Ermittlung der Strategiekomplexität,
- begründete Ermittlung der Störfallkomplexität,
- begründete Auswahl der Bewertungsausrichtung und der Bewertungsverfahren,
- Daten (erhobene und prozessierte bzw. Mess- und Kenngrößen),
- Probleme, besondere Vorkommnisse oder sonstige bewertungsrelevante Informationen,
- Bewertungsergebnis sowie
- begründete Entscheidung.

Die Dokumentation gilt sowohl für nichtformalisierte, teilformalisierte und formalisierte Bewertungsausrichtungen der verschiedenen Bewertungszeitpunkte (ex-ante, Zwischenbewertung, ex-post Bewertung). Bei der Zwischenbewertung und ex-post Bewertung sind für die Dokumentation der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen und der Umsetzung zusätzlich **Erfahrungen aus dem Strategiebetrieb** zu integrieren, wie beispielsweise technische oder personelle Probleme bei der Umsetzung, ungeplante Vorfälle und Störungen während des Strategiebetriebs oder Reaktionen der Verkehrsteilnehmer und der Öffentlichkeit (Befolgungsgrad, Beschwerden). Insbesondere die Berechnungen und Entscheidungen, welche den **wirtschaftlichen Bereich** abdecken, sollten aus haushaltspolitischen Gründen (z. B. Überprüfungen durch den Rechnungshof, Rechtfertigung vor dem Gemeinderat) **hinreichend genau dokumentiert** werden.

Die Dokumentation kann in Form von **Berichten** erfolgen. Auch ein eher formalisiertes Berichtswesen, wie z. B. die Balanced Scorecard, ist möglich. Die Anfertigung von einzelnen **Protokollen** der Bewertungsrunden oder der Expertengespräche kann die Dokumentation ebenso unterstützen wie die Anfertigung und Einhaltung von **Checklisten**.

Durch die Dokumentation soll nicht nur eine erhöhte Transparenz und Rechtfertigung erreicht, sondern auch **Probleme und Erfahrungen** der Bewertung dokumentiert und **für andere Bewertungen** zugänglich gemacht werden. Dadurch können **Erfahrungen weitergegeben** und der Bewertungsprozess als solcher ständig verbessert werden.

---

## 5. Fiktives Anwendungsbeispiel

---

Im folgenden Kapitel werden einige der im Leitfadentwurf beschriebenen Empfehlungen anhand eines fiktiven Anwendungsbeispiels veranschaulicht. Die Ausführungen des Beispiels beziehen sich auf die ex-ante Bewertung von Strategien des dynamischen Straßenverkehrsmanagements.

### 5.1. Bewertungsvorbereitung

Zunächst sind die Grundlagen für die Strategiebewertung zu erarbeiten. Diese umfassen im Wesentlichen eine vollständige Bestandsaufnahme, die Definition der Verantwortlichkeiten, die Ermittlung des Risikos und damit einhergehend die Festlegung der grundsätzlichen Bewertungsausrichtung.

#### 5.1.1. Definition der Störfallsituation

##### Ereignis

Es soll ein Konzert (Großveranstaltung) mit ca. 60.000 Besuchern durchgeführt werden.

##### Zustände

Die Veranstaltung findet an einem gewöhnlichen Samstagabend in einem Stadion einer deutschen Großstadt statt. Es ist mit keinen weiteren erschwerenden Ereignissen (Wetter, Baustellen) zu rechnen. Jedoch ist das Verkehrsaufkommen auch ohne die Großveranstaltung am Samstagnachmittag bereits sehr hoch. Für die Veranstaltung werden überwiegend externe Besucher erwartet. Es ist die erste Veranstaltung dieser Art in dem umgebauten und erweiterten Stadion, das sonst für Fußballspiele beansprucht wird. Zu diesen Spielen kommen durchschnittlich 20.000, überwiegend einheimische Besucher.

##### Störfall

Durch die Veranstaltung muss mit einer Verkehrsüberlastung bzw. Stauungen aufgrund des hohen Anteils an auswärtigen Besuchern und der unzureichenden Kapazität gerechnet werden. Es wird erwartet, dass die Besucher vornehmlich mit dem privaten Pkw zur Veranstaltung anreisen. Ferner wird mit einem hohen Anteil an Bringer- und Abholerverkehren gerechnet, so dass in Stadionnähe, insbesondere bei Veranstaltungsende, mit chaotischen Zuständen gerechnet wird.

##### Bewertung

Für die Störfallsituation ist eine Strategie aus dem Bereich des dynamischen Verkehrsmanagements zu entwickeln. Daher ist eine ex-ante Bewertung zur Identifizierung einer geeigneten Strategie durchzuführen.

#### 5.1.2. Zieldefinition und Kriterienauswahl

##### Strategieziel

Sicherstellung eines geordneten und stabilen Verkehrsablaufs im Vor- und Nachlauf der Großveranstaltung. Gewährleistung der Verkehrssicherheit nach Veranstaltungsschluss am Stadion.

##### Ausgewählte Kriterien, Mess- und Kenngrößen

- K1: Verkehrsqualität und Mobilität
  - Mittlere Reisezeit
  - Mittlere Geschwindigkeit
  - Mittlere Dichte
  - Stau km
- K2: Verkehrssicherheit
  - Unfälle
- K3: Kosten
  - Investitionskosten
- K4: Zielkonflikte
  - Konflikte zwischen Interessen bzw. Gewohnheiten der Einwohner und den Erwartungen der externen Besucher

- K5: Akzeptanz
  - Befolgungsgrad auf Seiten der Verkehrsteilnehmer
- K6: Vernetzung
  - Verständlichkeit
  - Zuverlässigkeit

### 5.1.3. Grundlagenermittlung

#### Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und der Auswahl von Sektoren

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf das Teilstraßennetz im Umkreis des Stadions sowie auf die entsprechenden Autobahnausfahrten bzw. Abschnitte. Somit ist der stadionnahe Stadt- und Autobahnverkehr von der Störfallsituation betroffen.

#### Bestimmung des strategischen Netzes

Zum strategischen Netz zählen Bundes,- Landes,- Kreis- und Hauptstraßen, Knotenpunkte mit und ohne Lichtsignalanlagen sowie die Netze des öffentlichen Verkehrs (Bus sowie Straßen- und U-Bahn). Weiterhin zählen auch Parkplätze am Stadion oder in Stadionnähe sowie Park-und-Ride Anlagen an Haltestellen des straßen- und schienengebundenen ÖPNV zum strategischen Netz.

#### Technische Bestandsaufnahme

Ein städtisches Parkleitsystem, dynamische Wechselwegweiser und Infotafeln im Stadtverkehr sowie dWiSta Anlagen auf den Bundesautobahnen sind vorhanden. Für die Verkehrslageerfassung stehen Detektoren und Videokameras zur Verfügung. Die Informationen laufen in den jeweiligen Verkehrsleitzentralen des Landes und der Stadt zusammen.

#### Aufnahme der Zuständigkeitsbereiche

Für die Störfallsituation sind die Zuständigkeiten der Baulastträger Stadt, Land und Bund zu berücksichtigen, wobei die letzten beiden in diesem Beispiel zusammenfallen. Des Weiteren sind ÖPNV- und Stadionbetreiber zu beteiligen.

#### Ermittlung der Verkehrsnachfrage

Es herrscht, bedingt durch Freizeit-, Einkaufs- und Besorgungsverkehre in der Regel eine hohe Verkehrsnachfrage an einem Samstagnachmittag, unabhängig der geplanten Großveranstaltung.

#### Erfassung von Ereignissen und Problemen

*s. Definition der Störfallsituation.*

### 5.1.4. Verantwortlichkeiten und Beteiligte

#### Verantwortlichkeiten

Städtisches Amt für das Verkehrsmanagement

#### Beteiligte

- Leiter der Abteilungen ‚Planung‘ und ‚Betrieb‘ des städtischen Amtes für Verkehrsmanagement,
- städtische Verkehrsleitzentrale (Verkehringenieure, Operatoren, Techniker),
- Verkehrsleitzentrale des Landes (Verkehringenieure, Operatoren, Techniker),
- Polizei,
- Ordnungsdienste,
- Einsatzleiter,
- Rettungskräfte,
- Stadionbetreiber,
- Parkplatz- und Parkhausbetreiber,
- ÖPNV-Betreiber,
- Verkehrswacht.

### 5.1.5. Risikoermittlung und grundsätzliche Verfahrensauswahl

#### Störfallrisiko

- Folgeschwere  
Die Anzahl an Betroffenen wird als hoch eingestuft. Es kann zu erheblichen Verzögerungen oder gar Verspätungen für die Veranstaltungsbesucher kommen, weshalb auch die Intensität/Schwere der Folgen für den Einzelnen als hoch eingestuft wird. Die Dauer der Störfallsituation beträgt einige Stunden.
- Häufigkeit des Auftretens  
Nach der Modernisierung des Stadions ist zukünftig mit weiteren Veranstaltungen dieser Art zu rechnen. Es handelt sich somit um ein sporadisches, aber planbares Störfallereignis.

Das Risiko wird demnach insgesamt als hoch eingestuft.

#### Komplexität der Störfallsituation

- Die Komplexität des Wirkungsumfeldes ist vergleichsweise gering. Es sind in erster Linie die Interessen der betroffenen Verkehrsteilnehmer (Qualität, Mobilität, Sicherheit) zu berücksichtigen. Umwelt- und wirtschaftsrelevante Wirkungen können vernachlässigt werden.
- Die Komplexität der Verkehrsnachfrage ist recht ausgeprägt, da zum einen eine hohe Verkehrsnachfrage zu erwarten ist, und zum anderen verschiedene Beförderungsmöglichkeiten (ÖV, MIV, NMIV) in Betracht kommen.
- Die Komplexität des Verkehrsnetzes ist durch die baulastträgerübergreifenden Auswirkungen der Störfallsituation hoch.

Die Komplexität der Störfallsituation ist insgesamt hoch, sodass Methoden zur Wirkungsermittlung und Bewertung eingesetzt werden sollten, die nicht nur die nötige Bewertungstiefe (Genauigkeit) gewährleisten, sondern auch eine ausreichende Bewertungsbreite erlauben.

#### Strategiekomplexität

- Die Komplexität des Maßnahmenbündels ist, bedingt durch die Vielzahl an potentiellen (intermodalen) Maßnahmen, sehr hoch.
- Die Komplexität der Vernetzung ist durch die Beteiligung und Kooperation zahlreicher Akteure ebenfalls sehr hoch.

Somit ist die Strategiekomplexität insgesamt als sehr hoch anzusehen, weshalb aus diesem Grund keine Verfahrenserleichterungen gerechtfertigt sind.

#### Erfahrungswerte

Erfahrungswerte, die eine Verfahrenserleichterung erlauben, liegen für die betreffende Stadt nicht vor. Erfahrungswerte aus anderen Städten können aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen zwar ergänzend hinzugezogen werden, erlauben aber ebenfalls keine grundlegende Verfahrensvereinfachung.

#### Grundsätzliche Verfahrensauswahl

Insgesamt ist ein hohes Risiko festgestellt worden. Zudem sind keine Argumente für eine Verfahrenserleichterung gefunden worden. Daher ist eine formalisierte Bewertungsausrichtung vorzunehmen.

### 5.2. Bewertungsdurchführung

Für die Erarbeitung einer geeigneten Strategie sind zunächst potentielle Maßnahmen zu identifizieren. Diese umfassen in dem fiktiven Beispiel:

- M1: Sonderverkehre (P+R-Shuttle, Ersatzverkehre, Taktverstärkung),
- M2: Verlagerung innerhalb des ÖV,
- M3: Umleitung von Fahrzeugen des ÖV,



- M4: Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl,
- M5: Bereitstellung von temporären P+R Flächen,
- M6: Umleitung von Teilfahrzeugströmen,
- M7: Erhöhung der Leistungsfähigkeit des MIV (Anpassung LSA-Programme),
- M8: Information über Infotafeln,
- M9: Information über Endgeräte (Smartphones, Radio),
- M10: Beeinflussung der Geschwindigkeit.

### 5.2.1. Vorbewertung

Im Rahmen der Vorbewertung ist von den zu beteiligenden Personen eine Vorteil-Nachteil-Analyse durchzuführen. Für die Vorbewertung reicht ein verkleinerter Teilnehmerkreis der verantwortlichen bzw. maßgeblich an der Umsetzung beteiligten Akteure aus. In diesem Fall umfasst der Teilnehmerkreis:

- Leiter der Abteilungen Planung und Betrieb des städtischen Amtes für das Verkehrsmanagement,
- Städtische Verkehrsleitzentrale (Verkehringenieure, Operatoren, Techniker),
- Verkehrsleitzentrale des Landes (Verkehringenieure, Operatoren, Techniker),
- Polizei,
- Stadionbetreiber,
- ÖV-Betreiber.

Jede Maßnahme wird dabei bezgl. der verschiedenen Kriterien auf der folgenden Punkteskala gemeinsam bewertet. Bei eklatanten Unstimmigkeiten kann die finale Entscheidung entweder auf die Hauptbewertung vertagt, durch Mehrheitsbeschluss oder durch die verantwortlichen Personen in letzter Instanz getroffen werden.

- 1 sehr schlecht, sehr teuer, sehr schwierig
- 2 schlecht, teuer, schwierig
- 3 mittel, durchschnittlich, normal
- 4 gut, günstig, einfach
- 5 sehr gut, sehr günstig, sehr einfach

Beispielhaft ist das in der nachfolgenden Tabelle dargestellte Ergebnis ermittelt worden. Die Wertzuweisung erfolgt dabei auf verbal-argumentativer Basis, ohne die Verwendung von vordefinierten Zuordnungsvorschriften.

		Maßnahmen									
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Kriterien	K1	5	3	3	4	5	4	3	4	5	3
	K2	5	4	4	4	5	3	4	3	4	4
	K3	2	2	2	3	2	4	4	4	2	4
	K4	4	1	2	2	3	3	3	4	4	3
	K5	4	2	1	1	4	3	4	5	5	3
	K6	2	3	3	3	4	3	4	4	3	4
Durchschn.		3,7	2,5	2,5	2,8	3,8	3,3	3,7	4,0	3,8	3,5

Tabelle L 4: Vorteil-Nachteil Analyse eines fiktiven Fallbeispiels im Rahmen der Vorbewertung (Fornauf 2015).

Im Ergebnis sind solche Maßnahmen ausgeschlossen worden, welche einen Durchschnittswert kleiner 3 aufweisen oder ein Ausschlusskriterium (1) erfüllen. Demnach werden in diesem Beispiel die Maßnahmen M2, M3 und M4 verworfen.

Aus den verbleibenden Maßnahmen können verschiedene Strategien erstellt werden, welche im Anschluss eingehender bewertet und miteinander verglichen werden. Dies erfolgt in diesem Beispiel gemäß dem Prinzip des evolutionären bzw. genetischen Algorithmus.

### 5.2.2. Hauptbewertung

In der Hauptbewertung sind die drei Kriterienkategorien der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen, der wirtschaftlichen Wirkungen und der Umsetzbarkeit detailliert zu analysieren und zu bewerten. Dazu müssen zunächst verkehrliche und monetäre Zielvorgaben durch konkrete Zielgrößen definiert werden, anhand derer sich eine Zielerreichung ermitteln lässt.

Die Basisstrategie (S1) wird aus den Maßnahmen M6 bis M10 gebildet, da diese ohne größeren Aufwand umsetzbar sind. Es wird vorausgesetzt, dass die notwendigen, systemtechnischen Komponenten bereits vorhanden und funktionsfähig sind. Die Maßnahmen M1 und M5 werden noch nicht betrachtet, da durch diese ein erheblicher Koordinations- und Kostenaufwand entstehen würde.

#### Verkehrsinduzierte, nicht-monetäre Wirkungen

Mittels einer Simulation werden zunächst die Wirkungen der Basisstrategie S1 ermittelt. An der Simulation und der darauf basierenden Bewertung der verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen werden nur die entsprechend verantwortlichen Personen bzw. die involvierten Akteure beteiligt. Es wird angenommen, dass das Maßnahmenpaket nicht ausreicht, um die erwünschten Wirkungen zu erreichen. Insbesondere die Umleitung von Teilverkehrsströmen von Verkehrsteilnehmern, die nicht zur Veranstaltung wollen, bedarf einer intensiveren Betrachtung, da verschiedene Möglichkeiten der Umleitung möglich sind. Als besonders effektiv erweist sich eine großräumige Umleitung, welche bereits auf den stadionnahen Autobahnabschnitten beginnt. Weiterhin wird festgestellt, dass eine Anpassung der Geschwindigkeit (M10) keinen wesentlichen Beitrag zur Strategiewirkung leistet, weshalb die Maßnahme aus der Basisstrategie entfernt wird.

Im Weiteren werden die Maßnahmen M1 und M5 jeweils einzeln und kombiniert in die Strategie integriert. Für alle Alternativen wird eine ausreichende Strategiewirkung mit einem akzeptablen LOS ermittelt. Somit stehen drei Strategiealternativen zur Auswahl:

- S2: M1, M6, M7, M8, M9 (ausreichende Wirkung)
- S3: M1, M5, M6, M7, M8, M9 (sehr hohe Wirkung)
- S4: M5, M6, M7, M8, M9 (hohe Wirkung)

#### Wirtschaftlichkeit

Auf Basis der ermittelten verkehrsinduzierten, nicht-monetären Wirkungen werden die vier qualitätsrelevanten Messgrößen und die sicherheitsrelevante Messgröße auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut) gemäß der Zielerreichung bzw. des Wirkungsbeitrags bewertet. Darüber hinaus sind die Kosten für die einzelnen Strategien zu ermitteln. Aus dem Quotienten der summierten Wirkungspunkte und der gesamten Kosten wird der Wirksamkeits-Kosten-Quotient ermittelt.

		Strategien		
		S2	S3	S4
Messgrößen	mittl. Reisezeit	2	4	3
	mittl. Geschw.	3	4	3
	mittl. Dichte	2	5	3
	Stau-km	3	4	3
	Sicherheit	4	4	3
	Summe Wirk. (w)	14	21	15
Summe Kosten (k)		20 Tsd. €	40 Tsd. €	35 Tsd. €
WK-Quotient (w/k)		0,70	0,53	0,43

Tabelle L 5: Exemplarische Wirksamkeits-Kosten-Analyse (Fornauf 2015).

Es zeigt sich, dass S2 das beste Verhältnis aus Wirksamkeit und Kosten bietet. Allerdings sind die prognostizierten Wirkungen von S3 wesentlich besser. Das schlechteste Verhältnis weist S4, trotz einer leicht besser bewerteten Wirkung, auf.

**Umsetzbarkeit**

Die Umsetzbarkeit wird im Anschluss verbal-argumentativ bewertet. Dabei ist folgendes Ergebnis ermittelt worden:

- S2: moderate Umsetzbarkeit (moderate Zielkonflikte, durchschnittliche Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer, einfache Vernetzung)
- S3: erschwerte Umsetzbarkeit (hohe Zielkonflikte, hohe Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer, schwierige Vernetzung)
- S4: moderate Umsetzbarkeit (erhöhte Zielkonflikte, erhöhte Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer, anspruchsvolle Vernetzung)

**Gewichtung und Rangordnung**

Die Teilergebnisse werden schließlich in einer ergänzenden Nutzwertanalyse zusammengeführt. So können Gewichtungen vorgenommen und eine Rangfolge gebildet werden.

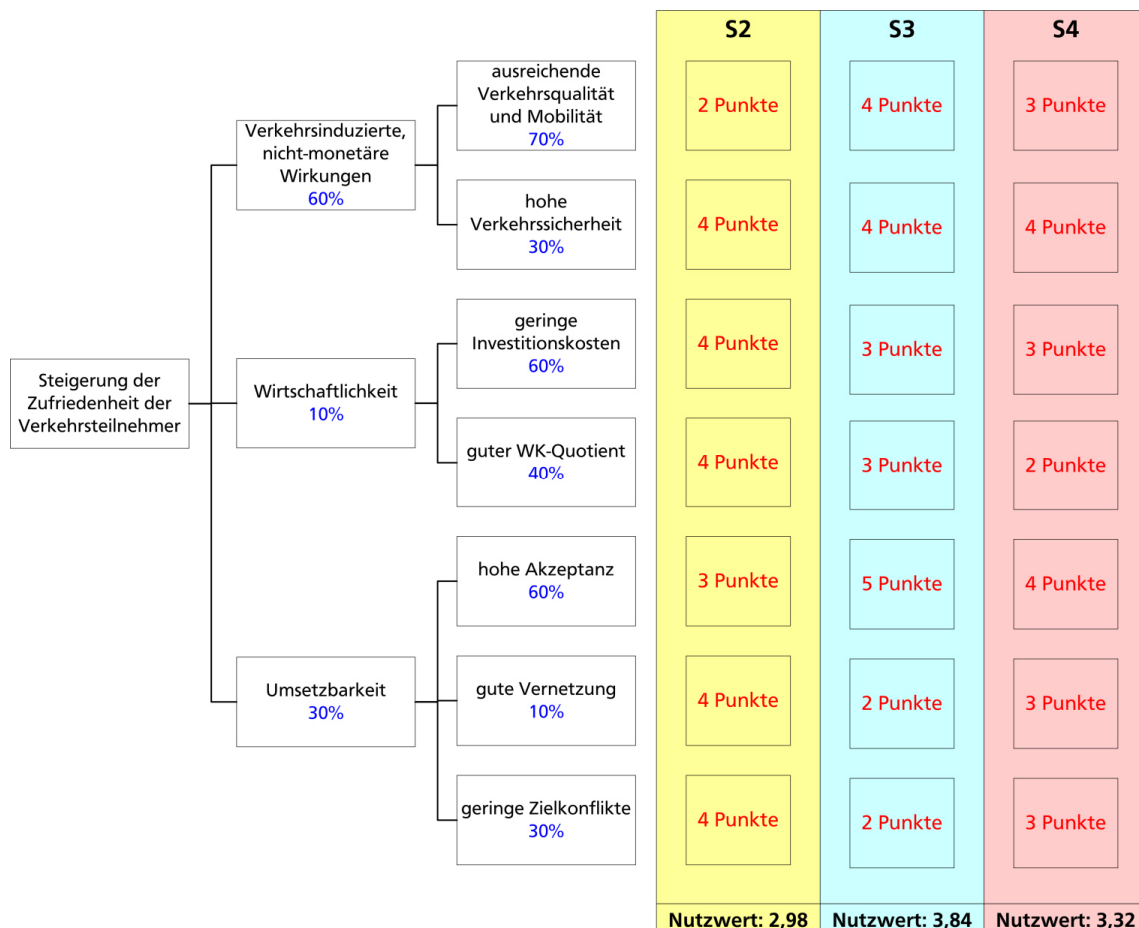


Abbildung L 13: Nutzwertanalyse im Rahmen eines fiktiven Anwendungsbeispiels (basierend auf Fornauf (2015), S. A-20).

Die Nutzwertanalyse ergibt, dass S3 am besten abschneidet, gefolgt von S4 und schließlich S2.

**Sensitivitätsanalyse**

Eine Sensitivitätsanalyse erfolgt primär durch Veränderungen der Annahmen und Eingangsparameter der Simulation. Dies kann, je nach Sensitivität der jeweiligen Strategie, die ursprünglich ermittelten Wirkungen und somit auch die Bewertung verändern. Weiterhin ist es auch möglich, die prozentualen Gewichtungen der NWA oder die Nutzwertzuordnung, insbesondere für solche Kriterien, deren

Bewertung mit einer großen Unsicherheit behaftet sind, zu variieren. In diesem Beispiel wird eine geringfügige Veränderung der Gewichtungen vorgenommen. Diese führt jedoch zu keiner Änderung der Rangfolge. Es wird daher vereinfachend davon ausgegangen, dass die ermittelten Ergebnisse robust und zuverlässig sind.

### 5.3. Bewertungsnachbereitung

#### Entscheidung

Nach der erfolgten Bewertung ist eine Entscheidung durch alle an der Bewertung beteiligten Personen vorzunehmen. Dabei werden die Ergebnisse von der gesamten Gruppe diskutiert, die Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen und schließlich eine Strategiewahl getroffen. Die Entscheidung wird dabei konsensual beschlossen. Die Entscheidung fällt, auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der NWA, in diesem Beispiel auf **Strategie 3**. Diese ist zwar mit erhöhten Kosten verbunden, weist aber erhebliche Vorteile auf:

- Da zukünftig mit weiteren Veranstaltungen zu rechnen ist, lassen sich die erhöhten Investitionskosten sehr gut rechtfertigen.
- Durch die zusätzlichen Parkmöglichkeiten und einem verbesserten ÖPNV Angebot (Taktverdichtung), lassen sich chaotische und gefährliche Verkehrszustände vor dem Stadion nach Veranstaltungsende deutlich reduzieren.
- Die gewählte Strategie verspricht mit Abstand den höchsten Wirkungsgrad.

Der erhöhte **Aufwand der Vernetzung** durch die zuständigkeitsübergreifende Störfallsituation kann durch keine der entwickelten Strategiealternativen vermieden werden. Es wird davon abgesehen, die Strategie vollautomatisiert zu aktivieren. Die Strategie sollte auf Basis individueller Absprachen zwischen den Verantwortlichen und auf Grundlage vorgefertigter Handlungspläne und Entscheidungsregeln aktiviert werden. Eine zuständigkeitsübergreifende Automatisierung scheint weder praktikabel noch wirtschaftlich.

Eine sehr hohe Bedeutung wird der **Informationsversorgung** beigemessen. Aus diesem Grund wird durch Infotafeln, Radio, Zeitungen und Internet und Veranstalter-Apps bereits einige Tage im Voraus auf die Veranstaltung und die damit zu erwartenden verkehrlichen Probleme aufmerksam gemacht. Es wird darum gebeten, sofern nicht zwingend notwendig, das Gebiet um das Stadion zu umfahren bzw. alternative Verkehrsmittel zu benutzen.

#### Dokumentation

Der Bewertungsprozess, mitsamt den einzelnen Bewertungsschritten der jeweils Beteiligten, der einzelnen Ergebnisse und der begründeten Entscheidung für Strategie 3 werden in Form eines Bewertungsberichtes von den verantwortlichen Personen dokumentiert.

#### Weitere Schritte

In den nächsten Schritten sind die Pläne zu finalisieren und die systemtechnischen Komponenten zu installieren bzw. modifizieren. Im Rahmen von Fußballspielen kann das System in einem Probetrieb auf seine Funktionalität hin getestet werden. Dies erfolgt im Rahmen der **Zwischenbewertung** am Ende der Implementierungsphase.

---

**Verzeichnisse**


---

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung L 1:	Bewertungsablauf .....	L-9
Abbildung L 2:	Kriterienübersicht zur Bewertung von Strategien im dynamischen Verkehrsmanagement .....	L-12
Abbildung L 3:	Ermittlung der Risikokategorien.....	L-15
Abbildung L 4:	Grundsätzlicher Zusammenhang zwischen dem Störfallrisiko, der Störfallkomplexität, der Strategiekomplexität und den Bewertungsanforderungen. ....	L-16
Abbildung L 5:	Grundsätzliche Methodik der Vorbewertung .....	L-19
Abbildung L 6:	Grundlegende Methodik der Hauptbewertung.....	L-20
Abbildung L 7:	Methodik der nichtformalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung .....	L-22
Abbildung L 8:	Methodik der teilformalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung .....	L-24
Abbildung L 9:	Methodik der formalisierten Bewertungsausrichtung im Rahmen der Hauptbewertung .....	L-26
Abbildung L 10:	Beispielhafte Darstellung der ex-ante Bewertung.....	L-29
Abbildung L 11:	Grundsätzliche Methodik der Zwischenbewertung .....	L-30
Abbildung L 12:	Grundsätzliche Methodik der ex-post Bewertung.....	L-32
Abbildung L 13:	Nutzwertanalyse im Rahmen eines fiktiven Anwendungsbeispiels. ....	L-45

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle L 1:	Methodenbeschreibung, -eigenschaften und –bestandteile .....	L-8
Tabelle L 2:	Beispielhafte Darstellung der Ermittlung von Nutzwertpunkten. ....	L-28
Tabelle L 3:	Beispielhafte Checkliste zur Durchführung der Zwischenbewertung.....	L-35
Tabelle L 4:	Vorteil-Nachteil Analyse eines fiktiven Fallbeispiels im Rahmen der Vorbewertung .....	L-43
Tabelle L 5:	Exemplarische Wirksamkeits-Kosten-Analyse. ....	L-44

In der Schriftenreihe des Instituts für Verkehr an der Technischen Universität Darmstadt sind bisher folgende Hefte erschienen:

Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik (ISSN 1613-8317):

- V1 G. Faust  
Entwurf und Bau von stark überhöhten Fahrbahnen  
1999
  
- V2 C. Korda  
Quantifizierung von Kriterien für die Bewertung der Verkehrssicherheit mit Hilfe digitalisierter Videobeobachtungen  
1999
  
- V3 State of the Art of Research, Development and Application of Intelligent Transport Systems (ITS) in Urban Areas  
Proceedings of the Japanese-German Symposium, April 27, 2001
  
- V4 Verkehrssystem auf dem Weg zur freien Marktwirtschaft  
Vorträge im Rahmen des Kolloquiums im Verkehrswesen am 11.06.2001
  
- V5 V. Bleeß, M. Boltze, G. Specht  
Chancen und Probleme der Anwendung von Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen  
2002
  
- V6 C. Lotz  
Ermittlung von Detektorstandorten für den Straßenverkehr innerorts  
2002
  
- V7 N. Desiderio  
Requirements of Users and Operators on the Design and Operation of Intermodal Interchanges  
2002
  
- V8 S. Hollborn  
Intelligent Transport Systems (ITS) in Japan  
2002
  
- V9 M. Boltze, G. Specht, D. Friedrich, A. Figur  
Grundlagen für die Beeinflussung des individuellen Verkehrsmittelwahlverhaltens durch Direktmarketing  
2002
  
- V10 M. Boltze, A. Reußwig  
First Review of Available Data: Modal Split in Different Countries  
2000
  
- V11 P. Schäfer  
Bürgerinformation, ein wichtiges Element der Bürgerbeteiligung  
2003

- V12 M. Boltze  
Fachgebietsbericht - September 1997 bis Dezember 2002  
2003
- V13 R. Stephan  
Einsatzbereiche von Knotenpunkten mit der Regelungsart "rechts vor links"  
2003
- V14 V. Blees  
Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen  
2004
- V15 P. Schäfer  
Alternative Methoden zur Überwachung der Parkdauer sowie zur Zahlung der Parkgebühren  
2004
- V16 A. Reusswig  
Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen  
2005
- V17 P. Pujinda  
Planning of land-use developments and transport systems in airport regions  
2006
- V18 M. Bohlinger  
Grundlagen, Methodik und Verfahren der Verkehrsmanagementplanung  
2006
- V19 V. H. Khuat  
Traffic Management in Motorcycle Dependent Cities  
2006
- V20 St. Krampe  
Nutzung von Floating Traveller Data (FTD) für mobile Lotsendienste im Verkehr  
2007
- V21 A. Minhans  
Traffic Management Strategies in Cases of Disasters  
2008
- V22 N. Roth  
Wirkungen des Mobility Pricing  
2009
- V23 Q.C. Do  
Traffic Signals in Motorcycle Dependent Cities  
2009

- V24 A. Wolfermann  
Influence of Intergreen Times on the Capacity of Signalised Intersections  
2009
- V25 H. Jentsch  
Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr  
2009
- V26 Y. Ni  
Pedestrian Safety at Urban Signalised Intersections  
2009
- V27 W. Kittler  
Beeinflussung der Zeitwahl von ÖPNV-Nutzern  
2010
- V28 S. Kohoutek  
Quantifizierung der Wirkungen des Straßenverkehrs auf Partikel- und Stickoxid-Immissionen  
2010
- V29 V. N. Nguyen  
Bus Prioritisation in Motorcycle Dependent Cities  
2013
- V30 P. Krüger  
Methodische und konzeptionelle Hinweise zur Entwicklung einer IVS-Rahmenarchitektur für  
Deutschland  
2013
- V31 M. N. An  
Quality Management for Public Transport in Motorcycle Dependent Cities  
2015
- V32 St. Groer  
Klimaschutzaktivitäten deutscher Städte im Verkehrssektor – Eine vergleichende Fallstudie zu  
lokalen Einflussfaktoren und Motivationen  
2015
- V33 L. Fornauf  
Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Strategien für das dynamische  
Straßenverkehrsmanagement  
2015