

**ENTWICKLUNG EINER GRUNDSTRUKTUR FÜR DIE AUSWAHL
EINER VERKEHRSINFRASTRUKTURVARIANTE
IN BEBAUTEN GEBIETEN
UNTER DEM BLICKWINKEL NACHHALTIGER ENTWICKLUNG**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades:

Doktoringenieur (Dr.-Ing.)

an der Technischen Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften

Dipl.-Ing. Andreas Rau

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. Udo J. Becker, Technische Universität Dresden

Endfassung

Dresden, 30.05.2005

Verzeichnis der Abkürzungen

BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr
EAHV	Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen
EST	Environmentally Sustainable Transport
EWS	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
KONTIV	Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MOP	Deutsches Mobilitätspanel
NO _x	Stickoxide
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Personenverkehr
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
QZG	Quelle-Ziel-Gruppe
VM	Verkehrsmittel
SRV	Verkehrserhebung „Mobilität in Städten“
UBA	Umweltbundesamt
VOC	Flüchtige Organische Kohlenwasserstoffe

Die Arbeit wurde nach den neuen Rechtschreibregeln verfasst.

Diese Arbeit wurde vom Freistaat Sachsen durch ein Sächsisches Landesstipendium gefördert. Dafür möchte ich mich ganz herzlich bedanken.

Inhaltsverzeichnis

0	EINLEITUNG	8
0.1	Zielstellung der Arbeit	8
0.2	Warum diese Arbeit - Defizitanalyse der standardisierten Bewertungsverfahren für Verkehrswegeinvestitionen	9
0.3	Abgrenzung der Arbeit	12
0.4	Aufbau der Arbeit	15
1	TEIL I: OPERATIONALISIERUNG DES BEGRIFFES NACHHALTIGE ENTWICKLUNG	18
1.1	Aufgabenstellung von Teil I	18
1.2	Erarbeitung einer Nachhaltigkeitsdefinition für diese Arbeit	18
1.2.1	Einführung in die Nachhaltigkeitsdebatte	18
1.2.2	Definition einer nachhaltigen Entwicklung mit Hilfe des Kapitalstocks	21
1.2.2.1	Konzept der schwachen, starken und kritischen Nachhaltigkeit	21
1.2.2.2	Probleme bei der Anwendung der Nutzungsregeln	25
1.3	Konsequenzen für ein Bewertungsverfahren bei Verwendung des Modells der kritischen Nachhaltigkeit	27
1.4	Ansatz zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeit in dieser Arbeit	30
2	TEIL II: WELCHE WIRKUNGSFELDER SOLLTEN IM BEWERTUNGSVERFAHREN BERÜCKSICHTIGT WERDEN?	33
2.1	Aufgabenstellung von Teil II	33
2.2	Grundsätzliche Anmerkungen zur generellen Wirkungsermittlung	34
2.3	Erstellung eines ersten Ur-Kataloges von Wirkungsfeldern mit Hilfe der EAHV 93	36
2.3.1	Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich des Zielfeldes „Qualität des Verkehrs“	37
2.3.2	Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich der Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Umwelt	38
2.3.3	Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich der Wechselwirkungen zwischen Verkehr und bebauten Bereichen (städtebaulichen Effekten)	40
2.3.4	Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich Wirtschaftlichkeit	42
2.3.5	Zusammenstellung eines ersten Ur-Kataloges von Wirkungsfeldern	43
2.4	Ableichen des Ur-Kataloges mit dem OECD-Forderungskatalog für einen nachhaltigen Verkehr	43
2.5	Zusammenfassung der Wirkungsfelder für das Bewertungsverfahren zur Charakterisierung der Verkehrsinfrastruktur	49
2.6	Zusammenfassung der Anforderungen an den Prozess der Bewertung	50

3	TEIL III: AUSWAHL VON INDIKATOREN FÜR DIE WIRKUNGSFELDER	53
3.1	Aufgabenstellung von Teil III	53
3.2	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer“	54
3.2.1	Definition einer verkehrlichen Nutzengröße für diese Arbeit	54
3.2.2	Exkurs: Entwicklung eines Zugangsmaßes als Indikator zur Messung des verkehrlichen Nutzens	58
3.2.2.1	Notwendige Ausgangsgrößen	58
3.2.2.1.1	Analyse des Verkehrssystems	59
3.2.2.1.2	Bestimmung der Nachfrage nach Raumstrukturgrößen	61
3.2.2.1.3	Bestimmung des Angebotes an Raumstrukturgrößen	68
3.2.2.2	Anforderungen an das Erreichbarkeitsmaß	69
3.2.2.3	Erreichbarkeit nach ISTP	70
3.2.2.4	Lagegunst Kennwerte	71
3.2.2.5	Ableitung des Zugangsmaßes	73
3.2.2.6	Interpretation des Zugangsmaßes	78
3.3	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Schadstoffbelastung“	89
3.4	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Klimawirkung“	92
3.5	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Ressourcenverbrauch“	93
3.6	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Lärmbelastungen“	95
3.7	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Verkehrssicherheit“	98
3.8	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Aufenthaltsqualität“	100
3.8.1	Generelle Anmerkungen zur Auswahl von Indikatoren für den Bereich der städtebaulichen Effekte	100
3.8.2	Diskussion möglicher Indikatoren für das Wirkungsfeld „Aufenthaltsqualität“	101
3.8.3	Auswahl der Indikatoren	104
3.9	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Stadttraumqualität“	105
3.9.1	Diskussion möglicher Indikatoren	105
3.9.2	Auswahl der Indikatoren	108
3.10	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Barrierewirkungen“	109
3.10.1	Diskussion möglicher Indikatoren	109
3.10.2	Auswahl der Indikatoren	112
3.11	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Stadtökologische Effekte“	113
3.11.1	Diskussion möglicher Indikatoren	113
3.11.2	Auswahl der Indikatoren	115
3.12	Auswahl von Indikatoren für die Wirkungsfelder „Investitions-, Unterhaltungs- und Betriebskosten“	116
3.13	Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit	117
3.14	Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Intragenerative Gerechtigkeit“	119
3.15	Zusammenfassung der ausgewählten Indikatoren	122

4	TEIL IV: GRUNDSÄTZLICHE AUSGESTALTUNG DES VERFAHRENS ZUR BEWERTUNG UND WERTSYNTHESE DER WIRKUNGSFELDER	125
4.1	Aufgabenstellung von Teil IV	125
4.2	Diskussion möglicher Bewertungsmethoden	125
4.2.1	Kosten-Nutzen-Analysen	126
4.2.2	Nutzwertanalyse der ersten Generation	129
4.2.3	Nutzwertanalyse der zweiten Generation	133
4.2.4	Präferenzmatrixverfahren und Relevanzbaumverfahren	134
4.2.5	Verträglichkeits-, Eliminations- und Abwägungsverfahren	136
4.2.6	Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren	139
4.3	Entwicklung der Struktur für das Bewertungsverfahren	141
4.3.1	Bewertungsansatz für die erste Stufe der Bewertung	142
4.3.2	Bewertungsansatz für die zweite Stufe der Bewertung	142
5	TEIL V: ENTWICKLUNG DES BEWERTUNGSVERFAHRENS	148
5.1	Aufgabenstellung von Teil V	148
5.2	Bewertungsstufe 1 - Elimination von unzulässigen Varianten	148
5.2.1	Prüfung auf extern gesetzte Standards	148
5.2.2	Prüfung auf intern gesetzte Standards	150
5.3	Bewertungsstufe 2a – Teilaggregation der Indikatoren zu Superkriterien	151
5.3.1	Welche Indikatoren sollten zu Superkriterien aggregiert werden?	151
5.3.1.1	Ausgangssituation	151
5.3.1.2	Vorschlag zur Bildung der Superkriterien	152
5.3.2	Wertsynthese für das Superkriterium „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“	160
5.3.2.1	Ausgangssituation	160
5.3.2.2	Monetarisierung „Verkehrsunfälle“	162
5.3.2.3	Monetarisierung „Lärmbelastungen“	164
5.3.2.4	Monetarisierung „Schadstoffbelastungen“	165
5.3.3	Wertsynthese für das Superkriterium „Städtebauliche Effekte“	167
5.3.3.1	Ausgangssituation	167
5.3.3.2	Ansätze zur Aggregation der Indikatoren pro städtebaulichem Effekt	170
5.3.3.3	Welche Variante sollte ausgewählt werden?	176
5.3.3.4	Ansätze zur Bildung der Rangordnung	177
5.3.4	Wertsynthese für das Superkriterium „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“	180
5.3.5	Zusammenfassung der gebildeten Superkriterien	181
5.4	Bewertungsstufe 2b - Durchführung der Abwägung	183
5.4.1	Vorbereitung des Abwägungsprozesses	183
5.4.2	Durchführung des Abwägungsprozesses	188
5.4.3	Erstellung der Rangordnung	190

6 FAZIT UND ERGEBNISSE DER ARBEIT	192
6.1 Zusammenfassung der Arbeit	192
6.2 Ausblick	204
VERZEICHNIS DER QUELLEN	206
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	214
VERZEICHNIS DER TABELLEN	215
VERZEICHNIS DER GLEICHUNGEN	217
VERZEICHNIS DER ANLAGEN	218
ANLAGEN	219

0 Einleitung

0.1 Zielstellung der Arbeit

Die Steigerung der Lebens- und Umweltqualität ist u. a. Ziel jeder Verkehrsplanungsmaßnahme. Darüber und dass diese Verbesserung einen dauerhaften Charakter besitzen sollte, existiert ein breiter Konsens. Dies wurde z. B. von der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages¹ formuliert und beruht auf einem Verständnis von nachhaltiger Entwicklung wie er z. B. im Abschlussbericht der Brundtland-Kommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen² oder in der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992³ definiert wurde. Die Gewährleistung einer dauerhaft umweltgerechten Mobilität ist somit auch ein Ziel der Verkehrspolitik in Deutschland und u. a. im Bundesverkehrswegeplan⁴ festgeschrieben. Zur Beurteilung, ob eine geplante Verkehrsinfrastruktur diesen Zielen gerecht wird, dienen Bewertungsverfahren, mit deren Hilfe Aussagen über die Vor- und Nachteile von geplanten Verkehrsinfrastrukturinvestitionen möglich werden.

Erste Ansätze, mit denen Aspekte einer dauerhaft umweltgerechten Mobilität innerhalb von Bewertungsverfahren berücksichtigt werden können, bietet das im Auftrag des Bundesumweltamtes (UBA) entwickelte Verfahren „Entwicklung eines Verfahrens zur Aufstellung umweltorientierter Fernverkehrskonzepte als ein Beitrag zur Bundesverkehrswegeplanung“ [UBA 1998]. Dieses bezieht sich auf überregional wirkenden Verkehr.

Ein Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten für kleine lokale, innerhalb von bebauten Gebieten und auf der kommunalen Ebene zu treffende Entscheidungen, existiert bis jetzt nicht. Einen Ansatz dafür zu entwickeln, ist Ziel dieser Arbeit.

In dieser Arbeit wird deshalb eine Grundstruktur (Bausteine und Anforderungen) für ein Bewertungsverfahren unter Beachtung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten entwickelt, das als ein Instrument zur Auswahl

¹ [Bundestag 1998] S. 27 ff.

² [Hauff 1987] S. XV

³ [BMU 1993] S. 10 ff.

⁴ [BMVBW 2003a] S. 8

einer Verkehrsinfrastrukturvariante⁵ innerhalb von bebauten Gebieten herangezogen werden kann (eine Straße, die durch ein Gebiet führt, in dem Menschen wohnen, arbeiten, leben usw.). Mit diesem Konzept soll es möglich sein, unter wenigen Varianten und unter konkreter Bezugnahme auf die örtlichen Rahmenbedingungen und Bedürfnisse der Menschen vor Ort eine Variante auszuwählen.

Das Konzept dient dazu, Personen oder beliebigen Personengruppen (Stadtrat, Gewerbetreibende, offene Bürgerversammlung, Einzelpersonen usw.) die Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten anschaulich darzustellen und einen Rahmen für eine geordnete Abwägung zu bieten. Das Konzept kann demzufolge verwendet werden, wenn

- Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung in die Bewertung und Entscheidungsfindung einfließen sollen und
- eine Verkehrsinfrastrukturvariante (als Einzelmaßnahme) innerhalb von bebauten Gebieten unter wenigen Planungsvarianten ausgewählt werden soll.

0.2 Warum diese Arbeit - Defizitanalyse der standardisierten Bewertungsverfahren für Verkehrsweginvestitionen

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Verkehrsweginvestitionen werden heute in Deutschland drei Standardisierte Bewertungsverfahren herangezogen. Dies sind die

- Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrsweginvestitionen, Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan (BVWP)⁶,
- Empfehlungen für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)⁷ und die
- Standardisierte Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs⁸.

Bei allen Verfahren handelt es sich um Kosten-Nutzen-Analysen, die das Ziel besitzen, die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen und damit die

⁵ In dieser Arbeit wird unter Verkehrsinfrastruktur immer ein einzelnes Verkehrsprojekt, eine einzelne Straße, verstanden.

⁶ [BMVBW 2003a] und [BMVBW 2003]

⁷ [FGSV 1997]

⁸ [BMVBW 2000]

Wirkung auf das Brutto-Sozial-Produkt bzw. die wirtschaftliche Wohlfahrt zu ermitteln⁹. Sie wurden entwickelt, um Investitionsmittel im Verkehrsbereich möglichst zielführend einzusetzen.

Diese Herangehensweise wird in letzter Zeit, besonders im Hinblick auf Nachhaltigkeitsdiskussionen, häufig in Frage gestellt¹⁰. Kritisiert wird z. B., dass eine wirtschaftliche Betrachtung nicht ausreichend erscheint und soziale und ökologische Aspekte stärker als bisher berücksichtigt werden sollten¹¹. Diese Aspekte können jedoch nur schwer bzw. nur sehr unbefriedigend monetarisiert werden, da für diese Wirkungen oft kein Marktpreis existiert oder speziell bei Umweltwirkungen die Kosten nur ungenügend oder gar nicht eingeschätzt werden können. (Was kosten z. B. von der Verkehrsinfrastruktur ausgehende Beeinträchtigungen auf den Stadtraum im Umfeld von bedeutenden historischen Gebäuden? Welche Folgen hat ein Klimawandel aufgrund einer möglichen Erderwärmung usw.?) Über die Zulässigkeit der in Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführten Nutzendiskontierung von zukünftigen Generationen wird ebenfalls heftig debattiert¹².

Durch die Monetarisierung aller Größen und die anschließende Aggregation sind die Verfahren und die Entscheidungsfindung für Nichtexperten nur schwer nachvollziehbar und erscheinen deshalb intransparent und kompliziert¹³.

In der Praxis werden die Bewertungsverfahren häufig als Entscheidungsmodell verwendet¹⁴. Hierfür werden alle Vor- und Nachteile einer Variante zu einem Kennwert aggregiert (in der Regel: Nutzen-Kosten-Verhältnis) und die Variante ausgewählt, die das beste Nutzen-Kosten-Verhältnis aufweist. Die Bewertungsverfahren sollen aber eigentlich eine entscheidungsvorbereitende Funktion besitzen¹⁵. Zwar sind die heutigen Verfahren ebenfalls grundsätzlich in der Lage, eine entscheidungsvorbereitende Funktion zu erfüllen, indem die Vor- und Nachteile, also die im Bewertungsverfahren berücksichtigten Kosten- und Nutzenkomponenten in nicht aggregierter Form, den Entscheidungsträgern zur Diskussion gestellt werden. In der Praxis wird aber relativ selten über die Einzelkomponenten diskutiert. Im politischen Raum ist in den meisten Fällen der Nutzen-Kosten-Faktor ausschlaggebend¹⁶.

⁹ [Steierwald 2000] S. 76, [Dobeschinsky 2000] S. 22

¹⁰ [Beckmann 2000] S. 55, [Steierwald 2000] S. 76 ff

¹¹ [Martens 2000] S. 1

¹² siehe z. B. [Gronemann 2001], [Bayer 2003] oder [Hauger 2003] S. 380 ff.

¹³ [Martens 2000] S. 2

¹⁴ [Schreiner 2003] S. 8 – 9, [Steierwald 2000] S. 86 oder [Hauger 2003] S. 383

¹⁵ [ECMT 2004] S. 232, oder [Hauger 2003] S. 383

¹⁶ Damit sollte dieser Kritikpunkt nicht als Kritik an den Verfahren selbst, sondern vielmehr an der Anwendung der Verfahren im politischen Raum verstanden werden.

Eine intensivere Beteiligung der Öffentlichkeit am Planungs- und Bewertungsprozess und die stärkere Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten bzw. der Bedürfnisse vor Ort sind Forderungen, die im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion an die Bewertungsverfahren gestellt werden¹⁷. Eine Beteiligung der Öffentlichkeit führt zu einer Diskussion über die Vor- und Nachteile und damit zu einer Abwägung der Alternativen. Dies ist in Folge der Aggregation zu einem einzigen Kennwert, bei dem die Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten nur noch schwer erkennbar sind, mit den heutigen Standardisierten Verfahren nur bedingt möglich. Die Aggregation erschwert damit eine Abwägung¹⁸.

Zudem sind die vorhandenen Bewertungsverfahren nicht verkehrsträgerübergreifend wirksam¹⁹, sondern untersuchen immer ein spezielles Verkehrsmittel. Insbesondere Rad- und Fußverkehr werden nicht in die Betrachtung integriert. Es erscheint also erforderlich, nach Möglichkeiten zu suchen, mit denen eine verkehrsträgerübergreifende Betrachtung möglich ist.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Kritikpunkte noch einmal zusammenfasst:

Zusammenfassung der wichtigsten Kritikpunkte bei den heute verwendeten Standardisierten Bewertungsverfahren
Intangible Effekte bzw. Effekte, bei denen keine Marktpreise vorliegen, werden ungenügend berücksichtigt.
Bewertungsverfahren sind komplex und für Nichtexperten schwer nachvollziehbar.
Die Bewertungsfahren werden als Entscheidungsmodell verwendet und weniger als Hilfe zur Entscheidungsfindung.
Durch die vollständige Aggregation zum Nutzen-Kosten-Verhältnis wird eine Abwägung der Vor- und Nachteile erschwert.
Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung fehlen (wie z. B. stärkerer Einbezug sozialer Aspekte oder die Integration von Verbrauchsgrenzen für natürliche Ressourcen).

Tabelle 0-1: Kritikpunkte bei den heute verwendeten standardisierten Bewertungsverfahren für Verkehrsweginvestitionen

Die Europäische Verkehrsministerkonferenz hat in der Resolution 2003/1 über die Bewertung und Entscheidungsfindung für eine integrierte Verkehrs- und Umweltpolitik²⁰ u. a. eine Richtlinie für die Bewertung und Auswahl von Verkehrsinfrastruktur verabschiedet. In dieser finden sich Hinweise, in welcher Form die Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen bezüglich nachhaltiger Entwicklung weiterentwickelt werden sollten. Viele der dort genannten Forderungen entsprechen den genannten

¹⁷ [Steierwald 2000] S. 75

¹⁸ [Schreiner 2003] S. 8 - 9

¹⁹ So können z. B. mit der EWS keine Projekte des Öffentlichen Verkehrs untersucht werden.

²⁰ [ECMT 2004] S. 232

Kritikpunkten an den Standardisierten Bewertungsverfahren (Die Richtlinie ist in Anlage E im Anhang der Arbeit zu finden.).

Deshalb ist es das Ziel dieser Arbeit Ansätze zu entwickeln, mit denen die angesprochenen Kritikpunkte, immer bezogen auf den hier betrachteten Untersuchungsgegenstand, beseitigt und gemäß der Richtlinie der Europäischen Verkehrsministerkonferenz weiterentwickelt werden können. Wie dies geschehen soll und welche Abgrenzungen und Teilfragen sich dabei ergeben wird in den nächsten zwei Abschnitten erläutert.

0.3 Abgrenzung der Arbeit

Das Thema dieser Arbeit, die Bewertung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, ist ein Teilelement des Verkehrsplanungsprozesses. Dieser gliedert sich basierend auf dem Leitfaden für Verkehrsplanungen [FGSV 2001] in fünf wesentliche Planungsstufen²¹. Dies sind:

- Vororientierung,
- Problemanalyse,
- Maßnahmenuntersuchung,
- Abwägung und Entscheidung sowie
- Umsetzung und Wirkungskontrolle.

In der ersten Phase, der Vororientierung, wird ein existierendes Verkehrsproblem erkannt. Das Problem wird in Phase zwei (der Problemanalyse) durch Fachleute genauer analysiert. Neben der Analyse des Problems werden in Phase zwei ebenso Leitlinien und Zielvorstellungen zur Problemlösung erarbeitet. Dies sind die politischen Zielvorstellungen, denen die Planung genügen muss. Diese Zielvorstellungen bilden die Ausgangsbasis für die spätere Bewertung.

Die Maßnahmenuntersuchung ist Schritt drei im Verkehrsplanungsprozess. In dieser Phase werden, unter Beachtung der Zielvorstellungen und Problemanalyse, Handlungskonzepte zur Lösung des Verkehrsproblems entwickelt sowie deren Wirkungen abgeschätzt und bewertet. Die Bewertung der Lösungsvarianten beantwortet die Frage, ob mit den entwickelten Handlungskonzepten die gewünschten Zielvorstellungen aus Phase zwei des

²¹ [FGSV 2001] S. 13 ff. Die nachfolgenden Erläuterungen sind dem genannten Leitfaden entnommen.

Verkehrsplanungsprozesses realisiert werden können. Hierfür werden die Wirkungen der Lösungsvarianten mit den Zielvorstellungen verglichen. Dies geschieht mit Hilfe von Bewertungsverfahren.

Auf der Grundlage der Bewertungsergebnisse kann nun die Variante ausgewählt werden, die den formulierten Zielvorstellungen am besten gerecht wird. Die Auswahl, also die Abwägung und Entscheidung, geschieht durch die politisch zuständigen Gremien auf der Grundlage der Bewertungsergebnisse und stellt Phase vier des Verkehrsplanungsprozesses dar.

Im fünften Planungsschritt, der Umsetzung und Wirkungskontrolle, geschieht die Realisierung der beschlossenen Variante, die durch eine Wirkungskontrolle begleitet wird um die Wirksamkeit der gebauten Infrastruktur zu überprüfen.

Bei dem gesamten Prozess handelt es sich um einen iterativen Planungsvorgang. Wenn die Ziele der Planung nicht erreicht werden, erfolgt eine Überarbeitung der ausgearbeiteten Varianten, indem in eine der vorhergehenden Stufen des Planungsprozesses zurückgesprungen wird. Der Prozess ist in der nachfolgenden Grafik noch einmal dargestellt.

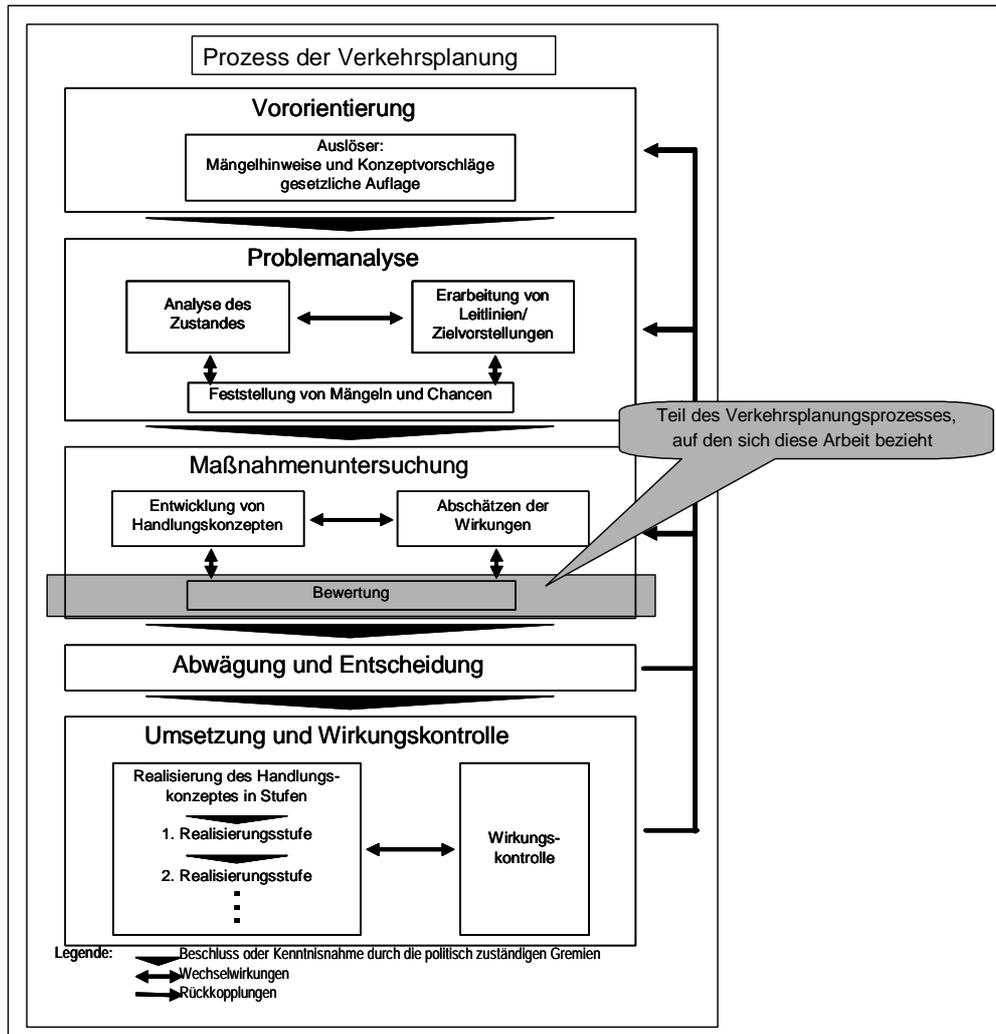


Abbildung 0-1: Prozess der Verkehrsplanung aus [FGSV 2001] S. 15

Der Teil „Bewertung der Wirkungen“ im Teil drei (der Maßnahmenuntersuchung) des Verkehrsplanungsprozesses ist das Thema dieser Arbeit. Alle anderen genannten Punkte werden nicht diskutiert. Die Bewertung beantwortet dabei die Frage, ob mit den entwickelten Handlungskonzepten die gewünschten Zielvorstellungen aus Phase zwei des Verkehrsplanungsprozesses realisiert werden können.

Ausgangsgrößen der Bewertung und demzufolge auch für diese Arbeit sind die politischen Zielvorstellungen der Planung und die Analysedaten der geplanten Varianten (z. B. die Prognose der sich ergebenden Schadstoffemissionen, der Verkehrsströme usw.). An dieser Stelle wird diese Arbeit abgegrenzt. Vorschläge zur grundsätzlichen Verbesserung der Prognose von Wirkungen einer Verkehrsinfrastruktur, Untersuchungen wie die politischen Zielvorstellungen der Planung erarbeitet werden sollten, bzw. zu anderen Phasen des Prozesses der Verkehrsplanung, sind nicht Gegenstand dieser Arbeit.

0.4 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in fünf Teile. Im ersten Teil wird zunächst eine Definition für einen nachhaltigen Entwicklungsprozess ausgewählt. Hierfür bildet die häufig verwendete Definition der Brundtland-Kommission²² den Ausgangspunkt der Betrachtungen. Die Definition erscheint aber auf den ersten Blick zu abstrakt, um sie als Grundlage für ein Bewertungsverfahren zu verwenden. Was bedeutet: „*die Bedürfnisse der heutigen Generation zu befriedigen ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen*“²³? Mit welchen Verfahren ist es möglich, nachhaltige Entwicklung zu messen bzw. eignet sich die Brundtland-Definition grundsätzlich für ein Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur? Ein nachhaltiger Entwicklungsprozess bezieht sich auf die gesamte Gesellschaft. Unter welchen Einschränkungen und Rahmenbedingungen ist es deswegen möglich, eine einzelne lokale Straße auf Nachhaltigkeit zu untersuchen?

Diese Fragen werden im ersten Teil der Arbeit diskutiert. Ziel ist es, eine geeignete Definition zu finden, und damit den Begriff der nachhaltigen Entwicklung zu operationalisieren. Damit steht der Teil I der Arbeit unter der Fragestellung:

Teil I: Was ist eine zielführende Definition von nachhaltiger Entwicklung, wenn man diese auf eine lokale Infrastruktur bezieht? Welche Anforderungen an eine Verkehrsinfrastruktur lassen sich daraus ableiten?

Die im Teil I erstellten Anforderungen an eine Verkehrsinfrastruktur bezüglich nachhaltiger Entwicklung können den Rahmen eines Bewertungsverfahrens bilden. Dieser Rahmen muss nun weiter konkretisiert werden.

Hierfür wird untersucht, welche charakteristischen Wirkungen das heute in Deutschland existierende Verkehrssystem besitzt und welche gesellschaftlichen Zielvorstellungen bezüglich nachhaltiger Entwicklung gegenwärtig existieren. Diese Zielvorstellungen und Effekte werden neben den in Teil I formulierten Anforderungen in das Bewertungsverfahren aufgenommen. In Teil II werden zudem Anforderungen an den Prozess der Bewertung erarbeitet. Diese Anforderungen können verwendet werden, um die grundsätzliche Ausgestaltung des Bewertungsverfahrens im weiteren Verlauf der Arbeit zu ermöglichen. Teil II untersucht damit die Frage:

²² Dies ist die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, siehe hierfür [Hauff 1987]

²³ [Hauff 1987] S. XV

Teil II: Welche Wirkungen und Ziele, die sich auf das gegenwärtig in Deutschland existierende Verkehrssystem beziehen bzw. die gesellschaftlichen Zielvorstellungen bezüglich Nachhaltigkeit repräsentieren, sollten in ein Bewertungsverfahren aufgenommen werden um der in Teil I entwickelten Nachhaltigkeitsdefinition genügen zu können?

In Teil III steht die Frage im Mittelpunkt, mit welchen Indikatoren die in Teil II ausgewählten Wirkungen (Wirkungsfelder) gemessen werden können. Hierfür wird jede der Wirkungen näher charakterisiert und darauf aufbauend ein oder mehrere Indikatoren zu dessen Messung ausgewählt. Damit hat der dritte Teil der Arbeit das Ziel zu untersuchen:

Teil III: Mit welchen Indikatoren lassen sich die ausgewählten Wirkungsfelder messen?

Nach der Auswahl der Indikatoren muss nun eine Methodik entwickelt werden, mit der die ausgewählten Indikatoren aggregiert und somit zu einer bewertenden Aussage zusammengefasst werden können. In Teil IV wird deshalb eine Grundstruktur für ein Bewertungsverfahren entwickelt. Hierfür wird aufbauend auf den in Teil II formulierten Anforderungen an den Bewertungsprozess zunächst eine Grundcharakteristik für das Bewertungsverfahren erstellt und es wird untersucht, mit welchen Bewertungsmethoden (Kosten-Nutzen-Analysen, Nutzwertanalysen usw.) die Grundcharakteristik umgesetzt werden kann. Dies geschieht allerdings noch ohne konkrete Wertsyntheseregeln für die ausgewählten Indikatoren aus Teil III zu entwickeln. Dies ist Aufgabe des sich daran anschließenden Teil V. Damit steht Teil IV unter der zusammenfassenden Aufgabenstellung:

Teil IV: Wie sollte die grundlegende Struktur des Bewertungsverfahrens gestaltet werden?

Im Teil V, dem letzten Teil der Arbeit, werden alle erarbeiteten Informationen zusammengeführt und ein Konzept für ein Bewertungsverfahren entwickelt. Hierfür wird aus dem in Teil IV entwickelten grundlegenden Bewertungskonzept ein Bewertungsverfahren erarbeitet, indem die dafür notwendigen Wertsyntheseregeln erstellt werden. Damit steht Teil V unter der Aufgabenstellung:

Teil V: Entwicklung eines Konzeptes für ein Bewertungsverfahren basierend auf der in Teil IV entwickelten Grundstruktur.

Der gesamte Ablauf der Arbeit ist noch einmal in Abbildung 0-2 dargestellt:

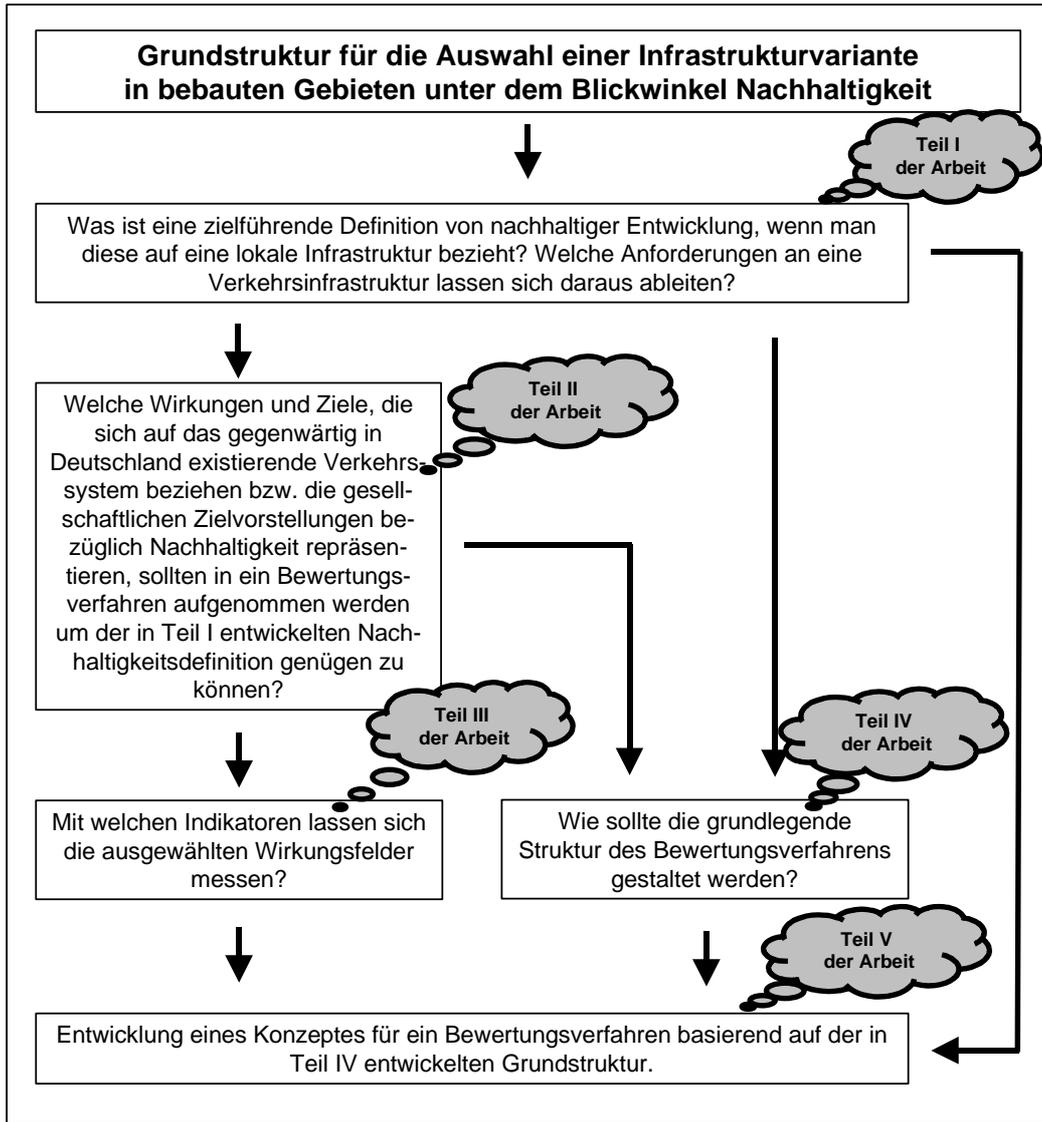


Abbildung 0-2: Darstellung des Ablaufes der Arbeit

1 TEIL I: Operationalisierung des Begriffes nachhaltige Entwicklung

1.1 Aufgabenstellung von Teil I

Ein Bewertungsansatz für Verkehrsinfrastruktur unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erfordert zunächst die Auswahl einer Definition für einen nachhaltigen Entwicklungsprozess, da unter dem Begriff nachhaltige Entwicklung verschiedene Menschen verschiedene Dinge verstehen. Deshalb wird in Kapitel 1.2. zunächst eine, für diese Arbeit anwendungsfähige Definition eines nachhaltigen Entwicklungsprozesses erarbeitet.

Im Kapitel 1.3 wird die erarbeitete Definition operationalisiert und damit für ein Bewertungsverfahren anwendbar gemacht. Hier stellt sich z. B. die Frage, inwieweit es möglich ist, eine einzelne lokale Straße auf Nachhaltigkeit zu untersuchen, da sich ein nachhaltiger Entwicklungsprozess auf die gesamte Gesellschaft bezieht. Auf der Grundlage der Operationalisierung können Mindestanforderungen und Eigenschaften abgeleitet werden, die eine einzelne Verkehrsinfrastruktur einhalten muss, um den Anforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess genügen zu können.

Darauf aufbauend wird in Kapitel 1.4 ein Ansatz zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeit in dieser Arbeit entwickelt. Dieser bildet im weiteren Verlauf der Arbeit der Rahmen der Bewertung bzw. des Bewertungsverfahrens. Damit steht der Teil I der Arbeit unter der grundlegenden Fragestellung:

Was ist eine zielführende Definition von nachhaltiger Entwicklung, wenn man diese auf eine lokale Infrastruktur bezieht? Welche Anforderungen an eine Verkehrsinfrastruktur lassen sich daraus ableiten?

1.2 Erarbeitung einer Nachhaltigkeitsdefinition für diese Arbeit

1.2.1 Einführung in die Nachhaltigkeitsdebatte

Der Grundgedanke der "Nachhaltigkeit" wurde erstmals in der Schrift "Sylvicultura Oeconomica" von Carl von Carlowitz im Jahr 1713 publiziert. Wie aus dem Untertitel zu

entnehmen ist, handelt es sich hierbei um eine „Anweisung zur wilden Baumzucht“. In Kapitel VII, § 20, wird gefordert,

„... dass es eine kontinuierliche, beständige und nachhaltige Nutzung (gemeint ist Nutzung des Holzes) gebe, weil es eine unentbehrliche Sache ist, ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag...“²⁴

Heute existieren die verschiedensten Definitionen von Nachhaltigkeit, die sich auf das gesamte oder Teilbereiche des Wirtschafts- und Gesellschaftssystems beziehen.

Nachhaltige Entwicklung soll in dieser Arbeit als „Leitbild für eine zukunftsfähige Entwicklung der Menschheit“ verstanden werden. Diese Definition ist aber noch sehr allgemein und erlaubt viele verschiedene Interpretationen. Nachfolgend wird darum versucht, eine für diese Arbeit geeignete Definition zu finden und diese soweit zu konkretisieren, dass damit die Entwicklung eines Bewertungsverfahrens möglich ist.

Die wohl heute am häufigsten verwendete Definition einer nachhaltigen Entwicklung ist die der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (die sogenannte Brundtland-Kommission) in dem 1987 veröffentlichten Abschlussbericht der Kommission, dem sogenannten Brundtland-Bericht "Our Common Future" [Hauff 1987]. Die Brundtland-Kommission definiert nachhaltige Entwicklung als eine Entwicklung

„die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“²⁵.

Zukunftsfähigkeit bezieht sich also laut der Brundtland-Kommission u. a. auf die Chancen- und Risikogleichheit der Entwicklung der Lebensbedingungen für heutige und zukünftige Generationen. Auf einem ähnlichen Verständnis basieren auch viele andere Definition. Beispielhaft soll hierfür die Definition von Repetto genannt werden. Dieser definiert nachhaltige Entwicklung als

eine Entwicklungsstrategie, die alle Maßnahmen und Praktiken ablehnt, die die Lebensbedingungen für die heute lebenden Generationen fördern und dabei die Produktionsgrundlagen inklusive der natürlichen Ressourcen erschöpfen und damit

²⁴ [Carlowitz 1713] S. 105 bis 106

²⁵ [Hauff 1987] S. XV

*nachfolgende Generationen mit schlechteren Chancen auf Entwicklung und größeren Risiken belasten als die der heute lebenden Generationen.*²⁶

Diesem von der Brundtland-Kommission definierten Verständnis einer nachhaltigen Entwicklung soll in dieser Arbeit gefolgt werden²⁷. Die aufgeführten Definitionen sind aber immer noch sehr allgemein und es ist erforderlich, diese weiter zu konkretisieren um auf deren Grundlage die Struktur für ein Bewertungsverfahren entwickeln zu können. Eine Möglichkeit für eine Präzisierung lässt sich in [Pearce 1990] finden. Dort wird nachhaltige Entwicklung definiert als

ein Bündel²⁸ gewünschter gesellschaftlicher Ziele, die eine Gesellschaft versucht zu erhalten oder zu maximieren. Dieses Bündel setzt sich aus einer Liste einzelner Teilziele zusammen²⁹.

Teilziele in diesem Bündel könnten z. B. eine möglichst geringe Ressourcennutzung, möglichst keine Beeinträchtigung der Gesundheit aller Menschen, Gerechtigkeitsfragen usw. sein. Welche Teilziele nun aber konkret berücksichtigt werden, ist eine normative Frage, die nicht wissenschaftlich begründbar ist, sondern von den ethischen Werten der Gesellschaft abhängt³⁰. Vorschläge für sinnvolle Teilziele im Bereich des Verkehrs zu entwickeln ist u. a. Aufgabe von Teil II dieser Arbeit. Deshalb soll an dieser Stelle nicht vertieft auf diese Problematik eingegangen, sondern nur festgestellt werden, dass von vielen Seiten betont wird (so z. B. von der Brundtland-Kommission³¹, der OECD³² oder der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages³³), dass sich dieses Bündel aus ökologischen, sozialen und ökonomischen Teilzielen zusammensetzen muss. Dieser Ansicht soll in dieser Arbeit gefolgt werden. Damit wird Nachhaltigkeit auf der Grundlage der erwähnten Definitionen wie folgt weiter präzisiert:

Nachhaltige Entwicklung wird als ein Bündel gewünschter gesellschaftlicher Ziele verstanden, die eine Gesellschaft versucht zu erhalten oder zu maximieren. Das Zielbündel setzt sich dabei aus ökologischen, ökonomischen und sozialen Teilzeilen zusammen.

²⁶ [Repetto 1986] S.15

²⁷ Die Übernahme dieser Definition lässt sich nicht wissenschaftlich, sondern nur mit normativen, ethischen Grundvorstellungen begründen.

²⁸ Pearce benutzt in der Originalversion der Definition nicht das Wort „Bündel“, sondern Vektor.

²⁹ [Pearce 1990] S.1

³⁰ siehe hierfür z. B. [Pearce 1990] S. 3

³¹ [Hauff 1987] S. 24

³² [OECD 1997] S. 56 ff.

³³ [Bundestag 1998] S. 30 ff.

Bezieht man die allgemeine Brundtland-Definition auf den Verkehr, ergibt sich die z. B. von dem IFEU Heidelberg³⁴ formulierte oder sinngemäß auch in [Becker 2000a]³⁵ zu findende Definition:

„Nachhaltiger Verkehr ist ein Verkehr, der die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt, ohne die Möglichkeit künftiger Generationen zu beschneiden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen“.

Es muss nun versucht werden, diese Definition weiter zu konkretisieren bzw. einen Ansatz zu entwickeln, mit dem nachhaltige Entwicklung gemessen werden kann. Hierfür wurden in den Wirtschaftswissenschaften wohlfahrtstheoretische Ansätze entwickelt. Diese besitzen aber das Problem der Messung der gesellschaftlichen Wohlfahrt³⁶. Es erscheint aber möglich, basierend auf diesen Ansätzen Mindestanforderungen an eine nachhaltige Entwicklung abzuleiten, die als Bewertungsgrundlage für das hier zu entwickelnde Verfahren herangezogen werden können. Hierfür wird ein aus der ökologischen Ökonomie stammender Ansatz im nächsten Abschnitt genauer diskutiert. Dieser wird verwendet, da es mit Hilfe der ökologischen Ökonomie möglich ist, die ökologischen Grenzen des Wirtschaftswachstums, die Zusammenhänge zwischen Ökonomie und Ökologie explizit zu berücksichtigen, um damit den oben aufgeführten Nachhaltigkeitsdefinitionen Rechnung tragen zu können.

1.2.2 Definition einer nachhaltigen Entwicklung mit Hilfe des Kapitalstocks

1.2.2.1 Konzept der schwachen, starken und kritischen Nachhaltigkeit

In der ökologischen Ökonomie wird versucht, eine nachhaltige Entwicklung mit Hilfe des Kapitalstocks zu definieren. Der Kapitalstock ist hierbei der ökonomische Gesamtwert eines Untersuchungsobjektes (z. B. auch der gesamten Welt). Der Kapitalstock lässt sich in zwei grundlegende Teile zerlegen, in das natürliche und künstliche Kapital³⁷.

³⁴ [Borken 2000] S. 149

³⁵ [Becker 2000a] S. 73

³⁶ Von Ökonomen wird oft versucht, einen nachhaltigen Entwicklungsprozess mit Hilfe der gesellschaftlichen Wohlfahrt weiter zu präzisieren. Diese auf den ersten Blick einleuchtende Definition besitzt jedoch den Nachteil, dass unklar bleibt, wie die gesellschaftliche Wohlfahrt gemessen werden kann. Ökonomen verwenden hierfür in der Regel eine soziale Wohlfahrtsfunktion, beispielsweise die Summe aus Konsumentenrenten und Unternehmensgewinnen. Ein großes methodisches Problem stellt dabei allerdings die Aggregation der individuellen Präferenzen dar, da der individuelle Nutzen einer Person als ordinale und nicht als kardinale Größe aufzufassen ist (vergleiche dazu beispielsweise [Stiglitz 1989] S. 81 ff.). Aus diesem Grund wird die Messung von Nachhaltigkeit nicht einfacher, wenn diese mit Hilfe der gesellschaftlichen Wohlfahrt definiert wird.

³⁷ Dies ist eine vereinfachte Darstellung, die aber für diese Arbeit als ausreichend betrachtet wird.

Als natürliches Kapital (natürlicher Kapitalstock) wird die gesamte Natur definiert, also Pflanzen, Tiere, Menschen, natürliche Ressourcen, Regelkreisläufe der Natur (inklusive die lebenserhaltenden Kreisläufe, z. B. Wasser- und Kohlenstoffkreislauf, die gesamten Systeme des Zusammenlebens von Menschen, Tieren und Pflanzen usw.). Die von der Natur produzierten Werte, z. B. neue Pflanzen, saubere Luft usw. werden als Zins des natürlichen Kapitals betrachtet³⁸.

Das künstliche Kapital sind die von den Menschen geschaffenen Werte, z. B. Maschinen und Anlagen, Wissen, Fähigkeiten, soziale Organisationen usw.³⁹

Eine Entwicklung gilt als nachhaltig, wenn die Summe (der Wert) aus beiden Kapitalstöcken über die Zeit nicht geringer wird. Strittig ist die Frage, ob Austauschprozesse zwischen beiden Kapitalarten möglich sind. Diese Diskussion führt zu verschiedenen Konzepten von Nachhaltigkeit, die als starke, schwache und kritische Nachhaltigkeit bezeichnet werden⁴⁰.

Die Position der schwachen Nachhaltigkeit ist ein neoklassischer Ansatz. Bei diesem wird davon ausgegangen, dass das Prinzip der Nachhaltigkeit erfüllt ist, wenn der gesamte produktive Kapitalstock über die gesamte Zeit konstant bleibt⁴¹. Angenommen wird dabei: Verringert sich die Menge des Naturkapitals als Folge des Verbrauchs von nicht erneuerbaren Ressourcen, kann dieser Verlust durch eine Steigerung der Sachwerte ausgeglichen werden. Grundsätzlich ist hierbei das gesamte Naturkapital durch Sachwerte austauschbar. So könnte, wie in [BUND/MISEREOR 1996]⁴² erwähnt, theoretisch eine nachhaltig genannte Welt entstehen, in der keine Natur mehr existiert und in deren Folge alle lebenserhaltenden Stoffkreisläufe künstlich geschaffen wurden.

Neben dem Konzept der schwachen Nachhaltigkeit existiert ein Ansatz, der als "starke" oder „strikte Nachhaltigkeit“⁴³ bezeichnet wird. Diesem liegt die These zugrunde, dass Naturkapital und künstliches Kapital nicht gegeneinander austauschbar sind, also z. B. eine ausgestorbene Tierart nicht einfach durch materielles Kapital (neue produzierte Sachwerte) ersetzt werden kann. Für eine unbeschränkt geltende Nachhaltigkeit wird hier von einer Konstanz des Naturkapitals ausgegangen⁴⁴, d. h., die Nachhaltigkeitskriterien werden

³⁸ [Borken 2000] S. 147

³⁹ [Borken 2000] S. 147

⁴⁰ An dieser Stelle sollen nicht alle Definitionsmöglichkeiten diskutiert werden, sondern nur die in der Literatur bzw. in Gesellschaft und Politik am häufigsten verwendeten. Weitergehende Konzepte, die aber alle Mischformen zwischen den drei dargestellten sind, werden z. B. in [Lerch 2001] S. 65 ff. vorgestellt.

⁴¹ [BUND/MISEREOR 1996] S. 25

⁴² [BUND/MISEREOR 1996] S. 25

⁴³ siehe hierzu z. B. [Nutzinger 1995] S. 20

⁴⁴ [BUND/MISEREOR 96] S. 25

eingehalten, wenn das Naturkapital konstant bleibt, oder wie von Nutzinger und Radtke formuliert,

*"dass zukünftigen Generationen zumindest diejenige produktive Kapazität der natürlichen Umwelt zu hinterlassen ist, der sich die heute lebenden Menschen erfreuen dürfen"*⁴⁵.

Beide Konzepte erscheinen in der Realität nicht vollständig umsetzbar:

- Zum Ersten ist es sehr unwahrscheinlich, dass etwa der Verlust komplexer ökologischer Systeme oder Lebensformen vollständig durch eine Zunahme des Sachkapitals ersetzt werden kann⁴⁶ bzw. dass es überhaupt möglich ist, ökologische Systeme bei Sicherstellung der vollen Funktionalität nachzubauen.
- Zum Zweiten lässt sich auch das Naturkapital nicht vollständig erhalten, da dies zum einen bedeuten würde, dass nicht erneuerbare Ressourcen überhaupt nicht mehr genutzt werden könnten⁴⁷, und dies von keiner Generation, da es ja immer eine nächste Generation gibt, der man diese Ressourcen vorenthalten würde. Zum anderen weist Voß⁴⁸ darauf hin, dass es nicht möglich ist, das Naturkapital überhaupt nicht zu beeinträchtigen. Hierfür wird auf den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verwiesen und geschlussfolgert,

*"dass das Leben, der Aufbau und die Nutzung lebenserhaltender und lebensfördernder Ordnungen und Strukturen unumgänglich mit der Entwertung von Energie ... verbunden ist. Dabei wird die Entropie erhöht, die Unordnung nimmt zu. Georgescu-Roegen hat nun darauf hingewiesen, dass auch die Zerstreuung von Stoffen und Materie untrennbar mit dem Leben und Wirtschaften verbunden ist. Auch diese Stoffdissipation bzw. Stoffvermischung wird durch das Entropieprinzip des zweiten Hauptsatzes beschrieben"*⁴⁹.

Diese Stoffvermischung ist nicht vollständig umkehrbar. Auch moderne Recycling-Methoden können dies nicht leisten. Voß verweist hier auf das Beispiel des Reifenabriebes oder die Korrosion von Metallen, d. h., es werden immer Ressourcen von einem verfügbaren in einen

⁴⁵ [Nutzinger 1995] S. 26

⁴⁶ siehe hierzu z. B. [Pearce 1998] S. 82/83

⁴⁷ Korrekt betrachtet ist jede natürliche Ressource erneuerbar. In der Erde entsteht ständig neues Erdöl, Eisenerz usw. Die immer neu dazukommende Menge kann also theoretisch verbraucht werden, ohne die Nachhaltigkeit zu verringern. Allerdings sind die Erneuerungsraten der sogenannten „nicht erneuerbaren“ Ressourcen so gering, dass faktisch die Ressource nicht verwendet werden kann.

⁴⁸ [Voß 1999] S. 4

⁴⁹ [Voß 1999] S. 4

nicht mehr verfügbaren Zustand überführt⁵⁰. Zudem hängt unser heutiges Wirtschafts- und Gesellschaftssystem sehr stark von der Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen ab. Der plötzliche und sofortige Verzicht auf diese würde Mangelerscheinungen in der Rohstoffversorgung zur Folge haben. Damit wäre aber wiederum die Bedürfnisbefriedigung der heute lebenden Generationen nicht gewährleistet und somit ebenso nicht nachhaltig.

Eine dritte Interpretation des Nachhaltigkeitsbegriffes ist die der kritischen Nachhaltigkeit. Hierbei wird davon ausgegangen, dass bis zu einem bestimmten Grad Natur- und künstliches Kapital gegeneinander substituierbar sind. Dies kann geschehen, solange die Überlebensfähigkeit des gesamten Systems nicht gefährdet wird. Das heißt, bis zu einem Grenzwert, dessen Überschreitung die Zerstörung des Gesamtsystems zur Folge hätte, erscheint es möglich, nicht erneuerbare Ressourcen zu nutzen (bzw. Schad- und Abfallstoffe zum Abbau von diesen in das Ökosystem einzubringen). Um eine Verletzung der Grenzwerte zu vermeiden, wurden Regeln für den Umgang und Verbrauch von natürlichen Ressourcen formuliert⁵¹:

- 1) *„Bei erneuerbaren Ressourcen darf die Abbaurate die Regenerationsrate nicht überschreiten.*
- 2) *Abfallmengen bzw. Schadstoffemissionen dürfen die Assimilationsfähigkeit der Umwelt nicht übersteigen.*
- 3) *Der Verbrauch von nicht erneuerbaren Ressourcen muss ausgeglichen werden durch:*
 - *eine entsprechende Zunahme des Bestandes erneuerbarer Ressourcen bzw. des Bestandes der Technologie zur Nutzung erneuerbarer Ressourcen,*
 - *eine Effizienzsteigerung bei der Nutzung erschöpfbarer Ressourcen derart, dass dadurch das Nutzenpotential des verringerten Bestandes mindestens ebenso groß ist wie das Nutzenpotential des ursprünglichen Bestandes ohne technischen Fortschritt,*
 - *den Ersatz knapper erschöpflicher Ressourcen durch reichlicher vorhandene, aber ebenfalls nicht erneuerbarer Ressourcen mit der Perspektive eines Zeitgewinns für den Übergang zu entsprechenden regenerierbaren Ressourcen.*
- 4) *Die Renten aus dem Einsatz erschöpflicher Ressourcen sind für die Entwicklung alternativer Technologien zu verwenden, die auf erneuerbare Ressourcen zurückgreifen.“*

In Deutschland hat in der Vergangenheit ebenfalls eine Debatte darüber stattgefunden, wie der Begriff Nachhaltigkeit definiert werden sollte. Dies wurde u. a. in der vom Deutschen

⁵⁰ Auch hier gilt natürlich wieder, dass in der Natur über extrem lange Zeiträume betrachtet alle Stoffe zu neuen Rohstoffen recycelt werden.

⁵¹ [Lerch 2001] S. 66 ff.

Bundestag eingesetzten Enquete-Kommission "Schutz der Menschen und der Umwelt"⁵² diskutiert. Die in dem Abschlussbericht der Kommission gelieferte Definition wird heute in Deutschland als Konsens angesehen⁵³ und entspricht dem Konzept der kritischen Nachhaltigkeit. Deshalb wird vorgeschlagen, die Definition auch in dieser Arbeit zu verwenden.

Enquete-Kommission des Bundestags "Schutz der Menschen und der Umwelt" hat die oben zitierten Nutzungsregeln über den Umgang mit Naturkapital übernommen und durch eine weitere ergänzt⁵⁴:

- Das Zeitmaß anthropogener Einträge beziehungsweise Eingriffe in die Umwelt muss im ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse stehen.

Die Regeln erscheinen logisch und sinnvoll, besitzen jedoch den Nachteil, dass deren Einhaltung praktisch nicht überprüfbar ist. Dieses Problem mit den sich daraus ergebenden Konsequenzen soll anschließend diskutiert werden.

1.2.2.2 Probleme bei der Anwendung der Nutzungsregeln

Grundsätzlich wird in der Ökonomie davon ausgegangen, dass eine optimale Menge an natürlichem Kapital existiert, die theoretisch mit Hilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse bestimmt werden kann. Der Wert einer natürlichen Ressource steigt, je weniger von dieser vorhanden ist. Der Nutzen, der sich aus dem Nichtverbrauch (also der Erhaltung) der nächsten zu verbrauchenden Einheit der Ressource (wenn diese Einheit den Regelkreisläufen der Natur weiter zur Verfügung steht) ergibt, steigt, je geringer die noch vorhandene Gesamtmenge der Ressource ist.

Die optimale Verbrauchsmenge ist erreicht, wenn die Höhe des Grenznutzens der Nutzung gleich dem Grenznutzen der Nichtnutzung ist (der Nutzen der Erhaltung der nächsten zu verbrauchenden Einheit ist gleich dem Nutzen des Verbrauchs von dieser). Liegt die vorhandene Menge der natürlichen Ressource über der optimalen Verbrauchsmenge, kann die

⁵² [Bund 1998] S. 44 ff.

⁵³ siehe hierfür z. B. [BUND/MISEREOR 1996] S. 25

⁵⁴ [Enquete-Kommission 94] S. 29 ff.

Ressource weiter verbraucht werden. Liegt die Menge darunter, darf nichts mehr verbraucht werden, sondern es muss sogar Ziel der Entwicklung sein, die Menge wieder zu erhöhen.

Um die optimale Menge bestimmen zu können, muss der Wert der natürlichen Ressource bekannt sein. Die Ermittlung des realen Wertes ist sehr schwer, da die Ressourcen in der Natur immer multifunktional zu erfassen und somit auch zu bewerten sind. Eine Ressource wirkt immer in mehreren Regelkreisen, die alle berücksichtigt werden müssten. Zudem muss die Funktion in den lebenserhaltenden Kreisläufen richtig bewertet werden. Beides sind Voraussetzungen, die mit dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik nicht leistbar sind, da noch längst nicht alle Regelkreisläufe und Zusammenhänge in der Natur erforscht wurden. Deshalb sind diese Funktionen nur unvollständig in einer Kosten-Nutzen-Analyse darstellbar⁵⁵ und damit ist die Bestimmung der optimalen Menge des natürlichen Kapitalstocks extrem schwierig. Konkret werden nachfolgende Punkte als äußerst problematisch eingestuft:

- unser noch unvollständiges Verständnis über die vollen Zusammenhänge der lebenserhaltenden Kreisläufe in der natürlichen Umwelt,
- unsere fehlenden technischen Möglichkeiten, zerstörte aber theoretisch reversible natürliche Regelkreisläufe künstlich nachzubauen,
- viele natürliche Regelkreisläufe oder Gleichgewichtszustände sind als irreversible anzusehen. Einmal verlorengegangen, wird es nicht möglich sein, diese aufgrund ihrer Komplexität künstlich nachzubauen.⁵⁶

Die sich aus dem Konzept der kritischen Nachhaltigkeit ergebenden Regeln für die Nutzung des natürlichen Kapitalstocks können somit nicht auf deren Einhaltung überprüft werden.

Deshalb wird in [Pearce 1990] empfohlen, eine Risikovermeidungsstrategie zu wählen und sich das Ziel zu setzen, solange wie es nicht möglich ist, die optimale Menge einer natürlichen Ressource zu bestimmen, die existierende Menge als Optimum anzusehen⁵⁷. Dieser Risikovermeidungsstrategie sollte wegen der genannten Probleme auch in diesem Bewertungsverfahren gefolgt werden. Dies sich daraus ergebenden Konsequenzen werden im nachfolgenden Kapitel diskutiert.

⁵⁵ Darüber hinaus gibt es auch Funktionen, die sich nicht aufgrund von Nicht-Wissen, sondern aufgrund ihrer Ausprägung (d. h., weil sie ökonomischen Bewertungen nicht zugänglich sind) einer herkömmlichen Kosten-Nutzen-Analyse entziehen (z. B. die empfundene Freude beim Betachten einer schönen Landschaft).

⁵⁶ [Pearce 1990] S. 7

⁵⁷ [Pearce 1990] S. 8 ff.

1.3 Konsequenzen für ein Bewertungsverfahren bei Verwendung des Modells der kritischen Nachhaltigkeit

Der Brundtland-Bericht "Our Common Future" der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung⁵⁸, aus dem die Definition für nachhaltige Entwicklung stammt, beschäftigte sich mit den Problemen von Armut und Ungleichheit in vielen Teilen der Welt und einer sich daraus entwickelnden fortschreitenden Umweltzerstörung aufgrund eines zunehmenden Ressourcenverbrauches und erkannte eine Steigerung des Lebensstandards in der Dritten Welt als eine der entscheidenden Voraussetzungen zur Lösung der global existierenden Umweltprobleme⁵⁹. Eine Nachhaltige Entwicklung ist deshalb eine globale Entwicklungsstrategie.

Untersuchungen auf Nachhaltigkeit sind also nur eindeutig, wenn das globale Wirtschafts-, Öko- und Gesellschaftssystem in die Betrachtung einbezogen wird⁶⁰. Die Voraussetzung für Nachhaltigkeitsbetrachtungen wäre also ein weltweites Modell, in dem sich das gesamte Wirtschafts-, Öko- und Gesellschaftssystem abbilden lässt. Dieses existiert aber nicht und es ist fraglich, ob es überhaupt möglich ist so ein Modell zu erstellen.

Wenn eine nachhaltige Entwicklung ein erklärtes Ziel der Gesellschaft ist, müssen aber Möglichkeiten entwickelt werden, mit denen ein Entwicklungsprozess auf dessen Nachhaltigkeit überprüft werden kann. Hierfür ist eine räumliche und zeitliche Systemabgrenzung notwendig. Dies ist nur unter der Hinnahme von Vereinfachungen und der Akzeptanz von Unsicherheiten möglich, da nur die Wirkungen innerhalb des betrachteten Systems untersucht, und folglich alle Wechselwirkungen mit benachbarten oder übergeordneten Systemen ausgeblendet werden. Auswahl der relevanten Effekte für das Bewertungsverfahren und damit das Festlegen der Betrachtungsgrenzen ist Thema von Teil II der Arbeit und soll deshalb an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden.

Es muss aber diskutiert werden, inwieweit es möglich ist, nachhaltige Entwicklung zu messen. Mit dem ökonomischen Modell der Kapitalstockbetrachtung lässt sich Nachhaltigkeit befriedigend genau definieren und es besteht innerhalb des Modells die Möglichkeit, Prozesse auf deren Nachhaltigkeit zu untersuchen. In der Realität sind aber nicht alle für die Betrachtung notwendigen Eingangsgrößen vorhanden. So erscheint es nicht möglich den Wert

⁵⁸ [Hauff 1987]

⁵⁹ Der Brundtland-Bericht bestätigte damit die bereits auf der UN-Umweltkonferenz in Stockholm 1972 formulierte These „Armut ist der größte Umweltverschmutzer“ (siehe hierfür [Stockholm 1972])

⁶⁰ Eine sehr ausführliche Diskussion über diese Problematik wird in [Verhoef 1997] geführt. Hierbei wird ein theoretisches Modell entwickelt, mit dem verschiedene Lösungsansätze durchgespielt werden können. Dieses ist aber aufgrund der vorhandenen sehr großen Abstraktheit nicht in der Realität einsetzbar.

des Kapitalstocks vollständig zu ermitteln, da sowohl natürliches als auch künstliches Kapital Teile enthalten, deren ökonomischer Wert nicht oder nur sehr schwer bestimmbar ist (z. B. der ökonomische Wert des Wasserkreislaufes, die Schönheit einer Landschaft oder der Wert einer Gesellschaft). Die Messung von nachhaltiger Entwicklung ist deshalb mit dem Modell in der Praxis nicht möglich.

Wenn Entwicklungsprozesse auf deren Nachhaltigkeit untersucht werden sollen und der modelltheoretische Ansatz der kritischen Nachhaltigkeit als Grundlage der Bewertung herangezogen wird, kann aber festgestellt werden, dass ein Entwicklungsprozess dann unnachhaltig ist, wenn durch den Prozess der natürliche Kapitalstock unter die notwendige Mindestmenge reduziert wird und damit natürliche Prozesse und Kreisläufe (wie z. B. die lebenserhaltenden Prozesse des Ökosystems), die auf dem natürlichen Kapitalstock basierenden, beeinträchtigt oder zerstört werden.

Die Mindestanforderung an einen Entwicklungsprozess, der dem Konzept der kritischen Nachhaltigkeit genügen soll, ist damit der Erhalt der kritischen Menge an natürlichem Kapital.

Eine Mindestanforderung an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess ist, dass die Mindestmenge an natürlichem Kapital, die zur Erhaltung der Funktionalität des Ökosystems und aller darauf basierenden Prozesse notwendig ist, nicht unterschritten wird.

Die notwendige Mindestmenge des natürlichen Kapitalstocks ist allerdings nicht bekannt. Die aus diesem Grund empfohlene Risikovermeidungsstrategie von Pearce entspricht dem Konzept der starken Nachhaltigkeit. Wenn dieser Risikovermeidungsstrategie gefolgt wird, ergibt sich ein Widerspruch in der Betrachtung bzw. Argumentation, da das Konzept der starken Nachhaltigkeit in der Realität nicht eingehalten werden kann, sondern nur das Modell der kritischen Nachhaltigkeit sinnvoll umsetzbar ist.

Dieses Problem kann auf der Grundlage des gegenwärtig vorhandenen Wissensstandes nicht widerspruchsfrei aufgelöst werden. Die Konsequenz daraus ist, dass eine Strategie der Annäherung an das Optimum - der Konstanz des natürlichen Kapitalstocks - benötigt wird. Hierfür ist ein Entwicklungspfad von sich langsam aber ständig verschärfenden Grenzwerten bezüglich der Nutzung des natürlichen Kapitalstocks notwendig, mit dem Ziel, den Verzehr des natürlichen Kapitalstocks langsam und stetig zu reduzieren. Solange die kritischen Nutzungsgrenzen nicht bekannt sind, kann es also nicht das Ziel sein, einen bestimmten Grenzwert zu erreichen, sondern die Technik und die Ressourcenverbrauchsmuster der

Gesellschaft müssen in einem ständigen Entwicklungsprozess verbessert werden, um so die notwendige Nutzung des natürlichen Kapitalstocks immer weiter zu reduzieren. Nicht ein Grenzwert wird also benötigt, sondern eine Kette sich ständig langsam verschärfender Werte.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Grenzwerte für den Verbrauch von natürlichen Ressourcen festzulegen und diese langsam aber ständig zu verschärfen, um damit einem über die Zeit sich ständig verringernden Verbrauch an natürlichen Ressourcen herbeizuführen. Mit dieser Strategie ist es möglich, sich der von Pearce empfohlenen Risikovermeidungsstrategie anzunähern. Wird der Strategie gefolgt, kann die Einhaltung der jeweils geltenden maximalen Ressourcenverbrauchsgrenzwerte als eine Mindestanforderung an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess definiert werden. Dies ist in der nachfolgenden Grafik noch einmal dargestellt:

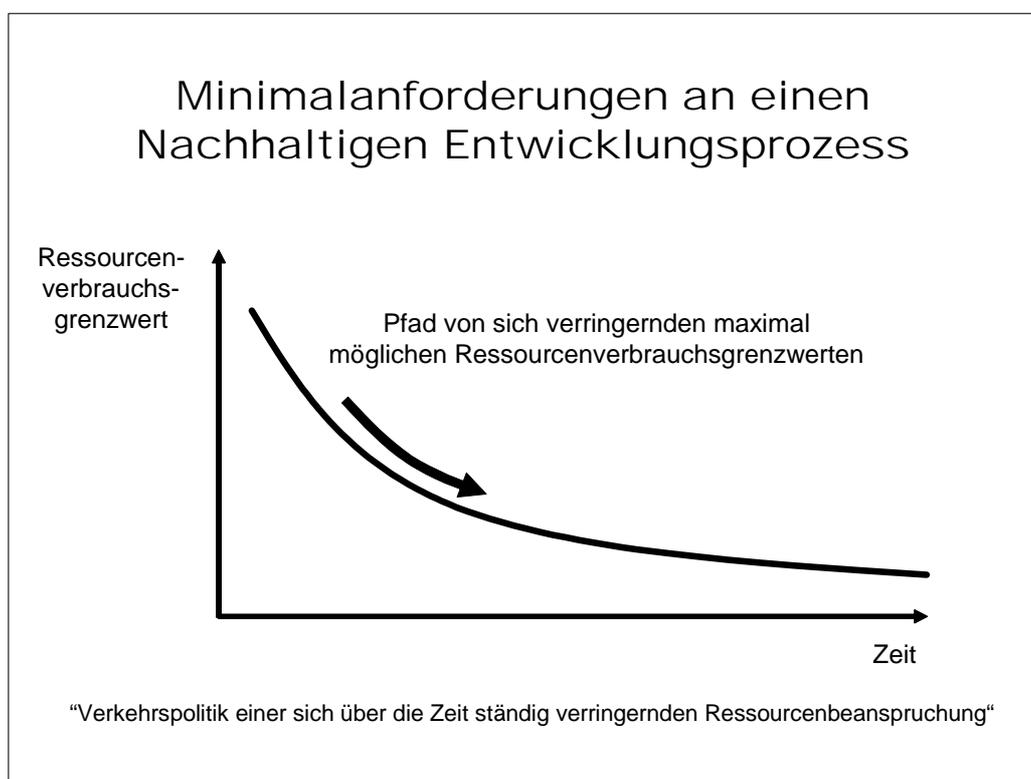


Abbildung 1-1: Minimalanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess

Die Schaffung von gesetzlichen Grenzwerten des Ressourcenverbrauches ist eine Forderung, die nicht durch ein Bewertungsverfahren erreicht werden kann, d. h., hier sind politische Rahmenbedingungen zu setzen. Eine Möglichkeit hierfür wäre z. B. das auf dem Kyoto-Protokoll [UN 1997] beruhende Konzept der Emissionszertifikate auch auf andere Teile des natürlichen Kapitalstocks zu übertragen (z. B. auf Luftschadstoffe) und auf den Verkehrsbereich anzuwenden⁶¹.

⁶¹ siehe hierfür auch [Hook 1998]

Die sich dadurch ergebenden Ressourcenverbrauchsgrenzwerte pro Stadt oder Region können in einem Bewertungsverfahren überprüft werden, d. h., es wird untersucht, ob das betrachtete Einzelprojekt (Verkehrsinfrastruktur) dazu beiträgt, die Ressourcenverbrauchsgrenzwerte in dem betreffenden Gebiet zu erreichen. Dies bedeutet gleichzeitig, dass nicht mehr festgestellt wird, wie sich das gesamte Gesellschafts- oder Wirtschaftssystem in Richtung Nachhaltigkeit verändert, sondern es wird untersucht, ob Wirkungen, die ein einzelnes Verkehrsprojekt besitzt, mit den Anforderungen, die sich aus dem globalen Konzept der nachhaltigen Entwicklung ergeben, bzw. mit dem gewählten Weg der Verbesserung der Nachhaltigkeit vereinbar sind.

1.4 Ansatz zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeit in dieser Arbeit

In dem vorangegangenen Abschnitt wurde die Analyse von Verkehrsinfrastruktur bezüglich nachhaltiger Entwicklung auf die Überprüfung von Ressourcenverbrauchsgrenzwerten reduziert. Diese Bedingung kann als eine Mindestanforderung an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess bezeichnet werden.

Durch diese Herangehensweise wird der natürliche Kapitalstock gegenüber dem künstlichen Kapital besonders hervorgehoben. Dieses Vorgehen scheint gerechtfertigt, da es leichter möglich ist, verloren gegangenes künstliches Kapital wieder zu reproduzieren als einen natürlichen Stoffkreislauf wieder herzustellen. Außerdem ist der natürliche Kapitalstock die Voraussetzung zur Bildung von künstlichem Kapital.

Zum anderen bedeutet dies aber auch, dass Analysen bezüglich nachhaltiger Entwicklung auf Betrachtungen des natürlichen Kapitalstocks begrenzt werden. Diese sehr eingegrenzte Betrachtung erscheint für ein Bewertungsverfahren nicht ausreichend. Es existiert eine Vielzahl von Effekten, die unter dem Gesichtspunkt globaler nachhaltiger Entwicklung, weniger bedeutsam erscheinen. Diese Effekte können aber lokal überaus wichtig sein (wie z. B. die Lebens- und Wohnqualität in den Seitenbereichen einer Straße) und sollten deshalb in der Betrachtung nicht vernachlässigt werden.

Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Bewertung in zwei Stufen zu untergliedern. Der erste Schritt ist die Überprüfung der Verkehrsinfrastruktur auf die Einhaltung der Mindestanforderungen für einen nachhaltigen Entwicklungsprozess, d. h., die Überprüfung des Ressourcenverbrauchs. Sind diese Mindestanforderungen eingehalten, ist die grundsätzliche Vereinbarkeit der bewerteten Verkehrsinfrastruktur mit dem (globalen) Konzept einer nachhaltigen Entwicklung festgestellt. Ist dies nicht der Fall, muss die Verkehrsinfrastruktur

bereits an dieser Stelle als unzulässig abgelehnt werden und scheidet damit aus der weiteren Bewertung aus.

Sind die Mindestanforderungen eingehalten, werden in einer zweiten Bewertungsstufe weitere Charakteristiken der Verkehrsinfrastruktur untersucht. Dies sind Eigenschaften, bei denen kein direkter Einfluss auf den Ressourcenverbrauch und damit auf den Erhalt der kritischen Menge des natürlichen Kapitals festgestellt werden kann, die aber lokal bedeutsam sind und/oder basierend auf nationalen und internationalen Beschlüssen und Leitfäden für eine nachhaltige Entwicklung (wie z. B. Rio-Declaration der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung – Agenda 21⁶² oder der Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland – Perspektiven für Deutschland⁶³) in Nachhaltigkeitsbetrachtungen integriert werden sollten.

Der sich damit ergebende grundsätzliche Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur in Bewertungsverfahren ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

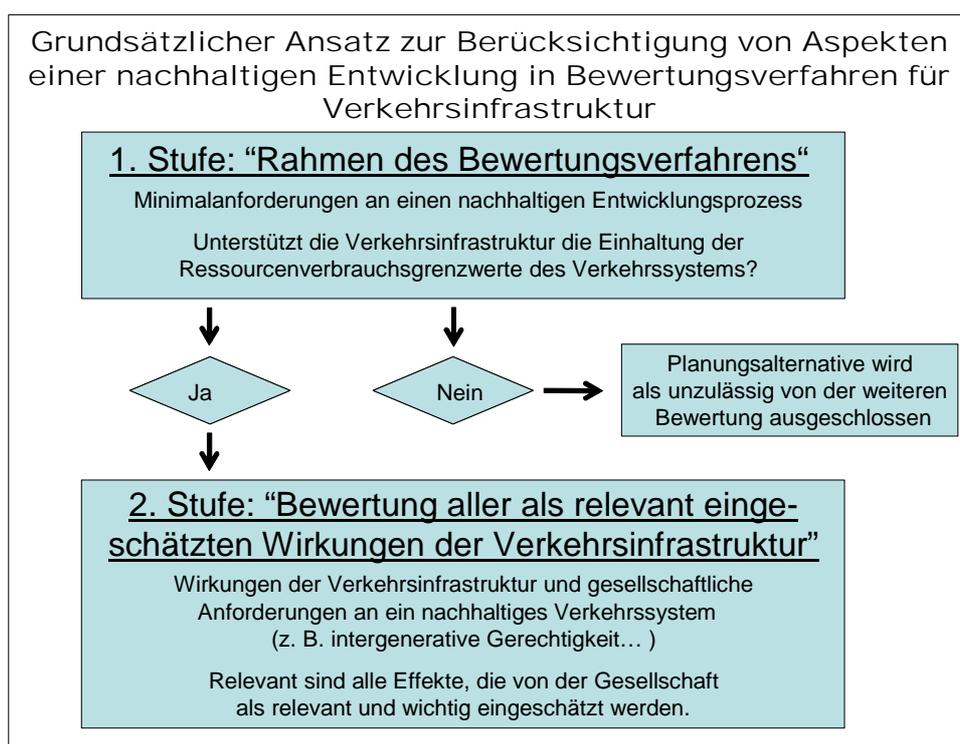


Abbildung 1-2: Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur

Nach der Formulierung eines Ansatzes, mit dem Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung in ein Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur integriert werden können, müssen nun

⁶² [UN 1992]

⁶³ [Bund 2002]

Wirkungen und Effekte gesucht werden, die jeweils in der ersten und zweiten Stufe der Bewertung berücksichtigt werden sollten. Zudem müssen Anforderungen an den Prozess der Bewertung gefunden werden. Diese Anforderungen werden im späteren Verlauf der Arbeit als Grundlage zur Gestaltung des eigentlichen Bewertungsverfahrens benötigt. Die Suche nach relevanten Wirkungen der Verkehrsinfrastruktur und nach Anforderungen an den Prozess der Bewertung unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten ist Aufgabe von Teil II.

2 TEIL II: Welche Wirkungsfelder sollten im Bewertungsverfahren berücksichtigt werden?

2.1 Aufgabenstellung von Teil II

In Teil I wurde ein genereller Ansatz erarbeitet, mit dem Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung in Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur integriert werden können. Nun werden in Teil II Wirkungen und Effekte gesucht, die in die erste und zweite Stufe des Ansatzes integriert werden sollten. Zudem werden Anforderungen an den Bewertungsprozess herausgearbeitet. Diese Anforderungen können im Teil IV (zusammen mit dem in Teil I entwickelten generellen Ansatz der Integration von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung) zur Entwicklung des konkreten Bewertungsverfahrens genutzt werden.

Die Auswahl der Wirkungen (diese werden im weiteren Verlauf der Arbeit als Wirkungsfelder bezeichnet) geschieht, indem untersucht wird, welche charakteristischen Wirkungen das heute in Deutschland vorhandene Verkehrssystem besitzt. Zudem wird analysiert, welche politischen Zielvorstellungen bezüglich nachhaltiger Entwicklung in Deutschland gegenwärtig existieren, da diese Zielvorstellungen auch in einem Bewertungsverfahren berücksichtigt werden sollten. Beides wird durch eine Literaturanalyse begründet. Zunächst werden jedoch im Kapitel 2.2 grundsätzliche Anmerkungen zur generellen Wirkungsermittlung diskutiert.

Für die Auswahl der Wirkungsfelder wird der Wirkungskatalog der Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (EAHV 93) herangezogen. Basierend auf diesem Katalog werden zunächst die charakteristischen Wirkungen von heute in Deutschland innerhalb von bebauten Gebieten existierender Verkehrsinfrastruktur abgeleitet. Dies geschieht in Kapitel 2.3. Am Ende des Arbeitsschrittes steht ein erster (Ur)-Katalog von Wirkungen, mit dem es möglich sein soll, einer Straße innerhalb eines bebauten Gebietes zu charakterisieren.

Im nächsten Arbeitsschritt (Kapitel 2.4) wird dieser Ur-Katalog weiter präzisiert indem untersucht wird, ob er umfassend genug ist, um Aspekte einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung mit diesem charakterisieren zu können. Gelingt dies nicht, werden zusätzliche Wirkungsfelder in den Katalog integriert. Als Bezugsbasis dient hierfür der Forderungskatalog der OECD für einen nachhaltigen Verkehr [OECD 1997]. Dieser wird gewählt, da die OECD-Kriterien für einen nachhaltigen Verkehr im Jahr 2001 von den Umweltministern der OECD-Staaten bestätigt wurden und somit innerhalb der OECD-Staaten

als ein akzeptierter Handlungsleitfaden für die Gestaltung eines nachhaltigen Verkehrssystems aufgefasst werden können.

Diese Vorgehensweise (Erstellung eines Ur-Kataloges und das nachfolgende Abgleichen mit den OECD-Kriterien) erscheint notwendig, da zum einem der OECD-Forderungskatalog das gesamte Verkehrssystem umfasst und somit sehr allgemein gehalten ist. Zum anderen ist es nicht möglich, die einzelnen OECD-Kriterien eindeutig voneinander zu trennen, d. h., viele Anforderungen finden sich in mehreren OECD-Kriterien wieder.

Die OECD-Kriterien werden nicht nur zur Präzisierung des Ur-Kataloges verwendet, sondern aus den Kriterien werden auch Anforderungen an den Bewertungsprozess abgeleitet. Am Ende von Teil II steht damit:

- ein Katalog von Wirkungsfeldern mit dem die Wirkungen einer Straße hinsichtlich nachhaltiger Verkehrsentwicklung (Kapitel 2.5) und
- ein Katalog mit dem die Anforderungen an ein Bewertungsverfahren bezüglich nachhaltiger Verkehrsentwicklung (Kapitel 2.6)

charakterisiert werden können. Teil II untersucht damit zusammengefasst die Fragestellung:

Welche Wirkungen und Ziele, die sich auf das gegenwärtig in Deutschland existierende Verkehrssystem beziehen bzw. die politischen Zielvorstellungen bezüglich Nachhaltigkeit repräsentieren, sollten in das Bewertungsverfahren aufgenommen werden um der in Teil I entwickelten Nachhaltigkeitsdefinition genügen zu können?

2.2 Grundsätzliche Anmerkungen zur generellen Wirkungsermittlung

Das Verkehrssystem ist eng mit allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft verbunden. Deshalb verursachen Änderungen im Verkehrssystem immer eine Vielzahl komplexer Wirkungen in unterschiedlichsten Bereichen von Wirtschafts-, Gesellschafts- und Ökosystem. Aufgrund der Komplexität der Systeme können nicht alle Einflüsse bis ins Detail erfasst werden. Es ist notwendig, eine Reduktion vorzunehmen um überhaupt eine praktikable Bewertung zu ermöglichen.

Bei der Auswahl der Wirkungsfelder kann man unterscheiden zwischen der allgemeinen Identifikation von Wirkungen und der Auswahl der für relevant erachteten und damit in das

Bewertungsverfahren aufzunehmenden Wirkungen. Der erste Teil, die Identifikation der Wirkungen, kann, soweit die Wirkungsbezüge bekannt sind, objektiv geleistet werden. Die Entscheidung, ob eine Wirkung relevant ist, hängt von gesellschaftlichen Wertentscheidungen ab und ist somit normativ.

Bei der in dieser Arbeit getroffenen Auswahl von Wirkungsfeldern handelt es sich deshalb um einen Vorschlag, der auf den aktuell geltenden politischen Zielvorstellungen bezüglich nachhaltiger Entwicklung basiert⁶⁴. Welche Wirkungen von den Entscheidungsträgern aber letztendlich als relevant erachtet werden, muss und kann immer nur von diesen selbst entschieden werden, d. h., es ist nicht möglich, einen Katalog von Wirkungsfeldern zu entwickeln, der für alle Zeiten und alle Gesellschaften gilt. Wenn sich das Verkehrssystem verändert oder sich die Wertvorstellungen der Gesellschaft bezüglich nachhaltiger Entwicklung wandeln, müssen sich auch die in einem Bewertungsverfahren berücksichtigten Wirkungsfelder verändern. Die in dieser Arbeit ausgewählten Wirkungen sind darum nicht statisch zu betrachten, sondern es sollte regelmäßig hinterfragt werden, ob mit den berücksichtigten Wirkungsfeldern das vorhandene Verkehrssystem noch angemessen charakterisiert werden kann.

Weiterhin können zwangsläufig nur Wirkungen berücksichtigt werden, deren Bedeutung bekannt ist. Wirkungen, die heute als unproblematisch oder irrelevant gelten und darum nicht berücksichtigt werden, könnten sich unter Umständen als zukünftig problematisch erweisen, wenn neue Wirkungszusammenhänge bekannt werden⁶⁵. So wurden z. B. lange Zeit Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) als unproblematisch angesehen. Dies änderte sich erst, als die Auswirkungen auf die Ozonschicht der Erde bekannt wurden.

Zudem gibt es keine objektive Bewertung. Jede Bewertung mit den darin enthaltenen Regeln, Wirkungsfeldern und Indikatoren kann und wird damit immer Gegenstand einer Wertdiskussion sein⁶⁶.

⁶⁴ Die Entscheidung, was eine momentan als wichtig erachtete Wirkung ist, wird durch eine Analyse der entsprechenden Literatur begründet.

⁶⁵ siehe hierfür auch [Hauger 2003] S. 369 ff.

⁶⁶ siehe z. B. [Fürst, Scholles 2001] S. 293

2.3 Erstellung eines ersten Ur-Kataloges von Wirkungsfeldern mit Hilfe der EAHV 93

Die Erstellung eines ersten Ur-Kataloges für die Charakterisierung der Wirkungen einer Straße innerhalb von bebauten Gebieten geschieht durch eine Analyse des in den Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (EAHV 93) [FGSV 1993] enthaltenen Wirkungsfelderkataloges. Der in der EAHV 93 zusammengestellte Katalog von Wirkungsfeldern eignet sich als Ausgangsbasis für diese Arbeit, da in diesem versucht wurde, die Wirkungen und Eigenschaften einer Straße umfassend und wertfrei zu charakterisieren.

Die Zielbäume der bereits existierenden und verwendeten Bewertungsverfahren haben dagegen den Nachteil, dass sie unter dem Blickwinkel einer speziellen Aufgabenstellung entwickelt wurden und darum immer auch Zielkriterien enthalten, die keinen allgemeinen Charakter besitzen und darum nicht ohne weiteres in andere Bewertungsverfahren übernommen werden können⁶⁷.

In der EAHV 93 wird Verkehr in vier grundsätzliche Zielfelder unterteilt, die in der nachfolgenden Grafik dargestellt sind.

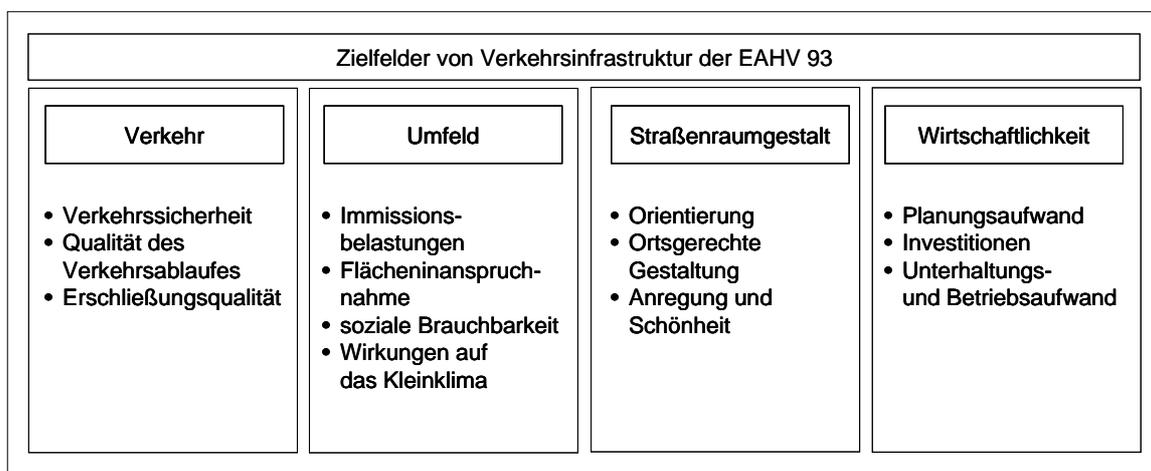


Abbildung 2-1: Zielfelder von Verkehrsinfrastruktur der EAHV 93([FGSV 1993] S. 10)

Jedem Zielfeld werden verschiedene Wirkungsrichtungen zugeordnet. Die Qualität des Verkehrs im Straßenraum wird in der EAHV durch das Zielfeld „Verkehr“ beschrieben. Zur Charakterisierung der Umfeldqualität der Straßenräume dient das Zielfeld „Umfeld“. In diesem werden im weitesten Sinne die Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Umwelt erfasst.

⁶⁷ siehe hier z. B. den speziell auf die Erfordernisse des ÖPNV ausgerichteten Zielbaumes der Standardisierten Bewertung für den ÖPNV [BMVBW 2000]

Im EAHV Zielfeld „Straßenraumgestalt“ sind „die materiellen und immateriellen Bedürfnisse von Anwohnern und Straßenraumnutzern“⁶⁸ berücksichtigt. In diesem Zielfeld stehen also die Wechselwirkungen zwischen dem Verkehr und den bebauten Bereichen (d. h. städtebauliche Effekte) im Mittelpunkt der Betrachtung. Im letzten in der EAHV genannten Zielfeld „Wirtschaftlichkeit“ werden Kosten der Verkehrsinfrastruktur beschrieben.

Basierend auf den Zielfeldern lassen sich die Wirkungen von Verkehr in einem ersten Schritt in vier Bereiche gliedern, innerhalb derer für dieses Bewertungsverfahren Wirkungsfelder abgeleitet werden können. Dies sind:

- Qualität des Verkehrs,
- Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Umwelt,
- Wechselwirkungen zwischen Verkehr und den bebauten Bereichen und
- Wirtschaftlichkeit des Verkehrs.

Nachfolgend werden die vier Bereiche näher betrachtet und untersucht, ob sich daraus Wirkungsfelder für das zu schaffende Bewertungsverfahren ableiten lassen.

2.3.1 Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich des Zielfeldes „Qualität des Verkehrs“

Das Zielfeld „Verkehr“ der EAHV 93 unterteilt sich in die Wirkungsrichtungen

- Verkehrssicherheit,
- Qualität des Verkehrsablaufes,
- Erschließungsqualität

und hat zum Ziel, die Qualität des Verkehrs eines Straßenraumes zu beschreiben.

Das Kriterium „Verkehrssicherheit“ kann in dieser Form als ein Wirkungsfeld in das Bewertungsverfahren übernommen werden. Verkehrssicherheit ist ein allgemein gesellschaftlich anerkanntes Ziel der Verkehrspolitik⁶⁹ und muss darum auch in diesem Bewertungsverfahren berücksichtigt werden.

⁶⁸ [FGSV 1993] S. 15

⁶⁹ Ein Blick in die zahlreichen Initiativen auf Bundes-, Länder- und kommunaler Ebene bestätigt diesen Sachverhalt und muss darum nicht weiter begründet werden.

Die Wirkungsrichtungen „Qualität des Verkehrsablaufes“, d. h. Verbindungs- und Erschließungsqualität, beschreiben die Ziele des Verkehrs, die mit der Planung erreicht werden sollen, also den Nutzen, den die Verkehrsteilnehmer erhalten, wenn sie die Verkehrsinfrastruktur für Verkehrszwecke beanspruchen. Der verkehrliche Nutzen einer Infrastruktur ist u. a. immer abhängig von dem zur Nutzung erforderlichen Aufwand, den Nutzerkosten. An dieser Stelle soll deshalb der

- Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer in Verbindung mit den Nutzerkosten

als ein weiteres Wirkungsfeld in das Bewertungsverfahren aufgenommen werden. Eine genauere Definition, was unter Nutzen und Nutzerkosten in diesem Bewertungsverfahren verstanden werden sollte, wird an dieser Stelle noch nicht vorgenommen, da ab Kapitel 3.2 zunächst eine grundsätzliche Diskussion über den Nutzen von Verkehr und über geeignete Indikatoren für deren Messung erfolgen soll.

2.3.2 Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich der Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Umwelt

Der Bereich der Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Umwelt zielt auf die vom Verkehr verursachten Umweltwirkungen ab. An dieser Stelle kann ein erster Bezug zu den Ausführungen in Teil I hergestellt werden, da die Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Umwelt ebenso als Wechselwirkungen zwischen Verkehr und dem natürlichen Kapitalstock interpretiert werden können. Die Nutzung des natürlichen Kapitalstocks wurde in Teil I als ein Kriterium zur Beurteilung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erkannt.

Die Frage, welche Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Umwelt relevant sind, ist damit gleichzeitig auch die Frage, welche Teile des natürlichen Kapitalstocks in dem Bewertungsverfahren betrachtet werden sollten.

Als natürliches Kapital (natürlicher Kapitalstock) wird die gesamte Natur definiert, also Pflanzen, Tiere, Menschen, natürliche Ressourcen, Regelkreisläufe der Natur (inklusive die lebenserhaltenden Kreisläufe, z. B. Wasser- und Kohlenstoffkreislauf, die gesamten Systeme des Zusammenlebens von Menschen, Arten und Lebensgemeinschaften usw.). Es ist nicht möglich, alle diese Aspekte in der Bewertung zu berücksichtigen. Das Verfahren würde dadurch unhandlich und unübersichtlich werden. Es ist deshalb notwendig, Abgrenzungen zu treffen und nur ausgewählte Effekte zwischen Verkehr und Umwelt, d. h. nur einzelne Teile des natürlichen Kapitalstocks, in die Betrachtung einzubeziehen.

Die Auswahl der relevanten Umweltwirkungen kann mit Hilfe bereits vorhandener Untersuchungen durchgeführt werden. Hierfür können z. B. Untersuchungen der OECD sowie die heute in Deutschland verwendeten Bewertungsverfahren analysiert werden. In der Studie Umweltkriterien für einen nachhaltigen Verkehr der OECD [OECD 1996] werden nachfolgende Kriterien als relevante Umweltwirkungen aufgeführt⁷⁰:

- Schadstoffe⁷¹,
- Lärm,
- Klimawirkung und
- Ressourcennutzung (im Sinne von stofflichen Ressourcen, also Rohstoffen).

Diese Einschätzung deckt sich mit Untersuchungen der Schweiz⁷² und auch mit den heute in Deutschland innerhalb der Bewertungsverfahren für Verkehr berücksichtigten Wirkungsfeldern. So werden innerhalb der Kosten-Nutzen-Analyse des BVWP⁷³ und der Standardisierten Bewertung für den Öffentlichen Personennahverkehr⁷⁴ sowie den Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)⁷⁵ die Wirkungen von Schadstoffen, Lärm, Klimawirkung und Ressourcenverbrauch⁷⁶ berücksichtigt. Deshalb wird vorgeschlagen, die genannten Wirkungen auch in dieses Bewertungsverfahren zu übernehmen, d. h., die Betrachtung des natürlichen Kapitalstocks wird auf die Wirkungsfelder

- Schadstoffbelastung,
- Lärmbelastung,
- Klimawirkung und
- Ressourcennutzung (im Sinne von stofflichen Ressourcen, also Rohstoffen)

eingegrenzt. Darüber hinausgehende Einflüsse auf den natürlichen Kapitalstock, wie z. B. Wirkungen auf die Artenvielfalt oder auf ökologische Kreisläufe werden aus pragmatischen Gründen nicht mit bewertet, da dies die Bewertung zu komplex machen würde.

⁷⁰ [OECD 1996] S. 12 ff.

⁷¹ Wie diese Schadstoffe wirken, also ob dies z. B. Luft- Boden- oder Wasserschadstoffe sind wird im Teil III (Indikatorenauswahl) untersucht.

⁷² siehe hierfür beispielhaft [NFP 41 C5 1998] S. 86

⁷³ [BMVBW 2003] S. 37 ff.

⁷⁴ [BMVBW 2000] S. 55

⁷⁵ [FGSV 1997] S. 3 ff.

⁷⁶ In der EWS wird das Wirkungsfeld Ressourcenverbrauch nicht berücksichtigt.

2.3.3 Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich der Wechselwirkungen zwischen Verkehr und bebauten Bereichen (städtebaulichen Effekten)

Der Wirkungsbereich von Verkehr bzw. Verkehrsinfrastruktur charakterisiert die „Wirkungen von Verkehrsinfrastruktur auf bebaute Bereiche und den Menschen“⁷⁷, d. h., es wird „die Qualität und Struktur dieser Lebensräume“⁷⁸, die „Stadtverträglichkeit des Verkehrs“⁷⁹ bewertet. Leitziele für diese Überprüfung sind in vielen Untersuchungen zu finden. Beispielhaft soll hierfür die Fortschreibung der Methodik zur Bewertung städtebaulicher Effekte in der Bundesverkehrswegeplanung [BMV 1997] herangezogen werden. In der Studie wurde in einem ersten Schritt eine Zusammenstellung von Leitzielen für die Beurteilung städtebaulicher Effekte auf der Grundlage einer Literaturanalyse erarbeitet. Zusammenfassend empfehlen die Autoren nachfolgende Zielfelder zu berücksichtigen⁸⁰:

- Bewahrung bzw. Wiederherstellung von Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen,
- Bewahrung bzw. Wiederherstellung eines lebenswerten Umfeldes,
- Bewahrung bzw. Wiederherstellung der Gestaltungsqualität in Städten.

Ausgehend von diesen Zielfeldern werden in der Studie vier grundsätzliche Kriterien abgeleitet, mit denen es möglich ist diese zu beschreiben. Diese sind:

1. Aufenthaltsqualität

Neben den bereits in einem Wirkungsfeld erfassten verkehrlichen Nutzenansprüchen an eine Verkehrsinfrastruktur existieren ebenso Ansprüche auf nichtverkehrliche Nutzungen des Straßenraumes. Diese Ansprüche haben ihren Ursprung in der Nutzung der umliegenden Raumstruktur. Wesentliche Nutzungsarten wurden beispielsweise in den Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen [FGSV 1985] zusammengestellt⁸¹:

- Raum zum Spielen für Kinder,
- Kommunikations- und Verweilraum für Anwohner,
- Außenplätze von Restaurants,
- Platz für das Betrachten von Schaufenstern.

⁷⁷ [BMV 1997] S. 1

⁷⁸ [BMV 1997] S. 1

⁷⁹ [Ruske 1988] S. 19 oder [BMV 1997] S.17

⁸⁰ [BMV 1997] S. 19

⁸¹ [FGSV 1985] S. 23 ff.

Die generelle Möglichkeit bzw. die Qualität, mit denen diese nichtverkehrlichen Nutzungsansprüche im Straßenraum befriedigt werden können, soll mit Hilfe des Kriteriums Aufenthaltsqualität bestimmt werden.

2. Stadtraumqualität

Durch dieses Kriterium wird der Anspruch des Menschen an die bebaute Umwelt, auf Gestaltung, Bild und Erlebbarkeit des Straßenraumes deutlich. Im Unterschied zur Aufenthaltsqualität, bei der nichtverkehrliche Nutzungen des Straßenraumes betrachtet werden, stehen bei der Stadtraumqualität stadtgestalterische Aspekte im Mittelpunkt wie z. B. von der Verkehrsinfrastruktur ausgehende Beeinträchtigungen auf den Stadtraum im Umfeld von bedeutenden historischen Gebäuden und es sollen Zielkonflikte zwischen der Verkehrsmenge, der Fahrbahngestaltung und stadtgestalterischen Erfordernissen zum Ausdruck gebracht werden⁸².

3. Barrierewirkungen

Das Kriterium Barrierewirkung hat zum Ziel, die sich durch Belastungen im Straßenverkehr und durch bauliche Anlagen im Straßenraum ergebenden Trennwirkungen zu erfassen. Die sich aufgrund einer hohen Barrierewirkung ergebende Trennung zweier Straßenseiten kann zur Folge haben, dass in der Nähe befindliche Ziele mit einem größeren Zeitaufwand (lange Wartezeiten oder notwendige Umwege) zu erreichen sind als luftlinienbezogen weiter entfernt liegende Ziele⁸³. Dies kann langfristig die Gesamtentwicklung einer Stadtstruktur verändern.

4. Stadtökologische Effekte

Neben den direkt messbaren und bereits in eigenen Wirkungsfeldern berücksichtigten Faktoren Lärm- und Schadstoffbelastung existieren innerhalb von bebauten Gebieten Wechselwirkungen zwischen der Bebauung und dem sich unmittelbar vor Ort ergebenden Kleinklima. Dies wird beispielweise in einer im Vergleich zum Umland erhöhten Temperatur, geringeren Windgeschwindigkeiten oder höheren Luftfeuchten⁸⁴ deutlich. Der Wirkungsbereich der stadtkologischen Effekte hat zum Ziel, das Ausmaß dieser Wirkungen zu beurteilen.

Diese vier Kriterien erscheinen zweckmäßig, um das Feld der städtebaulichen Effekte genügend genau beurteilen zu können. Deshalb wird vorgeschlagen, die oben genannten vier

⁸² [BMV 1997] S. 78

⁸³ [BMV 1997] S. 82

⁸⁴ [BMV 1997] S. 85

Kriterien als weitere Wirkungsfelder in das Bewertungsverfahren zu integrieren⁸⁵. Damit ergeben sich die nächsten vier Wirkungsfelder für das Bewertungsverfahren:

- Aufenthaltsqualität,
- Stadtraumqualität,
- Barrierewirkungen und
- Stadtökologische Effekte.

2.3.4 Ableitung von Wirkungsfeldern aus dem Bereich Wirtschaftlichkeit

Im Bereich „Wirtschaftlichkeit“ werden Kosten der Verkehrsinfrastruktur beschrieben. Hierbei wird in die Wirkungsbereiche

- Planungsaufwand,
- Investitionen und
- Unterhaltungs- und Betriebsaufwand

unterteilt. Die Einteilung erscheint zielführend und wird auch in vielen Bewertungsverfahren gleichermaßen vorgenommen⁸⁶. Die Abschätzung der Planungskosten ist an dieser Stelle der Planung noch nicht exakt möglich, da die Bewertung bzw. die Suche nach der am besten geeigneten Variante ein Teil der Planung ist. Es ist nicht bekannt, ob die Genehmigungsbehörde die Planung bestätigt, zu einer grundsätzlichen Überarbeitung zurückweist oder Auflagen zur Planung erteilt werden usw. Alle diese Faktoren besitzen aber einen wesentlichen Einfluss auf die Planungskosten. Somit wird vorgeschlagen, nur die Wirkungsfelder

- Investitionsaufwand sowie
- Unterhaltungs- und Betriebsaufwand

in das Bewertungsverfahren aufzunehmen⁸⁷.

⁸⁵ Zudem werden diese Wirkungsfelder auch in vielen anderen Untersuchungen verwendet, so z. B. im BVWP von 1992 (siehe hierfür [BMV 1997] S. 7 ff.) oder in den Untersuchungen von Topp [Topp 1991].

⁸⁶ siehe z. B. BMVBW 2003] S. 32 ff., [FGSV 1997] S. 8 ff. oder [BMVBW 2000] S. 54

⁸⁷ Die Nutzerkosten werden bereits im Wirkungsfeld „Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer in Verbindung mit den Nutzerkosten“ berücksichtigt.

2.3.5 Zusammenstellung eines ersten Ur-Kataloges von Wirkungsfeldern

Abgeleitet aus dem Kriterienkatalog der EAHV 93 kann nun ein erster Ur-Katalog von Wirkungsfeldern zusammengestellt werden:

Ur-Katalog mit Wirkungsfeldern der Verkehrsinfrastruktur bei Analyse des Kriterienkatalogs der EAHV 93	
Nr.:	Wirkungsfeld
1	Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer in Verbindung mit den Nutzerkosten
2	Verkehrssicherheit
3	Schadstoffbelastung
4	Lärmbelastung
5	Klimawirkung
6	Ressourcennutzung
7	Stadtraumqualität
8	Aufenthaltsqualität
9	Barrierewirkung
10	Stadtökologische Effekte
11	Investitionskosten
12	Unterhaltungs- und Betriebskosten

Abbildung 2-2: Ausgewählte Wirkungsfelder bei Analyse des Kriterienkatalogs der EAHV 93

Es muss nun untersucht werden, ob der zusammengestellte Ur-Katalog umfassend genug ist, um Aspekte einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung mit diesem zu charakterisieren. Dies geschieht im nachfolgenden Abschnitt.

2.4 Abgleichen des Ur-Kataloges mit dem OECD-Forderungskatalog für einen nachhaltigen Verkehr

Die Untersuchung, ob es mit dem auf der Basis der EAHV 93 entwickelten Ur-Kataloges von Wirkungsfeldern möglich ist, Aspekte einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung abzubilden, geschieht mit Hilfe des OECD-Forderungskataloges für einen nachhaltigen Verkehr [OECD 1997]⁸⁸.

⁸⁸ Diese werden auch als „Vancouver-Kriterien für einen nachhaltigen Verkehr“ bezeichnet.

Hierfür wird versucht die in den Vancouver-Kriterien enthaltenen Anforderungen an eine nachhaltige Verkehrsentwicklung durch die bereits definierten Wirkungsfelder zu beschreiben.

Der OECD-Forderungskatalog für einen nachhaltigen Verkehr, wurde auf der Konferenz "Towards Sustainable Transportation" 1996 in Vancouver⁸⁹ entwickelt. Er besteht aus 9 Kriterien, mit denen sich ein nachhaltiges Verkehrssystem beschreiben lässt. Dieser Katalog wird verwendet, da er im Jahr 2001 von den Umweltministern der OECD-Staaten als Handlungsleitfaden für nachhaltige Verkehrsentwicklung bestätigt worden ist. Deshalb können die innerhalb des Kataloges genannten 9 Kriterien zumindest innerhalb der OECD-Staaten als politisch akzeptierte Leitlinien für die weitere Entwicklung des Verkehrssystems aufgefasst werden. Nachfolgend werden die einzelnen Kriterien des OECD-Forderungskataloges vorgestellt und überprüft, ob sich die jeweiligen Forderungen mit den bereits ermittelten Wirkungsfeldern des Ur-Kataloges abbilden lassen oder ob es notwendig ist, neue Wirkungsfelder hinzuzufügen.

1. Zugang:

Das erste Kriterium des OECD-Forderungskataloges fordert die Gewährung von Zugang durch das Verkehrssystem:

1	Zugang	Es muss für alle Menschen möglich sein, mittels des Verkehrssystems den Zugang zu Menschen, Orten, Gütern und Dienstleistungen zu erhalten.
---	--------	---

Tabelle 2-1: Vancouver-Kriterium Nr. 1

Die Gewährleistung von Zugang zu Orten, Gütern und Dienstleistungen entspricht dem bereits in das Bewertungsverfahren aufgenommenen Wirkungsfeld „Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer“. Es erscheint demzufolge nicht notwendig, ein weiteres Wirkungsfeld in das Verfahren zu integrieren um dem ersten Vancouver-Kriterium zu entsprechen.

⁸⁹ Weitergehende Informationen über diese Konferenz können z. B. im Internet unter <http://www.oecd.org/pdf/M00018000/M00018885.pdf> (aufgerufen am 22.12.2004) gefunden werden oder in [OECD 1997].

2. Gerechtigkeit:

2	Gerechtigkeit	Das Verkehrssystem bzw. die Wirkungen des Systems müssen so beschaffen sein, dass allen Menschen (d. h. in allen Regionen und auch zukünftigen Generationen) die Möglichkeit gegeben ist, ihre Mobilitätsbedürfnisse ebenfalls zu befriedigen.
---	---------------	--

Tabelle 2-2: Vancouver-Kriterium Nr. 2

Gerechtigkeitsaspekte werden in dem Ur-Katalog bis jetzt nicht erwähnt. Gerechtigkeit bezieht sich gemäß dem Vancouver-Kriterium Nr. 2 auf:

- intergenerative Gerechtigkeit (Gerechtigkeit zwischen verschiedenen Generationen bzw. Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen) und
- intragenerative Gerechtigkeit (Gerechtigkeit zwischen den heute lebenden Menschen).

Deshalb wird vorgeschlagen, den Ur-Katalog zu erweitern und beide genannten Gerechtigkeitsaspekte als einzelne Wirkungsfelder in diesen zu integrieren⁹⁰.

Zum anderen kann mit dem Vancouver-Kriterium Nr. 2 das Wirkungsfeld „Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer“ konkretisiert werden. In dem Prinzip wird deutlich, dass das Recht auf Zugang für alle gilt. Niemand, keine Gruppe, darf ausgeschlossen bleiben. Da alle Menschen in die Betrachtung einbezogen werden sollen, ist es erforderlich, alle Verkehrsträger und alle Verkehrszwecke gleichberechtigt in die Bewertung zu integrieren⁹¹.

3. Verantwortung:

3	Verantwortung	Alle Menschen und Gesellschaften müssen beim Planen als auch beim Nutzen des Verkehrssystems stets die Umweltaspekte berücksichtigen bzw. haben die Verantwortung dafür, dass diese niemals vernachlässigt werden.
---	---------------	--

Tabelle 2-3: Vancouver-Kriterium Nr. 3

In diesem Kriterium wird die Verantwortung der einzelnen Menschen als auch der gesamten Gesellschaft beim Planen und Nutzen des Verkehrssystems gegenüber der Umwelt hervorgehoben. Liegt eine gemäß dem Kriterium verantwortungsvolle Planung und Nutzung des Verkehrssystems vor, sind negative Umwelteffekte entsprechend gering. Umwelteffekte

⁹⁰ Die Forderung, Gerechtigkeitsaspekte stärker als bisher in den Bewertungsverfahren zu benutzen, wird z. B. ebenso von der Europäischen Verkehrsministerkonferenz gestellt (siehe [ECMT 2004] S. 12) und vom britischen SACTRA-Komitee als relevantes Bewertungskriterium für Verkehrsinfrastruktur betrachtet ([SACTRA 1999] Punkt 8.14).

⁹¹ Dies ist eine Anforderung an Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur, die sich z. B. auch in der Studie [DETR 1998] oder in [UBA 2001a] S. 41 wiederfinden lässt.

lassen sich mit Hilfe der in dem Ur-Katalog vorhandenen Wirkungsfelder abdecken. Dieses Kriterium wird damit bereits indirekt berücksichtigt und es erscheint nicht notwendig das Kriterium „Verantwortung“ als ein eigenes Wirkungsfeld in den Ur-Katalog aufzunehmen.

Verantwortung ist allerdings eine fundamentale Anforderung an den Prozess der Bewertung (eine verantwortungsvolle Bewertung) und wird darum als eine erste Anforderung an die Struktur und Gestaltung des Bewertungsverfahrens (siehe Kapitel 2.6) festgehalten.

4. Gesundheit:

4	Gesundheit	Die Verkehrssysteme müssen so gestaltet werden, dass diese die Gesundheit und Sicherheit aller Menschen schützen und die Lebensqualität in den Kommunen verbessern helfen.
---	------------	--

Tabelle 2-4: Vancouver-Kriterium Nr. 4

Im Kriterium Gesundheit wird ein Ziel formuliert, dessen Einhaltung bereits heute in allen Planungen von Verkehrsinfrastruktur gefordert wird. Auswirkungen des Verkehrs auf die Gesundheit der Menschen werden im wesentlichen durch Verkehrsunfälle sowie durch Schadstoff- und Lärmbelastungen verursacht⁹². Diese Wirkungen sind bereits in den Wirkungsfeldern Verkehrssicherheit sowie Lärm- und Schadstoffwirkungen berücksichtigt. Deshalb erscheint es nicht notwendig, ein neues Wirkungsfeld in den Ur-Katalog aufzunehmen.

5. Partizipation:

5	Partizipation	In den Entscheidungsprozess bei der Gestaltung des Verkehrssystems müssen alle Menschen und Kommunen einbezogen werden. Dafür ist sicherzustellen, dass diese alle notwendigen Informationen rechtzeitig und umfassend erhalten und dass alle Nutzen und Kosten aller Projektalternativen verfügbar sind.
---	---------------	---

Tabelle 2-5: Vancouver-Kriterium Nr. 5

Partizipation oder auch Bürgerbeteiligung ist eine Anforderung, die sich in vielen Forschungsarbeiten bezüglich nachhaltiger Entwicklung finden lässt und besonders durch die auf der Rio-Konferenz von 1992 aufgestellte Forderung der Einrichtung von lokalen Agenden deutlich wurde, deren Aufgabe es u. a. ist, eine breite Beteiligung der Öffentlichkeit am

⁹² Belege hierfür sind z. B. in Untersuchungen über die externen Kosten des Verkehrs zu finden. Als Beispiel sei hier nur die Untersuchung [UIC 2000] genannt.

Prozess der nachhaltigen Entwicklung sicherzustellen⁹³. Die Beteiligung der Öffentlichkeit am Bewertungsprozess scheint notwendig, um die Legitimität der Bewertung zu erhöhen⁹⁴ und um sicherzustellen, dass eine Variante ausgewählt wird, die den Bedürfnissen der Menschen vor Ort entspricht.

Die Frage, ob Art und Grad der Bürgerbeteiligung als Indikator direkt in das Bewertungsverfahren aufgenommen oder als eine Anforderung an den Bewertungsprozess definiert werden sollte, kann unterschiedlich beantwortet werden und hängt von der Art der durchgeführten Bewertung ab.

Werden verschiedene Varianten einer Planung untersucht, die von dem gleichen Baulastträger geplant werden, wird der Indikator „Partizipation“ keinen zusätzlichen Informationsgewinn liefern, da davon auszugehen ist, dass die sich Bürgerbeteiligung“ bezüglich der einzelnen Varianten nicht unterscheidet. Demzufolge bietet der Wert des Indikators keine Hilfestellung bei der Auswahl der geeignetsten Variante, sondern liefert „lediglich“ eine Aussage über den Prozess der Planung. Werden Varianten bewertet, die von verschiedenen Baulastträgern geplant werden, kann auch die Bürgerbeteiligung verschieden gut durchgeführt worden sein. Hier kommt es durch den Einbezug des Indikators zu einem Informationsgewinn.

Dieses Bewertungsverfahren soll verschiedene Varianten einer Infrastrukturmaßnahme bewerten. Aus diesem Grund wird sich die Art der Bürgerbeteiligung bei den einzelnen Varianten nicht unterscheiden, da diese im selben Planungsprozess erstellt werden. Deshalb wird für dieses Bewertungsverfahren vorgeschlagen, Bürgerbeteiligung nicht als direktes zu bewertendes Wirkungsfeld in das Verfahren aufzunehmen, sondern als eine Anforderung an den Bewertungsprozess (siehe Kapitel 2.6) aufzufassen.

⁹³ siehe hierfür z. B.: <http://www.nachhaltigkeit.aachener-stiftung.de/110135995721445/Geschichte/Weltgipfel%20Rio%20de%20Janeiro%201992/Agenda%2021.htm> (aufgerufen am 23.12.2004) oder <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=52> (aufgerufen am 23.12.2004) bzw. [BMU 1993] S. 231 ff.

⁹⁴ Siehe Hinweise der [ECMT 2004] S. 232 ff.

6. Systemplanung:

6	Systemplanung	Bei dem Bau bzw. der Planung des Verkehrssystems muss sichergestellt werden, dass integrative Ansätze verwendet werden, die die Aspekte von Umwelt, Gesundheit, Energie, Finanzen und städtebaulicher Qualität beinhalten.
---	---------------	--

Tabelle 2-6: Vancouver-Kriterium Nr. 6

Kriterium Nr. 6 fordert den Einbezug der aufgeführten Wechselwirkungen in die Planung und Bewertung. Dieses Vancouver-Kriterium ist deshalb eine Forderung, die sich auf die Gestaltung des Bewertungsverfahrens bezieht⁹⁵. Es ist innerhalb des Bewertungsverfahrens sicherzustellen, dass alle relevanten Wirkungsfelder berücksichtigt werden. Damit ist das Kriterium Systemplanung eine Anforderung an den Bewertungsprozess (siehe Kapitel 2.6).

7. Land- und Ressourcennutzung:

7	Land- und Ressourcennutzung	Kommunen müssen so gestaltet werden, dass in ihnen die Verwirklichung eines nachhaltigen Verkehrssystems überhaupt möglich ist. Die Verkehrssysteme müssen Fläche und natürliche Ressourcen sparsam einsetzen und schützen.
---	-----------------------------	---

Tabelle 2-7: Vancouver-Kriterium Nr. 7

Nach Kriterium 7 sind alle natürlichen Ressourcen so zu verwenden, dass sie unbegrenzt nutzbar bleiben. Dieses Kriterium bezieht sich auf die Nutzung des natürlichen Kapitalstocks. Die innerhalb des natürlichen Kapitalstocks zu berücksichtigenden Wirkungen wurden bereits im Kapitel 2.3.2 herausgearbeitet. Deshalb ergibt sich aus Kriterium 7 kein zusätzliches Wirkungsfeld.

8. Umwelterhaltung:

8	Umwelterhaltung	Verkehrssysteme müssen so gestaltet werden, dass durch diese keine Gefahren für Gesundheit, Klima, Artenvielfalt und Ökosysteme hervorgehen können.
---	-----------------	---

Tabelle 2-8: Vancouver-Kriterium Nr. 8

⁹⁵ Eine integrierte übergreifende Bewertung ist ebenso eine Forderung der Europäischen Verkehrsministerkonferenz, [ECMT 2004] S. 11.

Das Prinzip 8 bezieht sich auf die Erhaltung der natürlichen Umwelt. Auch dieses Kriterium beschreibt die Nutzung des natürlichen Kapitalstocks. Deshalb ist auch dieses Prinzip durch die bereits vorhandenen Wirkungsfelder abgedeckt⁹⁶.

9. Ökonomische Wohlfahrt:

9	Ökonomische Wohlfahrt	Die Steuerpolitik und die ökonomischen Instrumente müssen ein nachhaltiges Verkehrssystem unterstützen und dürfen nicht gegen dieses arbeiten. Die vollen jetzigen und künftigen Kosten des Verkehrssystems sind den Nutzern anzulasten bzw. das Verkehrssystem muss so gestaltet werden, dass es zu keiner Internalisierung von externen Kosten kommt.
---	-----------------------	---

Tabelle 2-9: Vancouver-Kriterium Nr. 9

Die Bewertung der genannten Punkte, wie z. B. der Steuerpolitik, ist nicht Aufgabe eines Bewertungsverfahrens für einzelne Verkehrsinfrastrukturen, da diese Elemente nicht durch die Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur beeinflussbar sind⁹⁷. Die genannten Anforderungen werden von Interesse, wenn die Verkehrs- oder Wirtschaftspolitik hinsichtlich Nachhaltigkeit bewertet werden soll. Darum sollte dieses Kriterium nicht direkt auf den Fall einer einzelnen Verkehrsinfrastruktur bezogen, sondern auf der übergeordneten Ebene, bei der Beurteilung der Verkehrs- bzw. Steuerpolitik usw., berücksichtigt werden.

2.5 Zusammenfassung der Wirkungsfelder für das Bewertungsverfahren zur Charakterisierung der Verkehrsinfrastruktur

Mit Hilfe der EAHV 93 und der Vancouver-Kriterien für einen nachhaltigen Verkehr wurden 14 Wirkungsfelder abgeleitet:

⁹⁶ Kriterium 7 und 8 gelten nur unter den hier gesetzten und für die Bewertung notwendigen pragmatischen Abgrenzungen als berücksichtigt. Die Kriterien selbst gehen natürlich darüber hinaus, indem sie z. B. die Arten- und Ökosystemvielfalt usw. mit einbeziehen.

⁹⁷ Es könnte höchstens gefragt werden, ob die untersuchte Verkehrsinfrastruktur Verkehrsarten begünstigt, die weniger externe Kosten verursachen. Dies wird getan, da die externen Kosten des Verkehrs (im Kapitel 5.3.2) u. a. als Teil der Wirkungsfelder Lärm, Verkehrssicherheit, Schadstoffe usw. erkannt werden. Deshalb brauchen diese nicht als ein separates Wirkungsfeld in das Verfahren aufgenommen werden.

Wirkungsfelder der Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten	
Nr.:	Wirkungsfeld
1	Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer (in Abhängigkeit der Nutzerkosten)
2	Schadstoffbelastung
3	Klimawirkung
4	Ressourcennutzung
5	Lärmbelastung
6	Verkehrssicherheit
7	Aufenthaltsqualität
8	Stadtraumqualität
9	Barrierewirkung
10	Stadtökologische Effekte
11	Investitionskosten
12	Unterhaltungs- und Betriebskosten
13	Intergenerative Gerechtigkeit (Gerechtigkeit zwischen verschiedenen Generationen bzw. Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen)
14	intragenerative Gerechtigkeit

Tabelle 2-10: Relevante Wirkungsfelder für dieses Bewertungsverfahren

Für die Wirkungsfelder müssen im nächsten Schritt Indikatoren für deren Messung ausgewählt werden. Dies geschieht in Teil III.

Neben den Wirkungsfeldern, die direkt zur Charakterisierung der Verkehrsinfrastruktur in das Bewertungsverfahren eingehen, wurden zudem einige Anforderungen an den Bewertungsprozess erkannt. Die Anforderungen an den Bewertungsprozess stellen eine übergeordnete Ebene dar, mit deren Hilfe das Bewertungsverfahren näher charakterisiert wird und sind keine eigenen Wirkungsfelder innerhalb des Verfahrens. Mit diesen Anforderungen kann die grundsätzliche Richtung, in die das Bewertungsverfahren entwickelt werden sollte, vorgegeben werden. Deshalb wird als letzte Teilfrage von Teil II genauer auf diese eingegangen.

2.6 Zusammenfassung der Anforderungen an den Prozess der Bewertung

Bei Diskussion der Vancouver-Kriterien für einen nachhaltigen Verkehr wurden

- Verantwortung,
- Systemplanung und

– Bürgerbeteiligung

als Anforderungen an den Bewertungsprozess ermittelt. Die genannten Punkte sind allgemein gehalten und müssen aus diesem Grund spezifiziert bzw. um weitere Anforderungen ergänzt werden.

Anforderungen an den Prozess der Bewertung lassen sich aus zweierlei Richtung formulieren. Zum einem sind dies generelle Forderungen, die für jede Art von Verkehrsinfrastrukturbewertung gelten wie z. B.⁹⁸:

- Transparenz (Verstehbarkeit der Wirkungsbeschreibungen),
- Einfachheit,
- Nachvollziehbarkeit der Bewertung und Bewertungsergebnisse,
- Verlässlichkeit (Ein wiederholter Durchlauf der Methode unter gleichen Rahmenbedingungen muss zu den gleichen Ergebnissen führen) und
- Konsistenz (Das Bewertungsverfahren soll formal konsistent sein und zu einer konsistenten Ordnung der zu bewertenden Alternativen führen).

Zudem lassen sich Anforderungen an den Bewertungsprozess finden, die von der jeweiligen Aufgabenstellung und Zielintention des Bewertungsverfahrens abhängig sind. Diese Anforderungen sind normativ gesetzte Größen, die nicht wissenschaftlich begründet oder abgeleitet werden können. Das in dieser Arbeit zu entwickelnde Bewertungsverfahren soll gemäß der Aufgabenstellung Nachhaltigkeitsgesichtspunkte berücksichtigen und sich an die Empfehlungen der Europäischen Verkehrsministerkonferenz für die Weiterentwicklung der Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen [ECMT 2004] anlehnen⁹⁹. Deswegen werden die dort getroffenen Anforderungen an den Bewertungsprozess für diese Arbeit übernommen. Zudem lassen sich in Forderungskatalogen der Lokalen Agenda¹⁰⁰ weitere Anforderungen an den Bewertungsprozess finden bzw. daraus ableiten. Nachfolgend ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine Auswahl der prägnantesten Anforderungen dargestellt¹⁰¹.

⁹⁸ [Beckmann 2000] S. 39 ff., [Hauger 2003] S.38, [Scholles 1998c]

⁹⁹ siehe S. 11

¹⁰⁰ siehe hierfür z.B.: <http://www.nachhaltigkeit.aachener-stiftung.de/110135995721445/Geschichte/ Weltgipfel %20Rio%20de%20Janeiro%201992/Agenda%2021.htm> (aufgerufen am 23.12.2004) oder <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=52> (aufgerufen am 23.12.2004) bzw. [BMU 1993] S. 231 ff.

¹⁰¹ Eine vollständige Liste mit den Empfehlungen der Europäischen Verkehrsministerkonferenz ist in Anlage E der Arbeit beigefügt.

- Die Bewertung sollte ökonomische, soziale und Umweltwirkungen (als auch verkehrliche und nichtverkehrliche Wirkungen) beinhalten. Wenn keine Quantifizierung der Wirkungen möglich ist, sollten diese in einer anschaulichen Form beschrieben werden.
- Es sollte den Entscheidungsfindern möglich sein, die wichtigsten Wirkungen der Maßnahme zu erkennen und untereinander abzuwägen. Hierfür müssen die mit den Maßnahmen verbundenen Zielkonflikte, Risiken und Unsicherheiten besonders herausgestellt werden.
- Die Bewertung sollte keine Entscheidung liefern, sondern ein Hilfsmittel für die Entscheidungsfinder sein eine Entscheidung zu treffen.
- Die Ergebnisse sollten in einer einfachen, übersichtlichen und deutlichen Form präsentiert werden.
- Eine Beteiligung von Öffentlichkeit und Interessenverbänden ist wichtig, um die Legitimität der Bewertung und die Bestandsfähigkeit der Bewertungsergebnisse abzusichern.
- Hilfestellung für die Entscheidung sollte gegeben, jedoch nicht ersetzt oder vorweggenommen werden.
- Die Komplexität sollte reduziert werden, indem die Vor- und Nachteile der Varianten deutlich herausgearbeitet werden.

Diese (normativen) Anforderungen werden für die Erstellung der Struktur des Bewertungsverfahrens im Teil IV genutzt.

3 Teil III: Auswahl von Indikatoren für die Wirkungsfelder

3.1 Aufgabenstellung von Teil III

In Teil III der Arbeit steht die Frage im Mittelpunkt, mit welchen Indikatoren die ausgewählten Wirkungsfelder gemessen werden können. Hierfür wird jedes der 14 Wirkungsfelder näher charakterisiert und darauf aufbauend ein oder mehrere Indikatoren zur Messung ausgewählt. Nachfolgend sind alle Wirkungsfelder dargestellt, für die in Teil III Indikatoren ausgewählt werden:

Wirkungsfelder des Verkehrs und der Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten	
Nr.:	Wirkungsfeld
1	Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer (in Abhängigkeit der Nutzerkosten)
2	Schadstoffbelastung
3	Klimawirkung
4	Ressourcennutzung
5	Lärmbelastung
6	Verkehrssicherheit
7	Aufenthaltsqualität
8	Stadtraumqualität
9	Barrierewirkung
10	Stadtökologische Effekte
11	Investitionskosten
12	Unterhaltungs- und Betriebskosten
13	intergenerative Gerechtigkeit (Gerechtigkeit zwischen verschiedenen Generationen bzw. Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen)
14	intragenerative Gerechtigkeit

Tabelle 3-1: Wirkungsfelder des Verkehrs im entwickelten Bewertungsverfahren

Damit steht Teil III unter der Fragestellung:

Mit welchen Indikatoren lassen sich die ausgewählten Wirkungsfelder messen?

3.2 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer“

3.2.1 Definition einer verkehrlichen Nutzengröße für diese Arbeit

Die Begriffe Verkehr und Mobilität werden in vielen Diskussionen und Untersuchungen herangezogen. Macht man sich die Mühe zu untersuchen, was mit den jeweiligen Begriffen gemeint ist, stellt man schnell fest, dass diese oftmals mit verschiedenen Inhalten belegt werden. Darum soll an dieser Stelle zuerst diskutiert werden, welchen Zweck Verkehr und Mobilität besitzen bzw. was das Ziel von Verkehr ist. Daraus abgeleitet wird eine Nutzendefinition von Verkehr für dieses Bewertungsverfahren entwickelt.

Verkehr hat in unserer arbeitsteiligen Volkswirtschaft einen großen Nutzen. Die Frage nach der zahlenmäßigen Größe ist jedoch nicht einfach zu beantworten, da Verkehr als abgeleitete Nachfragegröße keinen direkten Nutzen¹⁰² stiftet, sondern mittels der Überwindung von Distanzen nur einen Beitrag zur Nutzenstiftung leistet, indem er Güter, Personen oder Dienstleistungen an Orte transportiert, an denen diese im Vergleich zum vorherigen Standort entweder selbst eine Nutzensteigerung erfahren oder den Nutzen von anderen Gütern, Personen oder Dienstleistungen steigern¹⁰³.

Ähnlich wird in [Becker 1999] und [FGSV 2003] argumentiert. Dort wird die Aufgabe von Verkehr auf die Befriedigung von Bedürfnissen zurückgeführt¹⁰⁴. Besitzt ein Mensch Bedürfnisse, die sich nicht an dem Ort stillen lassen, an dem sich dieser gerade aufhält, muss ein Wechsel zu einem Ort durchgeführt werden, an dem sich das entsprechende Bedürfnis befriedigen lässt, oder auf die Bedürfnisbefriedigung verzichtet werden. Diese Definition kann ebenso auf den Güterverkehr übertragen werden, wenn die Befriedigung der „Bedürfnisse“ von Wirtschaftsprozessen als Ursache für den Güterverkehr betrachtet wird.

Verkehr als abgeleitete Nachfrage zu betrachten und damit als ein Hilfsmittel zur Bedürfnisbefriedigung anzusehen, wird grundsätzlich von vielen Autoren¹⁰⁵ geteilt, wenn auch im Detail Unterschiede vorhanden sind¹⁰⁶. Wenn dieser Herangehensweise gefolgt wird,

¹⁰² Es sei denn, jemand ist aus der „Freude am Fahren“ unterwegs. Dann ist der Nutzen direkt im Verkehr zu finden.

¹⁰³ [Maggi 2000] S. 5 ff.

¹⁰⁴ [Becker 1999] S. 12 ff., [FGSV 2003] S. 4

¹⁰⁵ z. B. [Schmitz 1994] S. 105, [Aberle 2003] S. 1 oder [UBA 1997] S. 82 oder [ECMT 2004] S. 7

¹⁰⁶ Eine sehr ausführliche Diskussion über die verschiedenen Definitionen und deren Vor- und Nachteile ist in [Gerike 2004] S. 29 ff. zu finden.

ist die Quelle des Verkehrs die Nachfrage (das Bedürfnis) nach Zugang zu Aktivitäten, die vor Ort nicht zu befriedigen sind.

Das Angebot von Orten (Raumstrukturgrößen) zur Realisierung der nachgefragten Aktivitäten wird von dem umgebenden Raum- und Verkehrssystem bestimmt. Dieses Angebot kann in Anlehnung an [Gerike 2004a]¹⁰⁷ als Erreichbarkeit definiert werden:

Erreichbarkeit steht für die Möglichkeiten der Aktivitätenwahrnehmung, die ein bestimmter Ort in Abhängigkeit vom umgebenden Raum- und Verkehrssystem bietet¹⁰⁸.

Gemessen werden kann die Erreichbarkeit z. B. durch die Anzahl der erreichbaren Orte (Raumstrukturgrößen).

Die Kopplung des Angebotes (der Erreichbarkeit von Raumstrukturgrößen) mit der Nachfrage nach Aktivitäten, die vor Ort nicht zu befriedigen sind, ist die tatsächliche Nutzung des Angebotes, d. h. die Anzahl der außerhäuslichen Aktivitäten, die die Verkehrsteilnehmer (durch dabei durchgeführte Ortsveränderungen) wahrnehmen. Diese tatsächliche durchgeführten Ortsveränderungen werden in dieser Arbeit als Zugang definiert:

Zugang erfasst die Anzahl der außerhäuslichen Aktivitäten, die die Verkehrsteilnehmer (durch erforderliche Ortsveränderungen) absolvieren¹⁰⁹.

Der Zugang kann z. B. durch die Anzahl der Wege pro Person und Zeit gemessen werden. Verkehr ist schließlich:

das Instrument zur Realisierung der notwendigen Ortsveränderungen¹¹⁰.

Er steht damit für den Verkehrsaufwand (Zeit, Kosten, Energie usw.) und lässt sich mittels Reisezeit, zurückgelegten Entfernungen usw. messen. Die dargestellten Zusammenhänge und Begriffe sind in der nachfolgenden Grafik noch einmal aufgezeigt:

¹⁰⁷ In [Gerike 2004a] erfolgte eine umfassende Analyse verschiedener Begrifflichkeiten von Verkehr, Erreichbarkeit, Zugang usw. Die in deren Folge entwickelten Definitionen erscheinen zielführend und zweckdienlich und werden deshalb für diese Arbeit übernommen.

¹⁰⁸ [Gerike 2004a] S. 35

¹⁰⁹ [Gerike 2004a] S. 36

¹¹⁰ [Gerike 2004a] S. 36

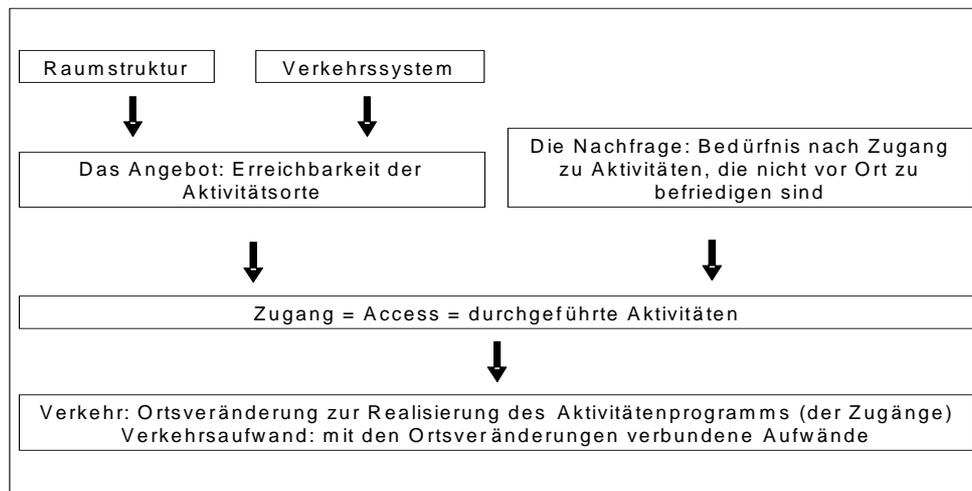


Abbildung 3-1: Systematik der verwendeten verkehrlichen Begriffe (in Anlehnung an [Gerike 2004a] S. 36)

Für die Nutzenmessung des Verkehrs bieten sich, aufbauend auf der dargestellten Grafik, mehrere Möglichkeiten.

Eine erste Möglichkeit der Nutzenmessung ist zu untersuchen, ob die hinter dem Verkehr bzw. der durchgeführten Ortsveränderung stehenden Bedürfnisse befriedigt worden sind. Hierfür müssen die Bedürfnisse bekannt sein und gemessen werden können.

In vielen Fällen wird nicht ein einzelnes Bedürfnis die Ursache für die verkehrliche Aktivität sein, sondern sich vielmehr aus einem Bündel von Einzelbedürfnissen zusammensetzen. Die Fahrt zu einem Kino kann beispielsweise nicht nur in dem Bedürfnis begründet sein, einen bestimmten Film zu sehen, sondern auch, weil man Freunde treffen und gemeinsam mit diesen etwas unternehmen möchte. Große moderne Einkaufszentren werben mit dem Wort „Erlebniseinkauf“, die Fahrt zu so einem Einkaufszentrum kann also nicht nur in dem Bedürfnis begründet sein Waren einzukaufen, sondern auch einen angenehmen Nachmittag in dem Einkaufszentrum zu verbringen usw.

So vielfältig wie die hinter der verkehrlichen Aktivität stehenden Bedürfnisse sein können, so individuell unterschiedlich kann auch der Nutzen der Fahrt, der Grad der Bedürfnisbefriedigung empfunden werden. Vielleicht war Person A der Kinofilm gar nicht so wichtig und es ging mehr darum, Freunde zu treffen um den Abend gemeinsam mit ihnen zu verbringen, während Person B die Priorität auf das Ansehen des Filmes setzte. Jede Person wird demzufolge die Größe des Nutzens der Fahrt anders einschätzen, obwohl alle den gleichen Film sahen und die gleichen Erlebnisse hatten. Für die Ermittlung der individuellen Bedürfnisbefriedigungen ist somit ein nicht unerheblicher Befragungsaufwand notwendig.

Die Nutzenmessung des Verkehrs auf der Grundlage der Befriedigung von Bedürfnissen steht zudem vor einer ähnlichen Problematik wie der Versuch der Wohlfahrtsmessung mit Hilfe einer sozialen Wohlfahrtsfunktion. In beiden Fällen ist es notwendig die individuellen Präferenzen, d. h., den individuellen Nutzen von Personen zu messen und zu aggregieren. Der individuelle Nutzen einer Person ist aber als ordinale und nicht als kardinale Größe aufzufassen¹¹¹, d. h., selbst wenn es genügend genau möglich ist, den individuellen Nutzen einer Person z. B. mittels einer Befragung zu messen, besteht das Problem der Aggregation der individuellen Einzelnutzen zu einer zusammenfassenden Nutzengröße, da ordinale Größen nur mit Hilfe von booleschen Kombinationen aggregiert werden können¹¹². An dieser Stelle besteht also noch Forschungsbedarf.

Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzenmessung mit Hilfe des Zugangs. Dafür muss die sich durch die Raumstruktur und das Verkehrssystem ergebende Erreichbarkeit von Raumstrukturgrößen mit der Nachfrage nach diesen Raumstrukturgrößen in Beziehung gesetzt werden. Damit kann beurteilt werden, inwieweit die vorhandene Nachfrage nach Raumstrukturgrößen durch das vorhandene Angebot abgedeckt werden kann. Diese Nutzenmessung besitzt den Nachteil, dass damit keine Aussagen über die eigentliche Bedürfnisbefriedigung mehr möglich sind. Dafür ist der Erhebungsaufwand für die Ermittlung der Nachfrage geringer, da nicht mehr gefragt wird, welches Bündel von Einzelbedürfnissen hinter einer Ortveränderung steht, sondern nur ermittelt werden muss, welche Raumstrukturgrößen die einzelnen Menschen erreichen wollen.

Eine dritte und gegenwärtig in allen Standardisierten Bewertungsverfahren für Verkehr angewendete Methode, ist die Nutzenmessung mit Hilfe des Verkehrsaufwandes (in der Regel der Reisezeit). Die Reisezeit ist einfach ermittelbar und eine leicht verständliche Größe. Sie besitzt aber den Nachteil, dass damit keine Aussagen über die Veränderung des Zugangs zu einzelnen Raumstrukturgrößen und auch keine Aussagen über das eigentliche Ziel des Verkehrs, der Befriedigung der hinter dem Verkehrsaufwand stehenden Bedürfnisse möglich sind.

Damit lässt sich zusammenfassen: Die Nutzenmessung des Verkehrs auf der direkten Basis der Bedürfnisbefriedigungen beinhaltet methodische Schwierigkeiten der Aggregation der individuellen Einzelnutzen. Für dieses Problem existieren derzeit noch keine verwendbaren Lösungsansätze. An dieser Stelle besteht momentan noch Forschungsbedarf. Zudem erfordert die Nutzenmessung des Verkehrs auf der Basis von Bedürfnisbefriedigungen einen großen

¹¹¹ vergleiche dazu beispielsweise [Stiglitz 1989] S. 81 f

¹¹² Auf dieses Problem wird in Kapitel 4.2.3 noch näher eingegangen.

Erhebungsaufwand. Deshalb soll die Nutzenmessung nicht mit der Größe „Bedürfnisbefriedigung“ erfolgen.

Die Nutzenmessung mit Hilfe des Verkehrsaufwands ist einfach durchführbar. Die Verwendung dieser Nutzengröße gestattet aber keine Aussagen über die Veränderung des Zugangs zu Raumstrukturgrößen und keine Aussagen über die hinter dem Verkehrsaufwand stehenden Bedürfnisbefriedigungen. Bei Verwendung des Zugangs als Nutzengröße des Verkehrs sind analog zum Verkehrsaufwand keine Aussagen über den Grad der Bedürfnisbefriedigung mehr möglich. Es können aber im Vergleich zum Verkehrsaufwand bereits Aussagen über die Veränderung der Erreichbarkeit der Raumstrukturgrößen getroffen werden. Somit ist die Größe Zugang besser geeignet als der Verkehrsaufwand. Deshalb wird vorgeschlagen, die Größe „Zugang“ zur Beurteilung des verkehrlichen Nutzens zu verwenden. Hierfür ist nachfolgend ein geeignetes Maß zu entwickeln. Die Entwicklung einer Methodik zur Messung des Zugangs entspricht vom Umfang der Aufgabenstellung einer selbstständigen Arbeit. Um zu vermeiden, dass eine eigenständige Arbeit innerhalb dieser Arbeit entsteht, wird die Entwicklung des Zugangsmaßes in Form eines Exkurses in die Arbeit integriert, d. h., die Thematik wird kurz und in einer konzentrierten Form abgehandelt.

3.2.2 Exkurs: Entwicklung eines Zugangsmaßes als Indikator zur Messung des verkehrlichen Nutzens

3.2.2.1 Notwendige Ausgangsgrößen

Mit dem Zugangsmaß wird beurteilt, wie gut sich die Nachfrage der Menschen nach Raumstrukturgrößen durch das vorhandene Angebot an Raumstrukturgrößen unter Inanspruchnahme des Verkehrssystems befriedigen lässt. Da für die Wege zu den Raumstrukturgrößen alle Verkehrsarten verwendet werden, muss es mit dem Maß möglich sein, alle Verkehrsmittel zu erfassen, d. h., Fuß-, Radverkehr, als auch ÖV und MIV müssen in dem Zugangsmaß gleichberechtigt berücksichtigt werden können.

Deshalb erscheinen zur Bestimmung des Zugangs von Raumstrukturgrößen im wesentlichen nachfolgende Ausgangsgrößen¹¹³ notwendig:

¹¹³ Dies ist eine vereinfachte Darstellung, die aber für die hier geführte Argumentation als ausreichend betrachtet wird. Es ist möglich, noch beliebig weiter zu differenzieren. So werden z. B. in [SEU 2003] noch weitere Voraussetzungen genannt wie: Wissen die Menschen von den verkehrlichen Möglichkeiten, wie ist die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit des Verkehrsmittels? [SEU 2003] S. 66

– Analyse des Verkehrssystems

Durch die Analyse des Verkehrssystems wird beurteilt, mit welchem Verkehrsaufwand die einzelnen Raumstrukturgrößen untereinander erreichbar sind. Der Verkehrsaufwand kann z. B. mit Hilfe von Reisezeit und/oder Kosten gemessen werden.

– Bestimmung der Nachfrage nach Raumstrukturgrößen

Als Nachfrage nach Raumstrukturgrößen soll der Wunsch der Menschen/Wirtschaft verstanden werden, Raumstrukturgrößen zu erreichen, an denen verschiedene Bedürfnisse befriedigt werden können (z. B. die Nachfrage nach einem Kino, nach Einkaufsmöglichkeiten usw.). Die Grundlage für die Nachfrageermittlung bilden Befragungen.

– Bestimmung des Angebotes an Raumstrukturgrößen

Durch die Bestimmung des Angebotes an Raumstrukturgrößen wird erkannt, welche Optionen vorhanden und welche Aktivitäten im Untersuchungsgebiet möglich sind (z. B. die Anzahl der vorhandenen Kinos, Einkaufsmöglichkeiten usw.). Hierfür muss das Untersuchungsgebiet¹¹⁴ entsprechend analysiert werden.

Nachfolgend werden alle genannten Größen näher diskutiert.

3.2.2.1.1 Analyse des Verkehrssystems

Durch die Analyse des Verkehrssystems lässt sich eine Wahrscheinlichkeit (W_{ijk}) ermitteln, dass eine Ortsveränderung im Verkehrsbezirk i anfängt und im Verkehrsbezirk j endet und mit dem Verkehrsmittel k realisiert wird. Mit einem größer werdenden Verkehrsaufwand (Reisezeit und/oder Kosten) sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass von einem Nutzer des Verkehrssystems dieses Angebot wahrgenommen wird. Darauf aufbauend kann eine Bewertungswahrscheinlichkeit BW_{ijk} für die Annahme einer Ortsveränderung in der Beziehung $i - j$ mit dem Verkehrsmittel k und dem zu erwartenden Aufwand abgeleitet werden. Dieser Zusammenhang lässt sich mit Hilfe einer Bewertungsfunktion des Aufwandes darstellen. Dies ist in der nachfolgenden Grafik beispielhaft dargestellt:

¹¹⁴ Unter einem Untersuchungsgebiet wird das Gebiet verstanden, in dem die Wirkungen der Maßnahme (hier der Verkehrsinfrastruktur) adäquat abgebildet werden können. Dies ist der Bereich, in dem sich die Verkehrsbelastungen im Planungsfall (Realisierung der Planung) und Vergleichsfall (keine Realisierung der Planung) merklich unterscheiden [FGSV 1997] S. 15.

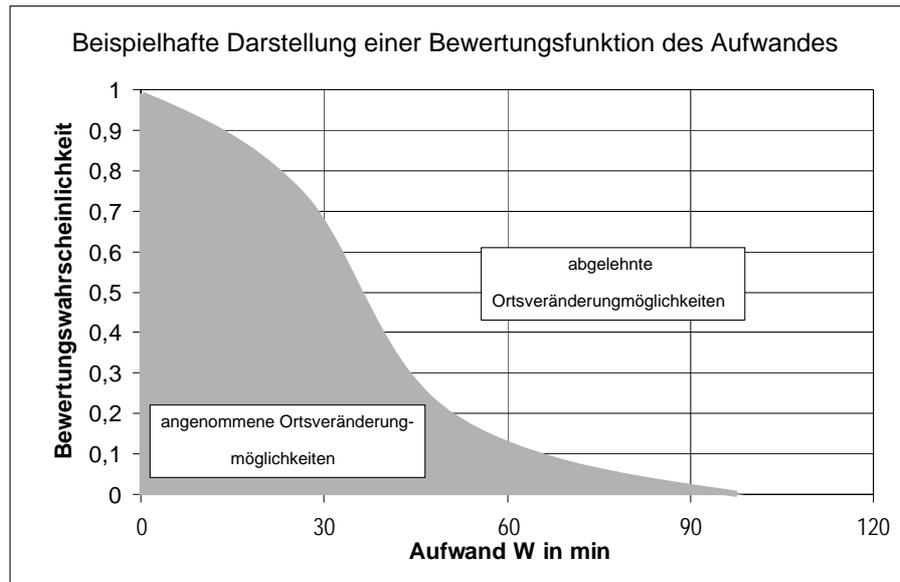


Abbildung 3-2: Beispielhafte Darstellung einer Bewertungsfunktion des Aufwandes (Grafik in Anlehnung an [Lohse 2004] S. 42)

Die genauen mathematischen Formeln von Bewertungsfunktionen sollen an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden. Es existieren eine Reihe von verschiedenen Funktionen, so z. B. Bewertungsfunktionen als Potenzfunktionen oder verschiedenen Arten von Exponentialfunktionen (z. B. EVA-Funktionen¹¹⁵).

Zur Bestimmung der Bewertungswahrscheinlichkeit einer Ortsveränderung ist es erforderlich, das Untersuchungsgebiet in Verkehrsbezirke¹¹⁶ einzuteilen und den Aufwand (für jedes Verkehrsmittel), ausgehend von jedem und zu jedem Verkehrsbezirk im Untersuchungsgebiet, zu messen. Unter Verwendung von Bewertungsfunktionen lassen sich somit bezogen auf die einzelnen Verkehrsmittel Bewertungswahrscheinlichkeiten ableiten. Dies ist in der nachfolgenden Grafik zur Verdeutlichung dargestellt:

¹¹⁵ Für weitergehende Informationen sei an dieser Stelle auf [Lohse 1997] S. 79 ff. verwiesen.

¹¹⁶ Verkehrsbezirke sind die Teilelemente des Untersuchungsgebiets.

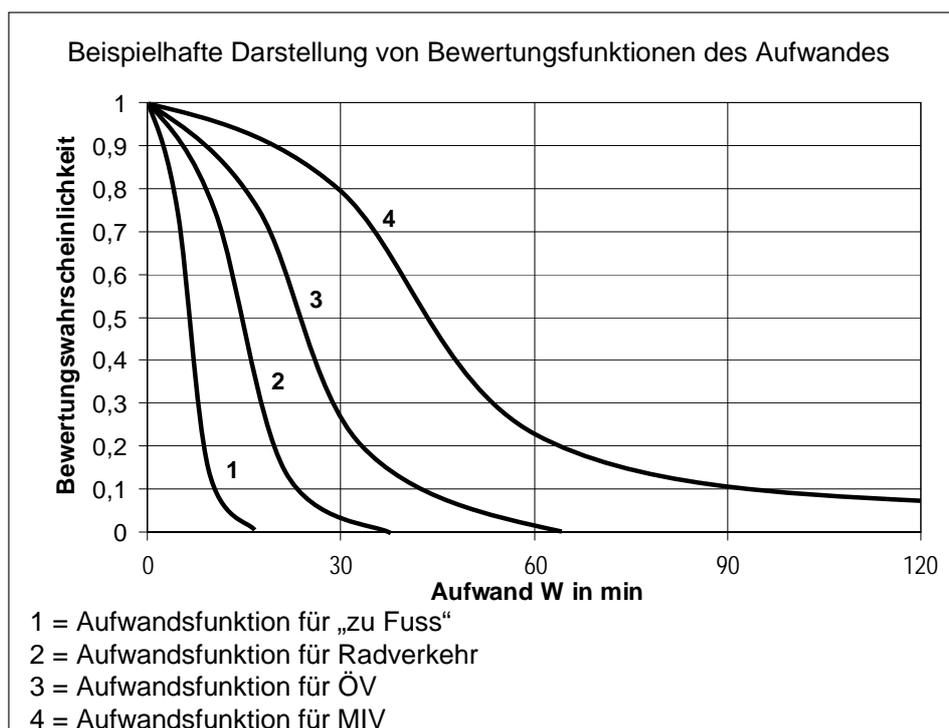


Abbildung 3-3: Beispielhafte Darstellung von Bewertungsfunktionen des Aufwandes (Grafik in Anlehnung an [Schnabel, Lohse 1997] S. 97)

In der Grafik sind beispielhaft Bewertungsfunktionen des Aufwandes für Fuß-, Radverkehr, ÖV und MIV dargestellt. In den heute üblichen Verkehrsnachfragemodellierungen werden die Bewertungsfunktionen nicht nur nach Verkehrsmitteln, sondern bis auf die Ebene der einzelnen Aktivitäten (Zweck der Fahrt) differenziert¹¹⁷. Auf diese Differenzierung ist aus Gründen der Anschaulichkeit in der oben dargestellten Grafik verzichtet worden.

Die mit den Bewertungsfunktionen ermittelten Bewertungswahrscheinlichkeiten für die Annahme einer Ortsveränderung in der Beziehung $i - j$ mit dem Verkehrsmittel k und bezogen auf einen Verkehrszweck (Aktivität) können als Ausgangsgröße in das Zugangsmaß einfließen.

3.2.2.1.2 Bestimmung der Nachfrage nach Raumstrukturgrößen

Die Messung der Ist-Situation (also der mittels Ortsveränderung durchgeführten Aktivitäten) und damit die Nachfrage nach Strukturgrößen wird regelmäßig und in vielen Untersuchungen durchgeführt. Beispielhaft sollen an dieser Stelle die Verkehrserhebung „Mobilität in Städten

¹¹⁷ [Lohse 1997] S. 201 ff.

(SRV)¹¹⁸, die Untersuchung „Mobilität in Deutschland 2002“¹¹⁹, die aus den früheren KONTIV¹²⁰-Befragungen¹²¹ hervorgegangen ist oder das jährlich aktualisierte Deutsche Mobilitätspanel (MOP)¹²² genannt werden.

Bei allen Untersuchungen wird durch eine Stichprobe das Verkehrsverhalten der Bevölkerung ermittelt. Indem nach dem Grund, dem Zweck des Weges gefragt wird, wird die hinter dem Weg stehende nachgefragte Raumstrukturgröße deutlich. Dadurch kann jedem Weg eine Quell- und eine Zielstrukturgröße zugeordnet werden. Diese Zuordnungen werden im weiteren Verlauf der Arbeit als Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) bezeichnet (Die Aktivität „Weg von der Wohnung zum Arbeitsplatz“ entspricht damit der Quelle-Ziel-Gruppe (QZG) „Wohnen – Arbeiten“ usw.). Die QZG lassen nach [Lohse 1997] in drei Typen unterteilen¹²³:

- Typ 1: der Heimatstandort ist Ausgangspunkt der Ortsveränderung
- Typ 2: der Heimatstandort ist das Ziel der Ortsveränderung
- Typ 3: der Heimatstandort ist weder der Ausgangspunkt noch das Ziel der Ortsveränderung

Werden die oben genannten Untersuchungen für die Nachfrageermittlung herangezogen, wird erkennbar, wie sich die Möglichkeiten zur Befriedigung der Nachfrage nach Strukturgrößen, deren Realisierung generell möglich ist, verbessern oder verschlechtern. Aktivitäten, die nicht umsetzbar sind, weil die dafür notwendigen Strukturgrößen entweder nicht vorhanden sind oder aufgrund eines zu großen Aufwandes nicht erreicht werden können¹²⁴, bleiben bei dieser Art der Befragung unberücksichtigt.

Deshalb sollten die genannten Untersuchungen um die Frage nach eventuell vorhandenen Mobilitätsdefiziten in der Bevölkerung erweitert werden¹²⁵, um so auch die Nachfrage nach Aktivitäten, deren Realisierung aufgrund fehlender oder nicht erreichbarer Strukturgrößen nicht möglich ist, in die Untersuchung integrieren zu können.

¹¹⁸ [TU Dresden 2004]

¹¹⁹ [BMVBW 2004] und im Internet unter <http://www.kontiv2002.de/index.htm>

¹²⁰ KONTIV = Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten

¹²¹ z. B. [BMV 1989]

¹²² Das Mobilitätspanel wird von NFO-Infratest und Infas im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen durchgeführt. (siehe: <http://mobilitätspanel.ifv.uni-karlsruhe.de/index.htm>)

¹²³ [Lohse 1997] S. 25 ff.

¹²⁴ Wenn z. B. der Wunsch ein Kino zu besuchen besteht, in der Umgebung aber keines vorhanden ist bzw. der Aufwand zu groß ist, um dieses zu erreichen, findet die Aktivität nicht statt und wird demzufolge in den Befragungen auch nicht erfasst.

¹²⁵ Auf diese Problematik wird weiter in Kapitel 3.2.2.1.3 eingegangen.

Es wird aus erhebungstechnischen Gründen nicht möglich sein, bei jeder Verkehrsplanungsmaßnahme alle betroffenen Menschen einzeln nach ihren Aktivitäten bzw. Wünschen zu befragen und diese entsprechend zu berücksichtigen, sondern es muss mit repräsentativen Stichproben gearbeitet werden. Hierfür wird die Bevölkerung in Gruppen (sozioökonomische Gruppen) eingeteilt. Allen Personen innerhalb einer Gruppe werden ähnliche finanzielle Verhältnisse, Abhängigkeiten von bestimmten Verkehrsmitteln und damit eine gleiche Nachfrage nach Strukturgrößen unterstellt. Sozioökonomische Gruppen können an Hand verschiedener Kriterien¹²⁶ gebildet werden z. B.:

- nach dem Alter,
- dem verfügbaren Einkommen,
- dem Beruf/Tätigkeiten usw.

Je mehr differenziert wird, umso größer wird der spätere Auswertungsaufwand und die notwendige Stichprobengröße zur Ermittlung der Nachfrage nach Strukturgrößen.

Es gibt bereits eine Vielzahl von Untersuchungen zur Bildung von sozioökonomischen Gruppen. Nachfolgend sollen zwei Einteilungen für den Personenverkehr beispielhaft dargestellt werden. Bei der ersten handelt es sich um die in der Untersuchung „Mobilität in Deutschland“ (MID) verwendete Gliederung¹²⁷:

Einteilung der Menschen in sozioökonomische Gruppen nach MID 2002	
Nr.	Gruppe
1	Kinder unter 6 Jahren (immobil)
2	Schüler unter 10 Jahren
3	Schüler ab 10 Jahren mit verfügbarem Pkw
4	Schüler ab 10 Jahren ohne Pkw
5	Auszubildende mit verfügbarem Pkw
6	Auszubildende ohne Pkw
7	Studenten mit verfügbarem Pkw
8	Studenten ohne Pkw
9	Nichterwerbstätige mit verfügbarem Pkw
10	Nichterwerbstätige ohne Pkw
11	Erwerbstätige mit verfügbarem Pkw
12	Erwerbstätige ohne Pkw

Tabelle 3-2: Sozioökonomische Gruppen nach MID 2002

¹²⁶ siehe [BMVBW 2003a] oder [TU Dresden 2003]

¹²⁷ [BMVBW 2003a] Teil WEGE Tabelle 1.1 A Wegezweck

Die zweite Tabelle zeigt die in der Verkehrserhebung „Mobilität in Städten (SRV)“ verwendete Einteilung¹²⁸:

Sozioökonomische Gruppen nach SRV			
Nr.:	Kfz-Verfügbarkeit	Alter (a) in Jahren	Berufstätigkeit
1	Ohne	$a < 6$	Nicht berufstätig
2	Ohne	$6 \leq a < 16$	Nicht berufstätig
3	Ohne	$16 \leq a < 18$	Nicht berufstätig
4	Ohne	$18 \leq a < 45$	Berufstätig
5	Ohne	$18 \leq a < 45$	Nicht berufstätig
6	Ohne	$45 \leq a < 60/65^*$	Berufstätig
7	Ohne	$45 \leq a < 60/65^*$	Nicht berufstätig
8	Ohne	$a \geq 60/65^*$	Berufstätig
9	Ohne	$a \geq 60/65^*$	Nicht berufstätig
10	Mit	$18 \leq a < 45$	Berufstätig
11	Mit	$18 \leq a < 45$	Nicht berufstätig
12	Mit	$45 \leq a < 60/65^*$	Berufstätig
13	Mit	$45 \leq a < 60/65^*$	Nicht berufstätig
14	Mit	$a \geq 60/65^*$	Berufstätig
15	Mit	$a \geq 60/65^*$	Nicht berufstätig

*= Erläuterung der Altersgrenze 60/65: 60 Jahre für weibliche Personen, 65 Jahre für männliche Personen.

Tabelle 3-3: Sozioökonomische Gruppen nach SRV 2003

Analog lassen sich sozioökonomische Gruppen für den Güterverkehr bilden, indem die Verkehrserzeuger (Betriebe usw.) nach Branchen gruppiert werden. Ein Beispiel hierfür ist z. B. in [Salzwedel 1997] zu finden.

Welche Einteilung und wie genau die Gruppen differenziert werden, hängt von den verfügbaren Ausgangsdaten und der Größe bzw. Art der untersuchten Infrastrukturmaßnahme ab. Eine generelle Einteilung scheint an dieser Stelle weder sinnvoll noch möglich.

Unter Verwendung von sozioökonomischen Gruppen kann nun für jede Gruppe eine Liste der nachgefragten Raumstrukturgrößen erstellt werden. Da in den Untersuchungen ebenfalls erfragt wird, welche Verkehrsmittel zur Erreichung der nachgefragten Raumstrukturgrößen verwendet werden, ist auch bekannt, mit welchen Verkehrsmitteln die Raumstrukturgrößen von den einzelnen sozioökonomischen Gruppen nachgefragt werden. Damit ist die Nachfrage

¹²⁸ [TU Dresden 2003] Tabelle 17.1

nach Raumstrukturgrößen bekannt und kann in dieser Form zur Ermittlung des Zugangs zu den Raumstrukturgrößen verwendet werden.

Zum besseren Verständnis ist in den nachfolgenden Tabellen eine beispielhafte Zuordnung von nachgefragten Raumstrukturgrößen für verschiedene sozioökonomische Gruppen zu finden.

Bei dem Beispiel handelt es sich um Daten aus der SRV-Befragung 2003 [TU Dresden 2004]. Es sind 4 Quelle-Ziel-Gruppen von insgesamt 17 untersuchten Quelle-Ziel-Gruppen aufgelistet. Dies sind:

- Wohnen - Arbeiten,
- Arbeiten - Wohnen,
- Wohnen - Einkaufen und
- Arbeiten - Einkaufen

Den Werten liegen die Ergebnisse der gesamten Befragung (Städtepegel), also aller untersuchten Städte zugrunde¹²⁹.

¹²⁹ [TU Dresden 2004]

Sozioökonomische Gruppe				Personen	Personen in %	Gesamtanzahl Wege	Wege pro Person und Tag	Quelle-Ziel-Gruppe: Wohnen - Arbeiten				Quelle-Ziel-Gruppe: Arbeiten - Wohnen				Quelle-Ziel-Gruppe: Wohnen - Einkaufen				Quelle - Ziel - Gruppe: Arbeiten - Einkaufen							
Nr.:	Kfz-Verfügbarkeit	Alter in Jahren a	Berufstätigkeit					zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV				
1	ohne	a < 6	Nicht berufstätig	669	3,8	1845	2,8	A	0	0	3	0	0	0	3	0	43	4	54	43	0	0	0	0			
								B	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,004	0,000	0,064	0,006	0,081	0,064	0,000	0,000	0,000	0,000
								C	0,00%	0,00%	0,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,16%	0,00%	0,00%	0,16%	0,00%	2,33%	0,22%	2,93%	2,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	ohne	6 ≤ a < 16	Nicht berufstätig	1418	8	4447	3,1	A	1	0	0	0	1	0	0	0	55	22	51	19	0	0	0	0			
								B	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,039	0,016	0,036	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000			
								C	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	1,24%	0,49%	1,15%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%			
3	ohne	16 ≤ a < 18	Nicht berufstätig	441	2,5	1384	3,1	A	1	2	0	4	1	3	1	4	18	9	13	8	0	0	0	0			
								B	0,002	0,005	0,000	0,009	0,002	0,007	0,002	0,009	0,041	0,020	0,029	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000			
								C	0,07%	0,14%	0,00%	0,29%	0,07%	0,22%	0,07%	0,29%	1,30%	0,65%	0,94%	0,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%			
4	ohne	18 ≤ a < 45	Berufstätig	872	4,9	2443	2,8	A	102	170	85	250	78	142	104	193	90	27	26	22	25	12	1	18			
								B	0,117	0,195	0,097	0,287	0,089	0,163	0,119	0,221	0,103	0,031	0,030	0,025	0,029	0,014	0,001	0,021			
								C	4,18%	6,96%	3,48%	10,23%	3,19%	5,81%	4,26%	7,90%	3,68%	1,11%	1,06%	0,90%	1,02%	0,49%	0,04%	0,74%			
5	ohne	18 ≤ a < 45	Nicht berufstätig	1412	7,9	4272	3,0	A	15	38	15	47	14	33	9	44	186	99	53	135	6	0	0	1			
								B	0,011	0,027	0,011	0,033	0,010	0,023	0,006	0,031	0,132	0,070	0,038	0,096	0,004	0,000	0,000	0,001			
								C	0,35%	0,89%	0,35%	1,10%	0,33%	0,77%	0,21%	1,03%	4,35%	2,32%	1,24%	3,16%	0,14%	0,00%	0,00%	0,02%			
6	ohne	45 ≤ a < 60/65*	Berufstätig	919	5,2	2573	2,8	A	122	126	113	349	107	96	90	278	83	28	59	28	34	14	8	31			
								B	0,133	0,137	0,123	0,380	0,116	0,104	0,098	0,303	0,090	0,030	0,064	0,030	0,037	0,015	0,009	0,034			
								C	4,74%	4,90%	4,39%	13,56%	4,16%	3,73%	3,50%	10,80%	3,23%	1,09%	2,29%	1,09%	1,32%	0,54%	0,31%	1,20%			
7	ohne	45 ≤ a < 60/65*	Nicht berufstätig	755	4,3	1846	2,4	A	8	2	5	14	7	2	3	12	221	53	58	107	1	0	2	1			
								B	0,011	0,003	0,007	0,019	0,009	0,003	0,004	0,016	0,293	0,070	0,077	0,142	0,001	0,000	0,003	0,001			
								C	0,43%	0,11%	0,27%	0,76%	0,38%	0,11%	0,16%	0,65%	11,97%	2,87%	3,14%	5,80%	0,05%	0,00%	0,11%	0,05%			
8	ohne	a ≥ 60/65*	Berufstätig	51	0,3	159	3,1	A	8	7	4	18	7	6	3	15	10	2	5	3	0	1	0	0			
								B	0,157	0,137	0,078	0,353	0,137	0,118	0,059	0,294	0,196	0,039	0,098	0,059	0,000	0,020	0,000	0,000			
								C	5,03%	4,40%	2,52%	11,32%	4,40%	3,77%	1,89%	9,43%	6,29%	1,26%	3,14%	1,89%	0,00%	0,63%	0,00%	0,00%			

Tabelle 3-4: Beispielhafte Darstellung von 4 Aktivitäten (von insgesamt 17 fragten) pro sozioökonomischer Gruppe (SRV Städtepegel 2003) (Teil I)

A: Zahl der gemessenen Wege **B:** Wege pro Person und Tag **C:** Anteil der Aktivität an allen Aktivitäten in der sozioökonomischen Gruppe
 (absolut) (spezifisches Verkehrsaufkommen) (in der Summe hier keine 100 % da nur 4 von insgesamt 17 fragten Aktivitäten dargestellt sind)

*= Erläuterung der Altersgrenze 60/65: 60 Jahre für weibliche Personen, 65 Jahre für männliche Personen

Sozioökonomische Gruppe				Personen	Personen in %	Gesamtanzahl Wege	Wege pro Person und Tag	Quelle-Ziel-Gruppe: Wohnen - Arbeiten				Quelle-Ziel-Gruppe: Arbeiten - Wohnen				Quelle-Ziel-Gruppe: Wohnen - Einkaufen				Quelle - Ziel - Gruppe: Arbeiten - Einkaufen				
Nr.:	Kfz-Verfügbarkeit	Alter in Jahren a	Berufstätigkeit					zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	
9	ohne	a >= 60/65*	Nicht berufstätig	2445	13,8	5171	2,1	A	6	3	0	2	7	2	0	2	674	120	197	417	0	0	0	1
								B	0,002	0,001	0,000	0,001	0,003	0,001	0,000	0,001	0,276	0,049	0,081	0,171	0,00	0,00	0,00	0,00
								C	0,12%	0,06%	0,00%	0,04%	0,14%	0,04%	0,00%	0,04%	13,03%	2,32%	3,81%	8,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%
10	mit	18 <= a < 45	Berufstätig	2756	15,9	9592	3,5	A	112	252	1417	139	104	210	1161	105	150	63	468	16	28	18	132	7
								B	0,041	0,091	0,514	0,050	0,038	0,076	0,421	0,038	0,054	0,023	0,170	0,006	0,010	0,007	0,048	0,003
								C	1,17%	2,63%	14,77%	1,45%	1,08%	2,19%	12,10%	1,09%	1,56%	0,66%	4,88%	0,17%	0,29%	0,19%	1,38%	0,07%
11	mit	18 <= a < 45	Nicht berufstätig	1156	6,5	4375	3,8	A	8	21	95	13	7	19	68	12	128	23	295	47	0	2	12	0
								B	0,007	0,018	0,082	0,011	0,006	0,016	0,059	0,010	0,111	0,020	0,255	0,041	0,000	0,002	0,010	0,000
								C	0,18%	0,48%	2,17%	0,30%	0,16%	0,43%	1,55%	0,27%	2,93%	0,53%	6,74%	1,07%	0,00%	0,05%	0,27%	0,00%
12	mit	45 <= a < 60/65*	Berufstätig	2461	13,9	7903	3,2	A	138	184	1335	178	121	145	1007	140	142	40	333	16	26	18	142	16
								B	0,056	0,075	0,542	0,072	0,049	0,059	0,409	0,057	0,058	0,016	0,135	0,007	0,011	0,007	0,058	0,007
								C	1,75%	2,33%	16,89%	2,25%	1,53%	1,83%	12,74%	1,77%	1,80%	0,51%	4,21%	0,20%	0,33%	0,23%	1,80%	0,20%
13	mit	45 <= a < 60/65*	Nicht berufstätig	1012	5,7	3521	3,5	A	1	4	29	3	1	3	26	2	159	81	421	44	0	0	4	0
								B	0,001	0,004	0,029	0,003	0,001	0,003	0,026	0,002	0,157	0,080	0,416	0,043	0,000	0,000	0,004	0,000
								C	0,03%	0,11%	0,82%	0,09%	0,03%	0,09%	0,74%	0,06%	4,52%	2,30%	11,96%	1,25%	0,00%	0,00%	0,11%	0,00%
14	mit	a >= 60/65*	Berufstätig	101	0,6	317	3,1	A	10	2	43	12	10	0	34	8	11	1	20	1	4	2	0	0
								B	0,099	0,020	0,426	0,119	0,099	0,000	0,337	0,079	0,109	0,010	0,198	0,010	0,040	0,020	0,000	0,000
								C	3,15%	0,63%	13,56%	3,79%	3,15%	0,00%	10,73%	2,52%	3,47%	0,32%	6,31%	0,32%	1,26%	0,63%	0,00%	0,00%
15	mit	a >= 60/65*	Nicht berufstätig	1286	7,2	4151	3,2	A	4	3	16	0	5	2	10	0	293	75	531	55	3	0	1	0
								B	0,003	0,002	0,012	0,000	0,004	0,002	0,008	0,000	0,228	0,058	0,413	0,043	0,00	0,00	0,00	0,00
								C	0,10%	0,07%	0,39%	0,00%	0,12%	0,05%	0,24%	0,00%	7,06%	1,81%	12,79%	1,32%	0,07%	0,00%	0,02%	0,00%

Tabelle 3-5: Beispielhafte Darstellung von 4 Aktivitäten (von insgesamt 17 fragten) pro sozioökonomischer Gruppe (SRV Städtepegel 2003) (Teil 2)

A: Zahl der gemessenen Wege **B:** Wege pro Person und Tag **C:** Anteil der Aktivität an allen Aktivitäten in der sozioökonomischen Gruppe
 (absolut) (spezifisches Verkehrsaufkommen) (in der Summe hier keine 100 % da nur 4 von insgesamt 17 fragten Aktivitäten dargestellt sind)
 *= Erläuterung der Altersgrenze 60/65: 60 Jahre für weibliche Personen, 65 Jahre für männliche Personen.

3.2.2.1.3 Bestimmung des Angebotes an Raumstrukturgrößen

Das Angebot an Raumstrukturgrößen sind die in jedem Verkehrsbezirk vorhandenen Arbeitsplätze, Einkaufs- und Wohnungskapazitäten, Schulplätze, Kindergartenplätze usw. Diese Strukturgrößen sind der Ausgangs- und Zielpunkt der nachgefragten Aktivitäten bzw. der Quelle-Ziel-Gruppen. Bei der Bestimmung des Angebotes sollte beachtet werden, dass hier nur überprüft wird, wie gut die vorhandenen Raumstrukturgrößen erreicht werden können. Es sind aber keine Aussagen möglich, ob eine genügend große Anzahl von Raumstrukturgrößen im Untersuchungsgebiet vorhanden ist (z. B. eine ausreichende Anzahl von Arbeitsplätzen).

Die Analyse auf eine genügend große Anzahl von Raumstrukturgrößen ist eine Aufgabe, die eine Stufe über der Bewertung von Verkehrsinfrastruktur stehen muss und keine direkte Aufgabenstellung eines Bewertungsverfahrens für Verkehrsinfrastruktur darstellt, da in dem Bewertungsverfahren die Verkehrsinfrastruktur bewertet werden soll und nicht die gesamte Raumstruktur. Fehlende Strukturgrößen können durch die Verkehrsinfrastruktur nicht verändert werden¹³⁰.

Nicht vorhandene Strukturgrößen können zu Mobilitätsdefiziten führen, da gewünschte Aktivitäten nicht umgesetzt werden können. An dieser Stelle könnte eine genauere Betrachtung der Mobilitätswünsche bzw. vorhandener Defizite einsetzen. Dies führt aber weg vom Thema dieses Kapitels, der Entwicklung einer Methodik zur Messung des verkehrlichen Nutzens von Verkehrsinfrastruktur und soll deshalb nur kurz angeschnitten werden.

Für eine Gesellschaft erscheint es nicht zielführend, die Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass alle bei einer Befragung deutlich gewordenen Mobilitätswünsche tatsächlich umgesetzt werden können. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn ein Zielkonflikt zwischen den gewünschten Aktivitäten einzelner Menschen und von der Gesellschaft gesetzten Zielvorstellungen existiert¹³¹. Ein Beispiel könnte z. B. das Ziel der Gesellschaft sein, dass die Aktivitäten einzelner Menschen, andere lebende Menschen oder zukünftige Generationen bei der Realisierung deren Bedürfnisse nicht beeinträchtigen darf¹³². Werden also bei Befragungen Mobilitätsdefizite deutlich, deren Realisierung von der Gesellschaft nicht erwünscht sind, muss der entsprechende Aktivitätswunsch nicht berücksichtigt werden.

In vielen Studien¹³³ wird darauf hingewiesen, dass andererseits Bedürfnisse existieren, deren Umsetzung von der Gesellschaft unterstützt werden sollten. Diese sogenannten Grundbedürfnisse beziehen sich auf die Erreichbarkeit von essentiell notwendigen Raumstrukturgrößen wie z. B. eine Arztpraxis. Es sollte versucht werden, die Erreichbarkeit der entsprechenden Raumstrukturgrößen sicherzustellen, indem die Raumstrukturgrößen selbst geschaffen werden oder das Verkehrssystem so verändert wird, dass die bereits vorhandenen Raumstrukturgrößen besser erreicht werden können, d. h., diese Untersuchungen sind nicht Teil der Bewertung einer Verkehrsinfrastruktur, sondern Teil der vorausgehenden Planungen.

Eine beispielhafte Zusammenstellung von Grundbedürfnissen ist z. B. die von Litman genannte Liste, in der Zugang zu nachfolgenden Orten und Dienstleistungen gefordert wird¹³⁴.

¹³⁰ Dies ist eine vereinfachte Darstellung, da sich längerfristig natürlich Verkehrs- und Raumstruktur gegenseitig beeinflussen.

¹³¹ [Gerike 2004] S. 53 ff.

¹³² [FGSV 2003] S. 5

¹³³ z. B. [ASTRA 2003] S. 46, [Gerike 2004] S. 63, [SEU 2003], oder [Litman 2004]

¹³⁴ [Litman 2004]

- Rettungsdiensten,
- Öffentlichen Einrichtungen (z. B. Staatlichen Ämtern und der Verwaltung),
- Ärzten, Krankenhäusern usw.,
- grundlegenden Versorgungseinrichtungen (z. B. für Lebensmittel, Kleidung),
- Bildungseinrichtungen,
- Post-, Paket- und Frachtdiensten und
- einer grundlegenden Anzahl von Freizeit und Erholungseinrichtungen.

Welche Bedürfnisse als Grundbedürfnisse definiert werden, ist ein gesellschaftlicher Abwägungsprozess. Als Ausgangspunkt zur Diskussion und Definition könnten z. B. die Untersuchungen der britischen „Social Exclusion Unit“¹³⁵ von Litman¹³⁶ oder Church¹³⁷ herangezogen werden.

Mit dem Vorliegen der notwendigen Ausgangsdaten muss nun untersucht werden, mit welcher Methodik diese zu einer bewertenden Aussage zusammengefügt werden können. Hierfür muss in einem ersten Schritt die sich aus Raumstrukturgrößen und Verkehrssystem ergebende Erreichbarkeit ermittelt werden. Diese wird anschließend mit der Nachfrage nach den Raumstrukturgrößen in Beziehung gesetzt.

Es existieren eine Vielzahl von Methoden zur Berechnung der Erreichbarkeit. Deshalb werden im nächsten Abschnitt zunächst einige Anforderungen an die Genauigkeit und die Eigenschaften des Erreichbarkeitsmaßes formuliert und anschließend ein für diese Arbeit geeignetes Maß ausgewählt.

3.2.2.2 Anforderungen an das Erreichbarkeitsmaß

In der Literatur lassen sich eine Vielzahl von Erreichbarkeitsmaßen finden, die für verschiedene Aufgabenstellungen entwickelt wurden und demzufolge unterschiedliche Arten von Erreichbarkeiten ermitteln¹³⁸. So existieren Maße, mit denen die Erreichbarkeit, ausgehend von einem Punkt, für sich im Umfeld befindliche Ziele feststellen lässt. Eine einfache Variante ist z. B. die Untersuchung mit Hilfe von Isochronen¹³⁹. Bei dieser Messung werden alle Ziele (Strukturgrößen), die sich innerhalb der Isochrone befinden, gezählt. Die Strukturgrößen können mit Funktionen gekoppelt werden, mit denen sich die Attraktivität des Zieles und der zeitliche oder finanzielle Aufwand zur Erreichung darstellen lässt¹⁴⁰. Da in dieser Arbeit nicht die Erreichbarkeit in einem

¹³⁵ [SEU 2003]

¹³⁶ [Litman 2004]

¹³⁷ [Church 2000]

¹³⁸ siehe [Makri] S. 7 oder den gesamten Bericht [Bleisch 2003]

¹³⁹ siehe z. B. [Schnabel, Lohse 1997] S. 98 ff., [Bleisch 2003] S. 10 ff., oder [Makri] S. 5

¹⁴⁰ z. B. [Makri] S. 6, [Handy und Niemeier 1997], [Bleisch 2003] S. 11

Untersuchungsgebiet ausgehend von nur einem Quellverkehrsbezirk zu allen Zielverkehrsbezirken, sondern von allen Quellverkehrsbezirken zu allen Zielverkehrsbezirken, ermittelt werden muss, sind diese Erreichbarkeitsmaße hier nicht geeignet.

Das für diese Bewertung herangezogene Maß muss es zudem zulassen, Erreichbarkeiten differenziert für verschiedene Personengruppen und Quelle-Ziel-Gruppen anzugeben, um die individuellen Bedürfnisse von einzelnen sozioökonomischen Gruppen darstellen zu können. Ein einheitliches Maß über alle Mobilitätsziele und sozioökonomischen Gruppen hinweg ist nicht auseichend.

Dies bedeutet, es wird ein Maß benötigt,

- mit dem sich die Erreichbarkeit in einem Gebiet, ausgehend von allen Punkten innerhalb des Gebietes, ermitteln lässt und
- mit dem die Erreichbarkeit jeweils getrennt für verschiedene Aktivitäten (Strukturgrößen) und Verkehrsmittel errechnet werden kann.

Bei einer Analyse¹⁴¹ bereits existierender Erreichbarkeitsmaße wird sehr schnell deutlich, dass nur zwei Berechnungsmethoden den hier gewünschten Anforderungen genügen. Dies sind Lagegunstkenngößen und mit Einschränkungen das Erreichbarkeitsmaß nach ISTP (Institut für „Sustainability & Technology Policy der Murdoch Universität in Perth, Australien). Beide Maße werden nachfolgend näher vorgestellt¹⁴².

3.2.2.3 Erreichbarkeit nach ISTP

Vom ISTP¹⁴³ wurde nachfolgende Formel, die sich aus dem Gravitationsmodell ableitet, zur Messung von Erreichbarkeit entwickelt:

¹⁴¹ [Makri], [Schnabel, Lohse 1997], [Bleisch 2003], [Handy und Niemeier 1997]

¹⁴² Dabei ist immer zu beachten: Mit Hilfe des Erreichbarkeitsmaßes ist nicht erkennbar, ob sich genügend Ziele im Untersuchungsgebiet befinden. Des weitern liefert die Berechnung nur realistische Ergebnisse, wenn die Effekte des primär und sekundär induzierten Verkehrs in den Prognosen richtig berücksichtigt wurden.

¹⁴³ [Ross 2000]

$$\text{Erreichbarkeit} = 100 \cdot e^{(M^2/k^2)}$$

Gleichung 3-1: Erreichbarkeit nach ISTP

M : Fahrleistung pro Einwohner

k : Konstante

100 : sichert, dass die Ergebnisse zwischen 100 und 0 liegen und nicht zwischen 0 und 1)

In dieser Formel wird die Fahrleistung pro Jahr als ein Indikator für die Erreichbarkeit herangezogen (hohe Fahrleistung = kleine Erreichbarkeit). Diese Herangehensweise gründet sich auf Korrelationsrechnungen des ISTP, bei denen sich herausstellte, dass starke negative Korrelationen zwischen Verkehrsindikatoren (z. B. der Fahrleistung) und der Erreichbarkeit existieren. In der Untersuchung wird vorgeschlagen, diese Verkehrsindikatoren als Maß zur Beurteilung der Erreichbarkeit zu verwenden.

Die Formel ist einfach zu handhaben und scheint für Überschlagsabschätzungen zur Beurteilung der Erreichbarkeit geeignet. Differenzierungen in verschiedene Quelle-Ziel-Gruppen sind aber nur sehr schwer möglich. Da dies aber hier notwendig ist, sollte das Erreichbarkeitsmaß von ISTP an dieser Stelle nicht verwendet werden.

3.2.2.4 Lagegunstkennwerte

Lohse entwickelt in [Schnabel, Lohse 1997]¹⁴⁴ Lagegunstkennwerte zur Beurteilung der Lagegunst/Attraktivität von einzelnen Verkehrsbezirken oder Gebieten. Diese charakterisieren die in dem Gebiet oder Verkehrsbezirk vorhandenen Strukturgrößen (Quellen oder Ziele) in Abhängigkeit vom Aufwand, der für die Verkehrsteilnehmer notwendig ist, um diese zu erreichen.

Die Lagegunstkennwerte sind somit ein Erreichbarkeitsmaß, mit dem sich das aus Raumstrukturgrößen und Verkehrssystem ergebende Angebot an Orten (Arbeitsplätze, Einkaufsmöglichkeiten usw.) zur Bedürfnisbefriedigung beschreiben lässt. Der sich mit den Formeln ergebende Wahrscheinlichkeitswert sagt aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit die nachgefragten Strukturgrößen im Untersuchungsgebiet durch die Verkehrsteilnehmer erreicht werden können¹⁴⁵. Es existieren Formeln zur Beschreibung der Erreichbarkeit,

¹⁴⁴ [Schnabel, Lohse 1997] S. 97 ff.

¹⁴⁵ Beispiel zur Verdeutlichung: Die Lagegunstkennwerte für einen Quellverkehrsbezirk (Gleichung 3-2: Lagegunstkennwerte für einen Quellverkehrsbezirk auf Seite 72) gibt an, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ausgehend vom Quellverkehrsbezirk i z. B. alle Arbeitsplätze im

ausgehend von einem Verkehrsbezirk zu allen Verkehrsbezirken im Untersuchungsgebiet.
Dies sind:

Lagegunstkennwerte für einen Quellverkehrsbezirk (LQ_i)

$$LQ_i = \sum_{j=1}^n \frac{SZ_j}{SZS} \cdot F(BW_{ij})$$

Gleichung 3-2: Lagegunstkennwerte für einen Quellverkehrsbezirk

Lagegunstkennwerte für einen Zielverkehrsbezirk (LZ_j)

$$LZ_j = \sum_{i=1}^m \frac{SQ_i}{SQS} \cdot F(BW_{ij})$$

Gleichung 3-3: Lagegunstkennwerte für einen Zielverkehrsbezirk

LQ_i : Lagegunstkennwerte für den Quellverkehrsbezirk i (i = 1,m)

LZ_j : Lagegunstkennwerte für den Zielverkehrsbezirk j (j = 1,n)

$F(BW_{ij})$: Bewertungsfunktion der Aufwandsgröße W_{ij}

SZ_j : maßgebende Strukturgröße des Zielverkehrsbezirkes j

SQ_i : maßgebende Strukturgröße des Quellverkehrsbezirkes i

SQS : Summe der Strukturgröße SQ_i

SZS : Summe der Strukturgröße SZ_j

Des weiteren kann auch der Lagegunstkennwert für ein Gebiet ermittelt werden, d. h. ausgehend von allen Verkehrsbezirken im Untersuchungsgebiet zu allen Verkehrsbezirken im Untersuchungsgebiet:

Lagegunstkennwerte für ein Gebiet (LG)

$$LG = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{SQ_i}{SQS} \cdot \frac{SZ_j}{SZS} \cdot F(BW_{ij})$$

Gleichung 3-4: Lagegunstkennwert für ein Gebiet

Die innerhalb der Formeln verwendete Bewertungsfunktion $F(BW_{ij})$ der Aufwandsgröße gibt an, wie hoch die Bewertungswahrscheinlichkeit ist, dass die Strukturgröße ausgehend von Quellverkehrsbezirk i im Zielverkehrsbezirk j erreicht wird und entspricht somit der

Untersuchungsgebiet von den Verkehrsteilnehmern erreicht werden können (immer bezogen auf jeweils ein Verkehrsmittel)

Die Lagegunst für ein Gebiet (Gleichung 3-4: Lagegunstkennwert für ein Gebiet auf Seite 72) sagt z. B. aus, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ausgehend von allen Wohnstandorten im Untersuchungsgebiet alle Arbeitsplätze im Untersuchungsgebiet von den Verkehrsteilnehmern erreicht werden können (immer bezogen auf jeweils ein Verkehrsmittel).

in Kapitel 3.2.2.1.1 erläuterten Bewertungswahrscheinlichkeit für eine Ortsveränderung. Die für die Berechnung notwendigen Strukturgrößen (SZ_j , SQ_i , SQS und SZS) sind das im Kapitel 3.2.2.1.3 (Bestimmung des Angebotes an Raumstrukturgrößen) ermittelte vorhandene Angebot an Raumstrukturgrößen.

Mit Hilfe der letztgenannten Formel (Lagegunstkennwert für ein Gebiet) ist es möglich, Erreichbarkeiten bezogen auf ein Gebiet, anzugeben. Diese können für verschiedene Aktivitäten und differenziert nach Verkehrsmitteln errechnet werden, indem je nach Verkehrsart die entsprechende Wahrscheinlichkeit für eine Ortsveränderung in die Formel eingesetzt wird. Deshalb ist die Lagegunst für dieses Bewertungsverfahren geeignet und soll verwendet werden.

Zur Bestimmung des verkehrlichen Nutzens müssen nun die Lagegunstkennwerte (als Maß für das Angebot) mit der Nachfrage nach Raumstrukturgrößen gekoppelt werden. Hierfür wird in den nachfolgenden Kapiteln ein Verfahrensvorschlag erarbeitet und vorgestellt.

3.2.2.5 Ableitung des Zugangsmaßes

Basierend auf den vorangegangenen Ausführungen muss sich das Zugangsmaß folgendermaßen zusammensetzen:

Zugang = Angebot an Raumstruktur \cap Nachfrage nach Raumstruktur \cap Aufwand zur Erreichung

Das Angebot an Raumstrukturgrößen kann durch die Verflechtung der Raumstrukturgrößen im Untersuchungsgebiet beschrieben werden (Ausgangswerte zur Berechnung bietet die Analyse Raumstrukturdaten aus Kapitel 3.2.2.1.3). Die Berechnung erfolgt mit dem ersten Term aus Gleichung 3-4:

$$\text{Verteilung der Raumstrukturgrößen} = \frac{SQ_i}{\sum_i SQ_i} \cdot \frac{SZ_j}{\sum_j SZ_j}$$

Gleichung 3-5: Verteilung der potentiellen Raumstrukturgrößenverflechtungen im Untersuchungsgebiet

SZ_j : maßgebende Strukturgröße des Zielverkehrsbezirkes j

SQ_i : maßgebende Strukturgröße des Quellverkehrsbezirkes i

Die Bewertung des Aufwands zum Erreichen der Raumstrukturgrößen wird mit Hilfe der Bewertungswahrscheinlichkeit für eine Ortsveränderung erfasst (siehe Kapitel 3.2.2.1.1 Analyse des Verkehrssystems):

$$\text{Bewertungswahrscheinlichkeit} = F^{QZG VM} (BW_{VM ij})$$

Gleichung 3-6: Bewertungswahrscheinlichkeit für eine Ortsveränderung für eine QZG und ein Verkehrsmittel in der Verkehrsbeziehung ij¹⁴⁶

$F(BW_{ij})$: Bewertungsfunktion der Aufwandsgröße BW_{ij}

Werden beide Werte in Beziehung zueinander gesetzt, ergibt sich ein Lagegunstkennwert ($LG_{QZG VM ij}$) für eine Quelle-Ziel-Gruppe (QZG) und ein Verkehrsmittel (VM) in der Verkehrsbeziehung ij:

$$LG_{QZG VM ij} = \frac{SQ_{QZG i}}{\sum_{i'} SQ_{QZG i}} \cdot \frac{SZ_{QZG j}}{\sum_{j'} SZ_{QZG j}} \cdot F^{QZG VM} (BW_{VM ij})$$

Gleichung 3-7: Lagegunstkennwert ($LG_{QZG VM}$) für eine QZG ein Verkehrsmittel in der Verkehrsbeziehung ij

$LG_{QZG VM ij}$: Lagegunstkennwert für die Quelle-Ziel-Gruppe (QZG) bezogen auf ein Verkehrsmittel (VM) und die Verkehrsbeziehung ij

QZG: Quelle- Ziel-Gruppe

VM: Verkehrsmittel

i: Quellverkehrsbezirk

j: Zielverkehrsbezirk

j': Zählvariable über alle Quellverkehrsbezirke

i': Zählvariable über alle Zielverkehrsbezirke

Der Lagegunstkennwert muss nun mit der Nachfrage nach den entsprechenden Raumstrukturgrößen gekoppelt werden, d. h., wie stark jede sozioökonomische Gruppen welche Quelle-Ziel-Gruppen mit welchem Verkehrsmittel in der Verkehrsbeziehung ij nachfragt:

$$W_{QZG VM ij}^R = \frac{\text{Anzahl Wege der QZG bezüglich einem Verkehrsmittel Verkehrsmittel für die Verkehrsbeziehung ij in der sozioökonomischen Gruppe R}}{\text{Summe aller Wege der sozioökonomischen Gruppe R}}$$

Gleichung 3-8: prozentualer Anteil der Wege einer QZG und einem Verkehrsmittel für die Verkehrsbeziehung ij pro sozioökonomischer Gruppe R

Der Wert: $W_{QZG VM ij}^R$ entspricht dem prozentualen Anteil der in der Verkehrsbeziehung ij durchgeführten Wege (immer bezogen auf ein Verkehrsmittel in einer QZG) an den Gesamtwegen der sozioökonomischen Gruppe R. Das Zugangsmaß lässt sich ermitteln, indem die Lagegunstkennwerte pro QZG bezogen auf die einzelnen Verkehrsmittel und

¹⁴⁶ In dem Modell der Verkehrsnachfragesimulierung wird zur Ermittlung der Bewertungswahrscheinlichkeit noch der Wert a_{VM} (Bewertung der Verkehrsart) in die Berechnung integriert. Dieser wird hier aus Gründen der Anschaulichkeit nicht mit dargestellt.

Verkehrsbeziehungen ij mit der Stärke der Nachfrage nach diesem Angebot pro sozioökonomischer Gruppe und QZG und VM jeweils bezogen auf die Verkehrsbeziehungen ij multipliziert werden:

$$ZR_{QZG\ VM\ ij}^R = W_{QZG\ VM\ ij}^R \cdot LG_{QZG\ VM\ ij}^R$$

Gleichung 3-9: Zugangsmaß der sozioökonomischen Gruppe R für eine QZG ein VM und die Verkehrsbeziehung ij

$ZR_{QZG\ VM\ ij}^R$: Zugangsmaß der sozioökonomischen Gruppe R für eine QZG ein VM und die Verkehrsbeziehung ij

Bei der sich damit ergebenden Zugangsgröße handelt es sich um die Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme von Raumstrukturgrößen im Untersuchungsgebiet für eine QZG und ein VM für die Verkehrsbeziehung ij bezogen auf die sozioökonomische Gruppe R . Das Zugangsmaß für das Untersuchungsgebiet ergibt sich durch die Summation über alle sozioökonomischen Gruppen R , alle QZG, VM und alle Verkehrsbeziehungen ij :

$$ZR = \sum_{R'} \sum_{QZG'} \sum_{VM'} \sum_{i'} \sum_{j'} W_{QZG'\ VM'\ i'j'}^{R'} \cdot LG_{QZG'\ VM'\ i'j'}^{R'}$$

Gleichung 3-10: Zugangsmaß für das Untersuchungsgebiet

- ZR Zugangsmaß für das Untersuchungsgebiet
- R' Zählvariable über alle sozioökonomischen Gruppen
- QZG' Zählvariable über alle Quelle-Ziel-Gruppen
- VM' Zählvariable über alle Verkehrsmittel
- i' Zählvariable über alle Quellverkehrsbezirke
- j' Zählvariable über alle Zielverkehrsbezirke

Zur Bestimmung der Größe $W_{QZG\ VM\ ij}^R$ müssen alle Verkehrsbeziehungen ij im Untersuchungsgebiet bekannt sein. Aus diesem Grund ist zur Ermittlung des Zugangsmaßes nach der oben dargestellten Formel eine vollständige Verkehrsnachfrageberechnung notwendig. Diese aufwendige Berechnung kann vermieden werden, wenn nicht mit den konkreten Verkehrsbeziehungen ij , sondern statt dessen mit dem spezifischen Verkehrsaufkommen (mittlere Anzahl Wege je Person und Tag pro sozioökonomischer Gruppe R für jede QZG und bezogen auf die einzelnen VM im Untersuchungsgebiet) gearbeitet wird. Diese Größe ist im Gegensatz zur Verkehrsnachfrageberechnung verfügbar, da sie regelmäßig mittels Verkehrsfragungen erhoben wird (der Wert B in der Tabelle 3-4 (Verkehrserhebung SrV) auf Seite 66 ist das spezifische Verkehrsaufkommen). Deshalb soll im weiteren Verlauf der Arbeit diesem Weg gefolgt werden.

Bei Verwendung des spezifischen Verkehrsaufkommens zur Bestimmung des Zugangs wird das spezifische Verkehrsaufkommen der sozioökonomischen Gruppe R für eine QZG und ein VM mit der Anzahl der Quellstrukturgrößen im Verkehrsbezirk i gekoppelt. Es wird also untersucht, wie sich die Nachfrage nach den Raumstrukturgrößen im Untersuchungsgebiet auf die einzelnen sozioökonomischen Gruppen aufteilt. Dies kann durch den nachfolgenden, aus dem Modell der Verkehrserzeugung und -verteilung stammenden Ansatz geschehen¹⁴⁷:

$$\frac{SV_{QZG VM}^R \cdot SZ_{QZG i}^R}{\sum_{QZG' VM'} \sum_{R'} \sum_{i'} SV_{QZG' VM'}^{R'} \cdot SZ_{QZG' i'}^{R'}}$$

Gleichung 3-11: Ansatz zur Kopplung des spezifischen Verkehrsaufkommens mit den Quellstrukturgrößen

Wird dieser Term in die Formel für den Lagegunstkenwert integriert, ergibt sich ebenfalls ein Maß für den Zugang:

$$ZG_{QZG VM ij}^R = \frac{SV_{QZG VM}^R \cdot SZ_{QZG i}^R}{\sum_{QZG' VM'} \sum_{R'} \sum_{i'} SV_{QZG' VM'}^{R'} \cdot SZ_{QZG' i'}^{R'}} \cdot \frac{SZ_{QZG j}}{\sum_j SZ_{QZG j'}} \cdot F^{R QZG VM} (BW_{VM ij})$$

Gleichung 3-12: Basisformel für das Zugangsmaß für eine QZG und ein VM und für die Verkehrsbeziehung ij bezogen auf die sozioökonomische Gruppe R

Die Quellstrukturgrößen unterscheiden sich je nach Typ der QZG (siehe dazu Seite 62). An dieser Stelle soll nur die Formel für den QZG Typ 1 (der Heimatstandort ist der Ausgangspunkt der Ortsveränderung) dargestellt werden. (Die Formeln für den Typ 2 und Typ 3 der QZG lassen sich analog zu Typ 1 ableiten¹⁴⁸).

Da bei QZG Typ 1 der Heimatstandort der Ausgangspunkt der Ortsveränderung ist, ist die Quellstrukturgröße bei Typ 1 die Anzahl der Einwohner je Verkehrsbezirk (Bezugspersonen). Die Zielstrukturgröße muss zudem noch mit einer Erzeugungsrate (ER) multipliziert werden, die angibt, wie viele Wege von der Zielstrukturgröße je Einheit erzeugt werden (z. B. Verkehr pro Quadratmeter Verkaufsfläche für den Einkaufsverkehr). Damit ergibt sich das Zugangsmaß für die QZG vom Typ 1:

¹⁴⁷ siehe [Lohse 1997] S. 25 ff.

¹⁴⁸ Die entsprechenden Ausgangsformeln können aus [Lohse 1997] S. 27 entnommen werden.

$$ZG_{QZG VM ij}^R = \frac{SV_{QZG VM}^R \cdot BP_{QZG i}^R}{\sum_{QZG'} \sum_{VM'} \sum_{R'} \sum_{i'} SV_{QZG VM}^{R'} \cdot BP_{QZG i'}^{R'}} \cdot \frac{ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j}}{\sum_j ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j'}} \cdot F^{R QZG VM} (BW_{VM ij})$$

Gleichung 3-13: Zugangsmaß für die QZG vom Typ 1 und ein VM für die Verkehrsbeziehung ij bezogen auf die sozioökonomische Gruppe R

BP Einwohner je Verkehrsbezirk (Bezugspersonen)

ER Erzeugungsrate

Bei der sich damit ergebenden Zugangsgröße handelt es sich wieder um die Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme von Raumstrukturgrößen im Untersuchungsgebiet für eine QZG und ein VM für die Verkehrsbeziehung ij bezogen auf die sozioökonomische Gruppe R. Das Maß für den Gesamtzugang im Untersuchungsgebiet erhält man durch die Summation über alle Verkehrsbeziehungen ij und alle QZG und alle VM und alle sozioökonomischen Gruppen R:

$$ZG = \sum_{QZG'} \sum_{VM'} \sum_{R'} \sum_{i'} \sum_{j'} \frac{SV_{QZG VM}^R \cdot BP_{QZG i}^R}{\sum_{QZG'} \sum_{VM'} \sum_{R'} \sum_{i'} SV_{QZG VM}^{R'} \cdot BP_{QZG i'}^{R'}} \cdot \frac{ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j}}{\sum_j ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j'}} \cdot F^{R QZG VM} (BW_{VM ij})$$

Gleichung 3-14: Zugangsmaß für die QZG vom Typ 1 für das Untersuchungsgebiet

Das sich ergebende Zugangsmaß von z. B. 0,78 bedeutet, dass mit einer Akzeptanzwahrscheinlichkeit von 78 % alle Raumstrukturgrößen im Untersuchungsgebiet, die zur Bedürfnisbefriedigung nachgefragt werden, von den Menschen im Untersuchungsgebiet bezüglich des Aufwandes angenommen bzw. erreicht werden können. 22 % der Raumstrukturgrößen liegen außerhalb des akzeptierten Aufwandsbereichs.

Wird der Term der Bewertungswahrscheinlichkeit = 1 gesetzt (dies bedeutet, dass im Verkehrsnetz der Aufwand zur Ortveränderung = 0 ist), ergibt sich für das Zugangsmaß immer der Wert 1.

$$ZG = 1 = \sum_{QZG'} \sum_{VM'} \sum_{R'} \sum_{i'} \sum_{j'} \frac{SV_{QZG VM}^R \cdot BP_{QZG i}^R}{\sum_{QZG'} \sum_{VM'} \sum_{R'} \sum_{i'} SV_{QZG VM}^{R'} \cdot BP_{QZG i'}^{R'}} \cdot \frac{ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j}}{\sum_j ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j'}}$$

Gleichung 3-15: Wert des Zugangsmaßes ohne Beachtung der Bewertungswahrscheinlichkeit

Die Nachfrage nach Raumstrukturgrößen bezieht sich immer auf die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Raumstrukturgrößen, d. h., Mobilitätsdefizite aufgrund nicht vorhandener Raumstrukturgrößen werden mit der hier dargestellten Formel nicht offensichtlich (siehe hierfür die Anmerkungen im Absatz 2 und 3 im Kapitel 3.2.2.1.3).

Die Summation über alle Quell- und Zielstrukturgrößen ergibt ebenfalls immer den Wert 1:

$$\text{Quellstrukturgrößen} = 1 = \sum_{QZG^i} \sum_{VM^i} \sum_{R^i} \sum_{I^i} \frac{SV_{QZG VM}^R \cdot BP_{QZG i}^R}{\sum_{QZG^i} \sum_{VM^i} \sum_{R^i} \sum_{I^i} SV_{QZG VM}^{R^i} \cdot BP_{QZG i}^{R^i}}$$

Gleichung 3-16: Summation über alle Quellstrukturgrößen

$$\text{Zielstrukturgrößen} = 1 = \sum_{j'} \frac{ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j}}{\sum_{j'} ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j'}}$$

Gleichung 3-17: Summation über alle Zielstrukturgrößen

Die Charakteristik und Interpretation des Zugangsmaßes soll nachfolgend an Hand von zwei Beispielen verdeutlicht werden.

3.2.2.6 Interpretation des Zugangsmaßes

Für die beispielhaften Berechnungen ist ein Untersuchungsgebiet mit 5 Verkehrsbezirken (VB) gegeben. Zur Vereinfachung existieren nur zwei Verkehrsarten (IV und ÖV) und drei sozioökonomische Gruppen A, B und C. Es werden zur Verdeutlichung nur zwei QZG in die Berechnung integriert:

- QZG₁ = Wohnen - Arbeiten (WA)

Die Menschen im Untersuchungsgebiet fahren von ihrer Wohnung zum Arbeiten. Maßgebende Strukturgrößen für die Stärke der Verkehrsströme sind die Anzahl der Einwohner im Quellverkehrsbezirk und die Anzahl der Arbeitsplätze im Zielverkehrsbezirk.

- QZG₂ = Wohnen - Einkaufen (WE)

Die Menschen im Untersuchungsgebiet fahren von ihrer Wohnung zum Einkaufen. Maßgebende Strukturgrößen sind die Anzahl der Einwohner im Quellverkehrsbezirk und die Kapazität der Einkaufseinrichtung im Zielverkehrsbezirk.

Um die Eigenschaften des Zugangsmaßes besser darstellen zu können, wird in der ersten Beispielberechnung die theoretische Nachfrageverteilung der Raumstrukturgrößen auf die einzelnen sozioökonomischen Gruppen dargestellt, die sich einstellen würde, wenn der

Verkehrswiderstand im Untersuchungsgebiet 0 ist (alle Raumstrukturgrößen können ohne jeden Aufwand erreicht werden). Dies geschieht mit der nachfolgenden Formel:

$$ZG^R = \sum_{QZG^i} \sum_{VM^i} \sum_{I^i} \sum_{J^i} \frac{SV_{QZG VM}^R \cdot BP_{QZG i}^R}{\sum_{QZG^i} \sum_{VM^i} \sum_{R^i} \sum_{i^i} SV_{QZG VM}^{R^i} \cdot BP_{QZG i^i}^{R^i}} \cdot \frac{ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j}}{\sum_{j^i} ER_{QZG} \cdot SZ_{QZG j^i}}$$

Gleichung 3-18: Theoretische Nachfrageverteilung pro sozioökonomischer Gruppe bei Vernachlässigung der Bewertungswahrscheinlichkeit

Zur Berechnung werden jedem VB 4 Einwohner, 1 Arbeitsplatz und eine Einkaufskapazität von je einer Person zugeordnet. 50 % aller Einwohner im Untersuchungsgebiet gehören zur sozioökonomischen Gruppe A und je 25 % zur Gruppe B und C. Alle anderen Eingangswerte besitzen den Wert 1. Die Ausgangswerte und die Ergebnisse der Berechnung sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

Strukturdaten						
Arbeitsplätze						
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5	Summe
Arbeitsplätze	1	1	1	1	1	5
Einkaufskapazität						
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5	Summe
Einkaufsplätze	1	1	1	1	1	5
Einwohner						
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5	Summe je Gruppe
Sozioökon.Gruppe A	2	2	2	2	2	10
Sozioökon.Gruppe B	1	1	1	1	1	5
Sozioökon.Gruppe C	1	1	1	1	1	5
Summe je Verkehrsbezirk	4	4	4	4	4	20
Spezifisches Verkehrsaufkommen						
Sozioökon.Gruppe	WA IV	WA OV	WE IV	WE OV	Summe	
A	1	1	1	1	4	
B	1	1	1	1	4	
C	1	1	1	1	4	
Teilergebnisse Zugang je QZG, VM und Sozioökon.Gruppe						
TEILERGEBNIS	QZG WA IV	QZG WA ÖV	QZG WE IV	QZG ÖV		
Soz. Gruppe A	0,125	0,125	0,125	0,125		
Soz. Gruppe B	0,063	0,063	0,063	0,063		
Soz. Gruppe C	0,063	0,063	0,063	0,063		
ERGEBNIS ZUGANG						
Soz. Gruppe A	0,500					
Soz. Gruppe B	0,250				GESAMT	
Soz. Gruppe C	0,250				1	

Abbildung 3-4: Beispiel 1 für die Interpretation des Zugangsmaßes

In dem Beispiel gehören 50 % aller Menschen im Untersuchungsgebiet der sozioökonomischen Gruppe A an. Deswegen werden auch 50 % aller Strukturgrößen im Untersuchungsgebiet von der sozioökonomischen Gruppe A nachgefragt.

In der zweiten Berechnung wird die Veränderung des Zugangsmaßes für einen Vorher und Nachher-Fall berechnet. Die entsprechenden Ausgangswerte sind in den nachfolgenden Abbildungen ersichtlich (Alle Erzeugungsraten wurden zur Vereinfachung mit dem Wert 1 belegt):

Strukturdaten						
Arbeitsplätze						
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5	Summe
Arbeitsplätze	567	567	894	345	234	2607

Einkaufskapazität						
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5	Summe
Einkaufsplätze	457	456	341	805	703	2762

Einwohner						
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5	Summe je Gruppe
Sozioökon. Gruppe A	300	800	567	790	500	2957
Sozioökon. Gruppe B	350	400	567	346	543	2206
Sozioökon. Gruppe C	700	345	674	234	123	2076
Summe je Verkehrsbezirk	1350	1545	1808	1370	1166	7239

Abbildung 3-5: Strukturdaten für Beispiel 2

Spezifisches Verkehrsaufkommen					
Sozioökon. Gruppe	WA IV	WA ÖV	WE IV	WE ÖV	Summe
A	0,8	0,78	0,56	0,53	2,67
B	0,89	0,45	0,73	0,56	2,63
C	0,56	0,43	0,89	0,67	2,55

Abbildung 3-6: spezifisches Verkehrsaufkommen für Beispiel 2

Gegeben sind weiterhin die Bewertungswahrscheinlichkeiten jeweils für den Vorher- und Nachher-Fall, aus denen entnommen werden kann, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein Weg von VB i nach VB j stattfindet.

Bewertungswahrscheinlichkeiten BW_{ij} Vorher-Fall

BW_{ij} für WA mit IV					
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5
1	1	0,2	0,5	0,8	0,6
2	0,2	1	0,4	0,6	0,7
3	0,5	0,4	1	0,6	0,6
4	0,8	0,6	0,6	1	0,4
5	0,6	0,7	0,6	0,4	1

BW_{ij} für WA mit OV					
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5
1	1	0,4	0,3	0,6	0,5
2	0,4	1	0,3	0,2	0,4
3	0,3	0,3	1	0,7	0,9
4	0,6	0,2	0,7	1	0,5
5	0,5	0,4	0,9	0,5	1

BW_{ij} für WE mit IV					
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5
1	1	0,6	0,7	0,1	0,1
2	0,6	1	0,3	0,4	0,5
3	0,7	0,3	1	0,7	0,9
4	0,1	0,4	0,7	1	0,6
5	0,1	0,5	0,9	0,6	1

BW_{ij} für WE; OV					
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5
1	1	0,5	0,4	0,2	0,1
2	0,5	1	0,8	0,7	0,1
3	0,4	0,8	1	0,4	0,4
4	0,2	0,7	0,4	1	0,2
5	0,1	0,1	0,4	0,2	1

Abbildung 3-7: Wahrscheinlichkeitsmatrizen für den ÖV und MIV im Vorher-Fall für Beispiel 2

Es soll ermittelt werden, wie sich der Zugang im Untersuchungsgebiet verändert, wenn die Verkehrsbeziehungen für den IV verbessert werden (z. B. durch den Bau einer Straße). Die Bewertungswahrscheinlichkeitsmatrizen für den IV im Nachher-Fall sind nachfolgend zu finden (Bewertungswahrscheinlichkeiten für den ÖV bleiben im Nachher-Fall unverändert):

Bewertungswahrscheinlichkeiten BWij im Nachher-Fall

BWij für WA mit IV					
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5
1	1	0,8	0,7	0,9	0,7
2	0,8	1	0,5	0,6	0,7
3	0,7	0,5	1	0,6	0,6
4	0,9	0,6	0,6	1	0,4
5	0,7	0,7	0,6	0,4	1

BWij für WE mit IV					
Verkehrsbezirk	1	2	3	4	5
1	1	0,8	0,9	0,2	0,5
2	0,8	1	0,6	0,4	0,5
3	0,9	0,6	1	0,7	0,9
4	0,2	0,4	0,7	1	0,6
5	0,5	0,5	0,9	0,6	1

Abbildung 3-8: Wahrscheinlichkeitsmatrizen für den ÖV und MIV im Nachher-Fall für Beispiel 2

Mit den gegebenen Daten wird die Veränderung des Zugangs mit Hilfe von Gleichung 3-14 errechnet. Die erste Berechnung ist die theoretische Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes:

Teilergebnisse Zugang je QZG, VM und Sozioökon.Gruppe				
TEILERGEBNIS	QZG WA IV	QZG WA ÖV	QZG WE IV	QZG ÖV
Soz. Gruppe A	0,125	0,121	0,087	0,083
Soz. Gruppe B	0,103	0,052	0,085	0,065
Soz. Gruppe C	0,061	0,047	0,097	0,073
ERGEBNIS ZUGANG				
Soz. Gruppe A	0,416			
Soz. Gruppe B	0,306		GESAMT	
Soz. Gruppe C	0,279			1

Abbildung 3-9: theoretische Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes im Beispiel 2

Das sich ergebende Zugangsmaß ergibt folglich den Wert 1. Die nächste Berechnung ist die Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher-Fall:

Teilergebnisse Zugang je QZG, VM und Sozioökon.Gruppe				
TEILERGEBNIS	QZG WA IV	QZG WA ÖV	QZG WE IV	QZG ÖV
Soz. Gruppe A	0,078	0,070	0,052	0,042
Soz. Gruppe B	0,065	0,031	0,051	0,032
Soz. Gruppe C	0,038	0,027	0,055	0,035
ERGEBNIS ZUGANG				
Soz. Gruppe A	0,242			
Soz. Gruppe B	0,178		GESAMT	
Soz. Gruppe C	0,156		0,576	

Abbildung 3-10: Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher-Fall für Beispiel 2

Für den Vorher-Fall ergibt sich ein Zugangsmaß von 0,576. Als drittes wird die Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Nachher-Fall ermittelt:

Teilergebnisse Zugang je QZG, VM und Sozioökon.Gruppe				
TEILERGEBNIS	QZG WA IV	QZG WA ÖV	QZG WE IV	QZG ÖV
Soz. Gruppe A	0,089	0,070	0,058	0,042
Soz. Gruppe B	0,074	0,031	0,058	0,032
Soz. Gruppe C	0,046	0,027	0,066	0,035
ERGEBNIS ZUGANG				
Soz. Gruppe A	0,259			
Soz. Gruppe B	0,195		GESAMT	
Soz. Gruppe C	0,174		0,628	

Abbildung 3-11: Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Nachher-Fall für Beispiel 2

Hier erhält man als Ergebnis der Berechnung den Wert 0,628. Das sich ergebende Zugangsmaß von 0,576 im Vorher- und 0,628 im Nachher-Fall bedeutet, dass mit einer Akzeptanzwahrscheinlichkeit von ca. 58 % im Vorher- und 63 % im Nachher-Fall alle Raumstrukturgrößen im Untersuchungsgebiet, die zur Bedürfnisbefriedigung nachgefragt werden, von den Menschen im Untersuchungsgebiet bezüglich des Aufwandes angenommen bzw. erreicht werden können. 42 % der Raumstrukturgrößen im Vorher- und 37 % der Raumstrukturgrößen im Nachher-Fall liegen außerhalb des akzeptierten Aufwandsbereichs. Die Ergebnisse aller drei Berechnungen sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

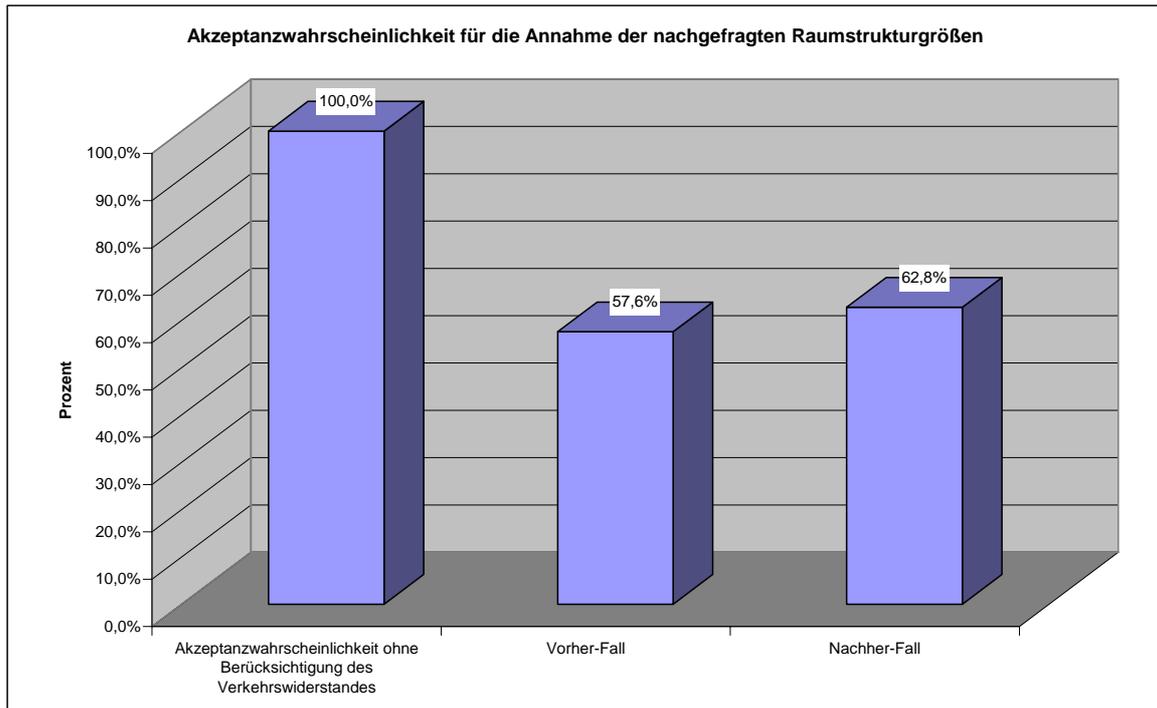


Abbildung 3-12: Zusammenfassende Darstellung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Beispiel 2

In den nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse auf die einzelnen sozioökonomischen Gruppen aufgegliedert:

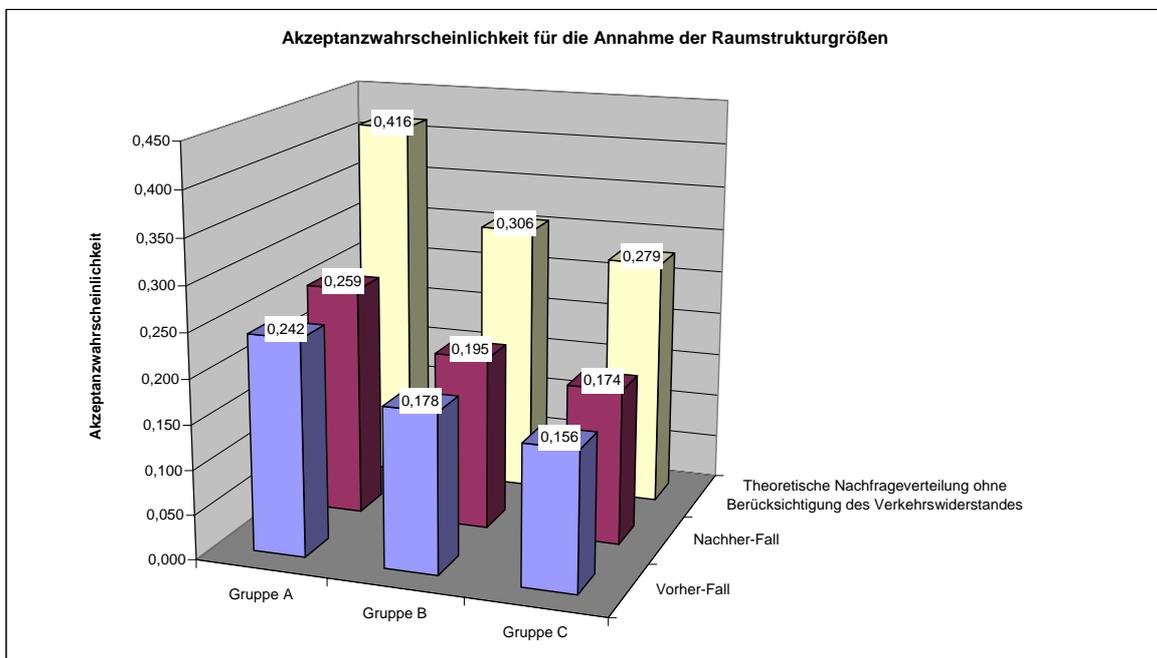


Abbildung 3-13: Darstellung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen für die einzelnen sozioökonomischen Gruppen

Zur Verdeutlichung kann noch die Veränderung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall für die einzelnen QZG und VM dargestellt werden. Dadurch wird offensichtlich, welche Verkehrsmittel und

QZG von der Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur besonders profitieren. Dies ist in der nachfolgenden Grafik ersichtlich. In dieser sind die Veränderungen über alle sozioökonomischen Gruppen (Gesamtwert) und zusätzlich noch einmal auf die einzelnen sozioökonomischen Gruppen aufgeschlüsselt dargestellt:

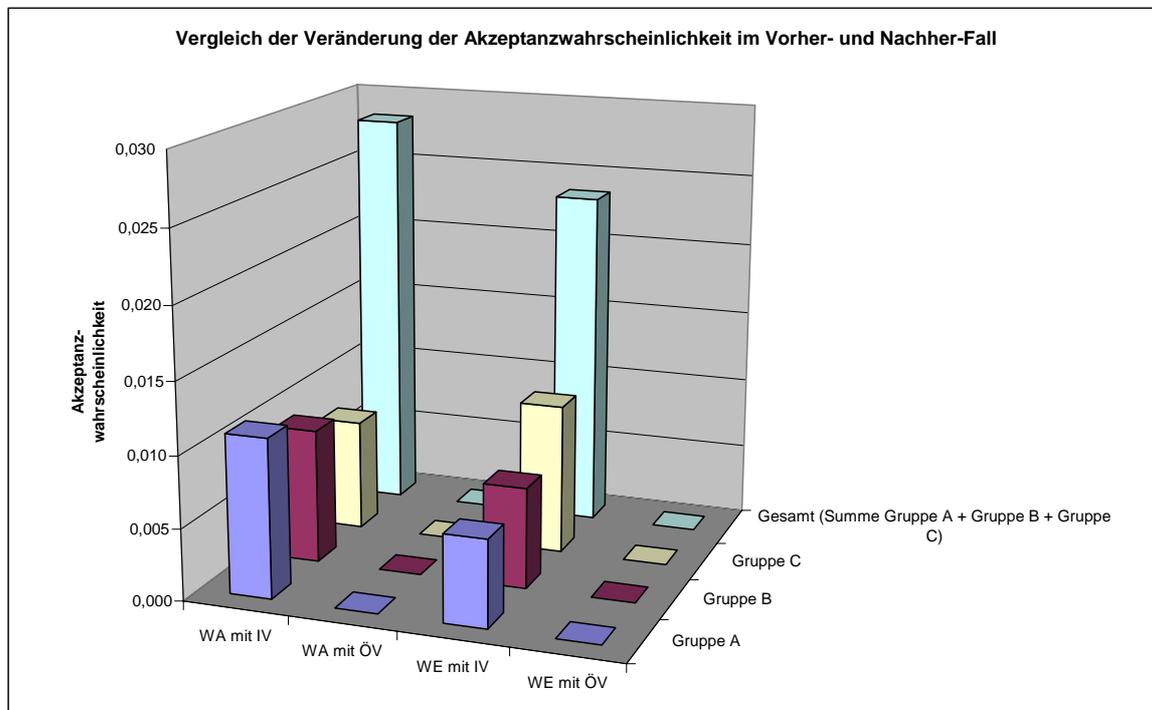


Abbildung 3-14: Veränderung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall für die einzelnen QZG und VM für Beispiel 2

Aus der Abbildung 3-13 ist ersichtlich, dass die Raumstrukturgrößen verschieden stark von den einzelnen sozioökonomischen Gruppen nachgefragt werden¹⁴⁹. Dies wird bei den Ergebnissen der Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes deutlich. In diesem Fall werden ca. 42 % aller Raumstrukturgrößen von der sozioökonomischen Gruppe A nachgefragt, Gruppe B fragt ca. 31 % nach und Gruppe C ca. 27 %. Deshalb liefert ein Vergleich der einzelnen sozioökonomischen Gruppen untereinander nur sinnvollen Aussagen, wenn die Veränderungen im Vorher- und Nachher-Fall betrachtet werden. Dies ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

¹⁴⁹ Dieses Ergebnis ist logisch, da die sozioökonomischen Gruppen verschieden groß sind und unterschiedlich viele Raumstrukturgrößen nachfragen.

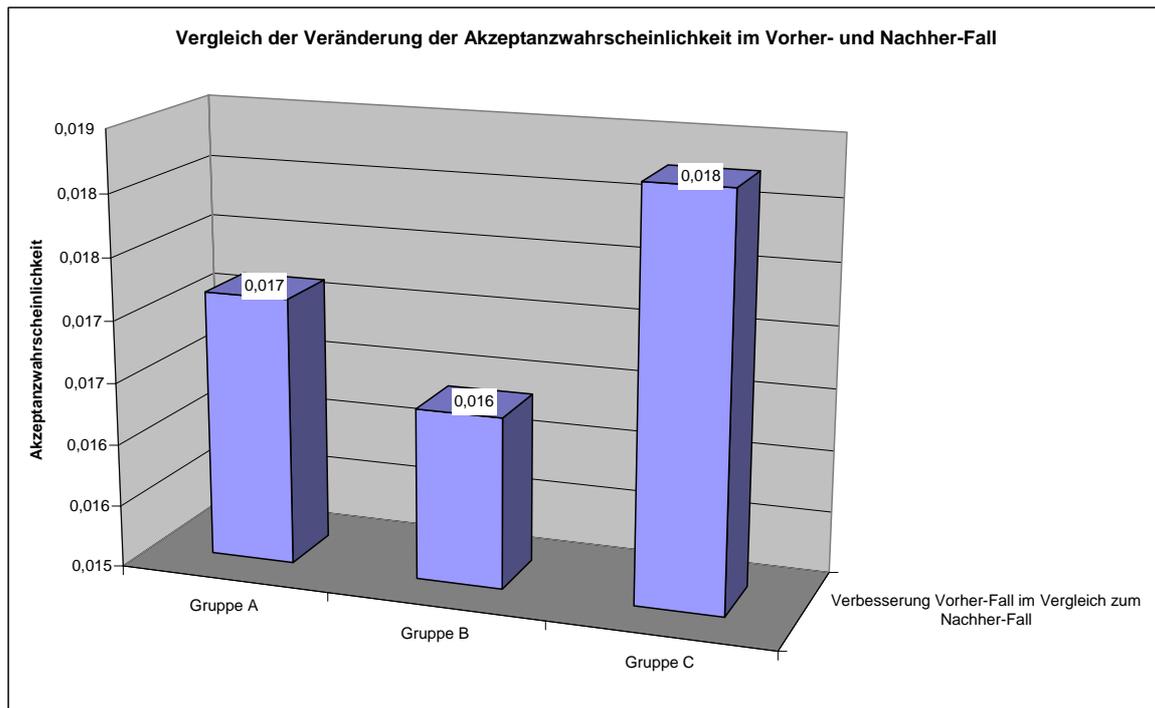


Abbildung 3-15: Veränderung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall für Beispiel 2

In dem aufgezeigten Beispiel erhält Gruppe C die größte Verbesserung mit einer Erhöhung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit von 0,018 %. Bei Einbezug der theoretischen Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes ergeben sich zudem Aussagen, welche sozioökonomische Gruppe von dem Verkehrssystem besonders profitiert. Dies ist die Gruppe, deren Zugangsmaß sich am geringsten von der theoretischen Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes unterscheidet.

Dies wird durch einen Vergleich der theoretischen Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes (welche Raumstrukturgrößen würden die sozioökonomischen Gruppen nachfragen, wenn alle Raumstrukturgrößen ohne jeden Aufwand erreicht werden könnten) mit denen sich in der Realität innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden Raumstrukturgrößen deutlich. (Prozentualer Vergleich der Werte in Abbildung 3-13, wobei jeweils die Werte der theoretischen Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes 100 % sind). Dies ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

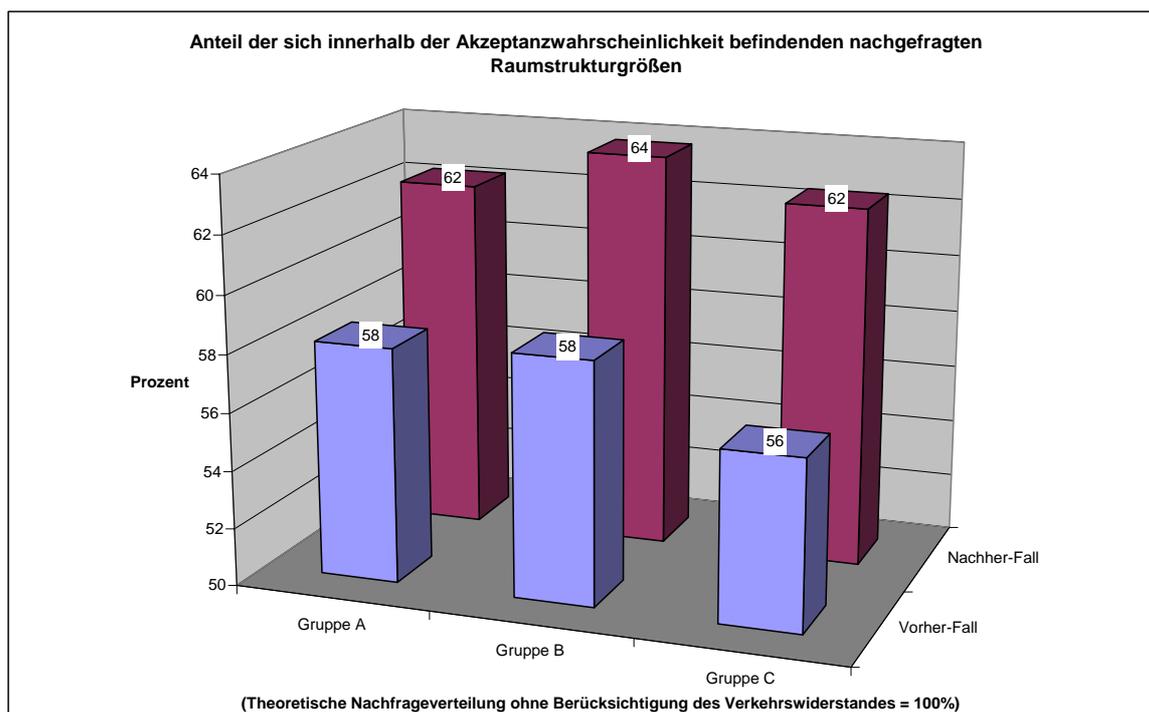


Abbildung 3-16: Anteil der sich innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden nachgefragten Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall

In dem hier berechneten Beispiel befinden sich bei der Gruppe B im Nachher-Fall 64 Prozent aller Raumstrukturgrößen innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit im Vergleich zur Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes. Bei Gruppe A sind es 62 % und bei Gruppe 63 %. Deshalb ist Gruppe B die Gruppe, deren Verkehrsverhalten und Nachfrage nach Raumstrukturgrößen sich am besten mit den Eigenschaften des Verkehrssystems deckt. Diese Daten können als zusätzliche Informationen den errechneten Zugangsmaßen beigefügt werden.

Zusammenfassend lässt sich damit feststellen: Der Vorteil des Zugangsmaßes besteht in der Möglichkeit der Berücksichtigung aller Verkehrsmittel, d. h. Rad und Fußverkehr können in die Untersuchung explizit einbezogen werden. Durch die Möglichkeit der Analyse, wie stark jede sozioökonomische Gruppe von den Verbesserungen der Verkehrsinfrastruktur profitiert, sind zudem personengruppenbezogene Auswertungen möglich. In der nachfolgenden Tabelle ist das Zugangsmaß noch einmal kurz charakterisiert.

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
Zugang	möglichst groß (maximal ist der Wert 1 erreichbar)	Quantitativer Messwert	Akzeptanzwahrscheinlichkeit 0 = keine Erreichbarkeit ; 1= volle Erreichbarkeit aller im Untersuchungsgebiet vorhandenen nachgefragten Strukturgrößen

Tabelle 3-6: Ausgewählter Indikator für das Wirkungsfeld „Nutzen der Infrastruktur für Verkehrsnutzer“

3.3 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Schadstoffbelastung“

In einem ersten Schritt erscheint es notwendig zu analysieren, welche Schadstoffarten heute im Verkehrsbereich relevant sind. In der nachfolgenden Tabelle¹⁵⁰ sind die wichtigsten Schädwirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Gebäude mit den dafür verantwortlichen Schadstoffen dargestellt:

Schadensart	Verantwortliche Schadstoffe
Vegetationsschäden	CO (Leitkomponente)
Belastungen durch Sommersmog	NO _x , VOC
Krebserkrankungen	Dieselruß, Benzol, PAK
Gesundheits- und Gebäudeschäden	NO _x (Leitkomponente)
Klimawirkung ¹⁵¹	CO ₂

Tabelle 3-7: Schadensarten der verkehrlichen Abgasemissionen¹⁵²

Mit Hilfe der Tabelle wird ersichtlich, dass Luftschadstoffe die heute relevanten Schadstoffe sind, auf die sich demzufolge das Bewertungsverfahren konzentrieren sollte.

In einer Untersuchung im Rahmen des Autoöl II-Programms kommt die Europäische Kommission zu dem Schluss, dass Handlungsbedarf bei nachfolgenden Kfz-Emissionen besteht bzw. zukünftig weiter bestehen wird¹⁵³:

- Partikel,
- lokale Überschreitungen von NO₂-Werten und
- troposphärisches Ozon (Einhaltung der Emissionsobergrenzen für NO_x und VOC).

Im Umweltgutachten 2002¹⁵⁴ werden vom Sachverständigenrat für Umweltfragen Partikel als das z. Z. wichtigste Luftverschmutzungsproblem genannt.

In einer Untersuchung des Umweltbundesamtes [UBA 1999] wurden einzelne Abgasbestandteile auf deren toxische und kanzerogene Potenz für die menschliche Gesundheit untersucht und untereinander gewichtet. Hierbei wird nach der emittierten Menge, der toxischen und der kanzerogenen Potenz unterschieden. Das Ergebnis ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

¹⁵⁰ Bei der Tabelle handelt es sich um eine zusammengefasste Darstellung aus [UBA 1998] S. 28 und [BMVBW 2003] S. 39

¹⁵¹ Die Klimawirkung des Verkehrs wird im Abschnitt Ressourcenutzung gesondert bearbeitet.

¹⁵² [UBA 1998] S. 28 und [BMVBW 2003] S. 39

¹⁵³ [KOM 2000] S. 27

¹⁵⁴ [RatSach 2002] S. 37

Bedeutung des Schadstoffes	Emittierte Menge			Toxische Potenz			Kanzerogene Potenz		
	Euro 2 – 4		"Potenzial 2005"	Euro 2 - 4		"Potenzial 2005"	Euro 2 - 4		"Potenzial 2005"
	Otto	Diesel		Otto	Diesel		Otto	Diesel	
1.	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	Partikel-kern	NO ₂	Benzol	Partikel-kern	Partikel-kern
2.	Benzol	Partikel-kern	Formaldehyd	Formaldehyd	NO ₂	Formaldehyd	PAK	Benzol	Benzol
3.	Ethylbenzol	Formaldehyd	Partikel-kern	Partikel-kern	Formaldehyd	Partikel-kern	Partikel-kern	PAK	PAK

Table 3-8: Relative Abgasbestandteile, geordnet nach ihrer Bedeutung für die Parameter Emissionen, toxische und kanzerogene Potenz für die menschliche Gesundheit aus [UBA 1999] S. 239

Nach dieser UBA-Studie gehen von den Schadstoffen NO₂, Formaldehyd, Partikel, Benzol und PAK (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) die größten Gesundheitsgefahren für den Menschen aus. Auf das Problem der PAK verweist ebenfalls die Europäische Kommission in [KOM 2000]. In dem Bericht wird darauf hingewiesen, dass ein Augenmerk auf diese Stoffgruppe gerichtet werden sollte, obwohl dafür gegenwärtig keine Grenzwerte existieren¹⁵⁵.

Sowohl das UBA¹⁵⁶ als auch die Europäische Kommission¹⁵⁷ gehen von einer zukünftigen Reduktion der Luftschadstoffe aus, allerdings nicht auf ein Niveau, das es gestatten würde, diese zu vernachlässigen.

Zusammenfassend lässt sich aus den genannten Forschungsarbeiten ableiten, dass die Stoffe bzw. Stoffgruppen der

- Partikel,
- NO_x und VOC (auch als Vorläufersubstanzen für das troposphärische Ozon),
- Benzol,
- Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und
- Formaldehyd

als relevante Luftschadstoffe des Verkehrs bezeichnet werden können.

¹⁵⁵ [KOM 2000] S. 27

¹⁵⁶ [UBA 2002] S. 16

¹⁵⁷ [KOM 2000] S. 3

Auf die Berücksichtigung der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und Formaldehyd sollte aufgrund der momentan fehlenden Grenzwerte und Berechnungsmöglichkeiten noch verzichtet werden. Sind zu einem späteren Zeitpunkt Grenzwerte und allgemein zugängliche Berechnungsmöglichkeiten vorhanden, sollte über eine Integration in das Bewertungsverfahren nachgedacht werden.

An dieser Stelle kann zudem gefragt werden, ob die Schadstoffe als Emissionen oder Immissionen berücksichtigt werden sollten. Wird an der Quelle, am Ort der Entstehung gemessen oder prognostiziert, sind die Emissionen entscheidend. Werden die Schadstoffe am Wirkungsort erfasst, handelt es sich um Immissionen. Die Schadstoffe am Wirkungsort zu messen, also mit Immissionen zu arbeiten, wird als zielführend angesehen, da die Höhe der Schäden von Immissionskonzentrationen abhängt. Ob mit Emissionen oder Immissionen gearbeitet werden sollte, erscheint deshalb eine Frage der zur Verfügung stehenden Daten. Existieren Modelle, mit denen es möglich ist, die Immissionen zu erfassen, sollten diese verwendet werden. Steht kein solches Modell zur Verfügung, muss auf die Emissionen zurückgegriffen werden.

Zudem erscheint es zweckmäßig, die Schadstoffmengen mit den davon betroffenen Menschen, Tieren, Pflanzen usw. in Beziehung zu setzen, da davon die Stärke, die Höhe des Schadens abhängt. Mit welcher Methodik dies geschieht, hängt von der Art der Wertsynthese ab und wird darum ab Kapitel 5.3.1.2 diskutiert. An dieser Stelle soll deshalb nur allgemein die Festlegung „bezogen auf die Betroffenen“ verwendet werden.

Damit ergeben sich zusammenfassend die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Indikatoren für das Wirkungsfeld der Schadstoffbelastung:

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
NO _x (bezogen auf Betroffenheiten)*	möglichst gering	quantitativer Messwert	Emission in Tonnen pro Zeiteinheit bzw. Immissionen in Mikrogramm pro m ³ je Zeiteinheit (je nach Datenverfügbarkeit)
VOC (bezogen auf Betroffenheiten)*	möglichst gering	quantitativer Messwert	Emission in Tonnen pro Zeiteinheit bzw. Immissionen in Mikrogramm pro m ³ je Zeiteinheit (je nach Datenverfügbarkeit)
Benzol (bezogen auf Betroffenheiten)*	möglichst gering	quantitativer Messwert	Emission in Tonnen pro Zeiteinheit bzw. Immissionen in Mikrogramm pro m ³ je Zeiteinheit (je nach Datenverfügbarkeit)
Partikel (bezogen auf Betroffenheiten)*	möglichst gering	quantitativer Messwert	Emission in Tonnen pro Zeiteinheit bzw. Immissionen in Mikrogramm pro m ³ je Zeiteinheit (je nach Datenverfügbarkeit)

Tabelle 3-9: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Schadstoffbelastung“

* was unter dem Wort „Betroffenheiten“ verstanden werden sollte, also welche Wirkungen berücksichtigt werden (dies können Wirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Gebäude usw. sein) wird im Rahmen der Wertsynthese im Kapitel 5.3.2.4 diskutiert.

3.4 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Klimawirkung“

Kohlendioxid (CO₂) ist die wichtigste klimarelevante Emission des Straßenverkehrs¹⁵⁸. Im Gegensatz zu den klassischen Luftschadstoffen, bei denen zukünftig ein Rückgang der Gesamtverkehrsemissionen erwartet wird, ist bei den CO₂-Emissionen ein weiterer Anstieg zu erwarten. Dies belegen Studien, wie z. B. die der Europäischen Kommission¹⁵⁹, die einen Anstieg der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005 vorausgesagt. Das UBA prognostiziert in der Deutschen Fallstudie des EST-Programms ebenfalls einen Anstieg der CO₂-Emission um 30 % im Jahr 2030, bezogen auf das Jahr 1990¹⁶⁰. Aus diesem Grund sollte

– CO₂

in dem Bewertungsverfahren als klimarelevantes Gas berücksichtigt werden.

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
CO ₂ -Emissionen	möglichst gering	quantitativer Messwert	Menge pro Zeiteinheit (z. B. Tonnen pro Jahr)

Tabelle 3-10: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Klimawirkung“

¹⁵⁸ siehe z. B: [EuUm 2004] S. 2

¹⁵⁹ [KOM 2000] S. 3

¹⁶⁰ [UBA 2002] S. 15

3.5 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Ressourcenverbrauch“

Der Bau und Unterhalt der Verkehrsinfrastruktur bzw. der auf der Infrastruktur abgewickelte Verkehr verbraucht eine Vielzahl von Ressourcen. Aus diesem Grund ist es auch hier sinnvoll, sich in der Bewertung auf einige Leitindikatoren zu beschränken, die leicht zu messen sind und eine relevante Größenordnung besitzen.

Bei einer Sichtung¹⁶¹ der heute in Deutschland bzw. in Europa herangezogenen Ressourcenkenngrößen des Verkehrs werden

- Energieverbrauch und
- Flächeninanspruchnahme

üblicherweise als die heute relevanten Kenngrößen genannt¹⁶². In den gegenwärtig in Deutschland verwendeten Standardisierten Bewertungsverfahren wird das Wirkungsfeld natürlicher Ressourcenverbrauch nur begrenzt berücksichtigt.

In der EWS wird die Flächenverfügbarkeit untersucht. Hierbei steht jedoch nur die Art der Nutzung im Blickpunkt der Bewertung, d. h., es wird nur analysiert, welche Veränderungen der Flächenverfügbarkeit sich für Fußgänger und Radfahrer durch die Baumaßnahme ergeben. Anderweitige Nutzungen werden nicht berücksichtigt¹⁶³.

In der Standardisierten Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs wird der Primärenergieverbrauch als Indikator zur Ressourcennutzung herangezogen. Dieser wird berechnet, indem die zurückgelegten Fahrzeugkilometer pro Jahr mit dem fahrzeugspezifischen Primärenergieverbrauch pro Fahrzeugkilometer multipliziert werden. Angegeben werden diese in Gigajoule pro Jahr¹⁶⁴. Als weitere Größe der Ressourcennutzung wird der Flächenbedarf ausgewiesen. Dieser wird mittels einer Überschlagsberechnung ermittelt und getrennt für ÖV und MIV in der Größe Hektar angegeben.¹⁶⁵

In [UBA 2001] werden als Indikatoren für den Ressourcenverbrauch

- die CO₂- Emissionen des Verkehrs in Tonnen pro Jahr und

¹⁶¹ Eine gute Zusammenstellung u. a. über Europäische Indikatorensysteme bezüglich nachhaltiger Mobilität ist in [SUMMA 2003] zu finden.

¹⁶² siehe z. B. [NFP 41 C5 1998] 67 ff., [OECD 1996] S. 13 ff. oder [SUMMA 2003] S. 65 ff.

¹⁶³ siehe [FGSV 1997] S. 52 ff.

¹⁶⁴ siehe [BMVBW 2000] S. 64

¹⁶⁵ siehe [BMVBW 2000] S. 67

- die Zu- bzw. Abnahme des tatsächlichen Versiegelungsgrades in Prozent¹⁶⁶

angegeben. Die Untersuchung „Nachhaltigkeit: Kriterien im Verkehr der Schweiz, [NFP 41 C5 1998]“, benutzt ebenfalls die Indikatoren Energie- und Flächenverbrauch zur Charakterisierung der Ressourcennutzung. Es wird berücksichtigt:

- Verbrauch an fossilen Energieträgern in Joule pro Jahr,
- Verkehrsfläche in km²,
- Anteil des Verkehrs an der Siedlungsfläche in Prozent¹⁶⁷.

Zudem wird noch die Art der Energienutzung durch die Indikatoren

- der mittleren Energieintensität Joule pro Personen- bzw. Tonnenkilometern und
- Anteil erneuerbarer Energieträger in Prozent¹⁶⁸

weitergehend untersucht. Der Indikator "mittlere Energieintensität in Joule pro Personen- bzw. Tonnenkilometern" ist von Interesse, wenn der Verkehr mit einem beachtenswerten Anteil an erneuerbarer Energie durchgeführt wird, da regenerative Energien durch den Indikator "Verbrauch an fossilen Energieträgern" nicht erfasst werden. Die Angabe des Anteils der erneuerbaren Energieträger in Prozent erscheint als ein sehr einfacher und interessanter Indikator. Es sollte allerdings aus Praktikabilitätsgründen versucht werden, sich auf eine minimale Anzahl von Indikatoren zu beschränken. Deshalb wird vorgeschlagen, diesen Indikator momentan noch nicht ins Verfahren einzufügen, sondern erst, wenn verstärkt regenerative Energien im Verkehr genutzt werden.

Der Indikator "Anteil des Verkehrs an der Siedlungsfläche" stellt einen Zusammenhang zwischen Siedlungs- und Verkehrsstruktur her. Wird der Indikator Flächeninanspruchnahme bereits in dem Bewertungssystem genutzt, erscheint es nicht notwendig, einen zweiten auf der Flächeninanspruchnahme beruhenden Indikator hinzuzufügen.

Die Analyse möglicher Indikatoren auf der Grundlage von bereits existierenden Indikatorensystemen zeigt, dass in der Regel zwei Indikatoren zur Bestimmung des Ressourcenverbrauchs herangezogen werden. Dies sind

- Energieverbrauch des Verkehrs und

¹⁶⁶ [UBA 2001] S. 36 ff.

¹⁶⁷ [NFP 41 C5 1998] S. A 9 - 10

¹⁶⁸ [NFP 41 C5 1998] S. A 11

- Flächeninanspruchnahme.

Deshalb erscheint es sinnvoll, sich in diesem Bewertungsverfahren ebenfalls auf diese zu konzentrieren. Solange im Verkehrssystem hauptsächlich fossile Energieträger (Erdöl) genutzt werden, kann als Indikator für den Energieverbrauch ebenso die Höhe der CO₂-Emissionen herangezogen werden, da ein direkter Zusammenhang zwischen dem Energieverbrauch und der Höhe der CO₂-Emissionen existiert. Wenn im Verkehrssystem ein nicht mehr vernachlässigbarer Anteil an erneuerbarer Energie genutzt wird, könnte als weiterer Indikator

- Verbrauch an erneuerbarer Energie (in Joule pro Zeiteinheit)

in das Verfahren integriert werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die ausgewählten Indikatoren noch einmal zusammenfassend dargestellt.

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
CO ₂ -Emissionen (für Energieverbrauch)	möglichst gering	quantitativer Messwert	Menge pro Zeiteinheit (z. B. Tonnen pro Jahr)
Flächeninanspruchnahme	möglichst gering	quantitativer Messwert	m ²

Tabelle 3-11: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Ressourcenverbrauch“

3.6 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Lärmbelastungen“

Verkehrslärm ist eine wesentliche negative Einwirkung des Verkehrs auf den Menschen. So verweist z. B. der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen in seinem Sondergutachten "Umwelt und Gesundheit"¹⁶⁹ auf die Notwendigkeit einer effektiven Lärmschutzpolitik und begründet dies mit einem zunehmenden Leidensdruck in der lärm betroffenen Bevölkerung. Aus diesem Grund sollte der Verkehrslärm als Indikator in dem Bewertungsverfahren berücksichtigt werden.

Bei Lärmuntersuchungen wird üblicherweise die Immissionssituation betrachtet, da mit dieser die Lärmbelastungen, denen die Menschen konkret ausgesetzt sind, erfasst werden können. Lärm wirkt unmittelbar im Umfeld des Straßenraumes und wird nicht, im Gegensatz zu Luftschadstoffen, über größere Räume transportiert. Deshalb ist die

¹⁶⁹ siehe http://www.umweltrat.de/02gutach/download02/sonderg/SG_Umwelt_Gesundheit_1999.pdf (aufgerufen am 16.12.2004)

Wirkung von Lärm um so wichtiger, je mehr Menschen im Umfeld der zu bewertenden Straßeninfrastruktur leben bzw. sich aufhalten.

Lärmimmissionen werden gemessen, indem zunächst ein Lärmmittelungspegel errechnet und daraus die Beurteilungspegel im Umfeld der Straße ermittelt werden¹⁷⁰. Die rechtlichen Grundlagen für deren Ermittlung sind in der 16. Bundesimmissionsschutzverordnung¹⁷¹ festgelegt. Lärmimmissionen werden heute in allen Standardisierten Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur berücksichtigt. Unterschiede existieren bei den verschiedenen Bewertungsverfahren in der Art der Berücksichtigung. In der Standardisierten Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs wird der Mittelungspegel analog den Anlagen 1 und 2 der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) berechnet. Der Indikator wird berücksichtigt

- ab einer Veränderung der Lärmbelastung von mehr als 2,1 dB(A) bei einer Verbesserung im Mit-Fall gegenüber dem Ohne-Fall und
- bei einer Verschlechterung im Mit-Fall gegenüber dem Ohne-Fall an bestehenden Streckenabschnitten, auf denen keine wesentlichen baulichen Änderungen erfolgen¹⁷².

In diesem Verfahren werden nur die Werte im Tagesverkehr ermittelt. Im Verfahren der EWS erfolgt die Berechnung der Geräuschbelastung auf der Grundlage von Zielpegeln für die Tages- und Nachtstunden. Als Nachtwert werden 40 dB(A) und als Tageswert 50 dB(A) angenommen. Liegen die für die einzelnen Straßenabschnitte berechneten Lärmmittelungspegel unter diesen Zielwerten, werden die Lärmimmissionen nicht betrachtet. Im Verfahren der EWS wird zwischen Lärmbelastungen am Tag und in der Nacht unterschieden¹⁷³. Die Berechnung der Mittelungspegel erfolgt in Anlehnung an die Verkehrslärmschutzverordnung und auf der Grundlage der Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS 90)¹⁷⁴.

In dem Bewertungsverfahren für den BVWP werden Geräuschbelastungen ab einer Veränderung des Geräuschpegels von 2 dB(A) zwischen Vergleichs- und Planungsfall berücksichtigt. Es wird zwischen innerörtlichen und außerörtlichen Geräuschbelastungen

¹⁷⁰ Für genauere Informationen sei an dieser Stelle auf die Erläuterungen in [16. BimSchV] verwiesen.

¹⁷¹ [16. BimSchV]

¹⁷² siehe [BMVBW 2000] S. 65

¹⁷³ siehe [FGSV 1997a] S. 20

¹⁷⁴ siehe [FGSV 1997] S. 38

unterschieden¹⁷⁵. In allen drei Verfahren werden die Lärmbelastungen in monetarisierter Form berücksichtigt.

In der Untersuchung „Nachhaltigkeit: Kriterien im Verkehr der Schweiz, [NFP 41 C5 1998]“, wird die Lärmbelastung in nicht monetarisierter Form in das Verfahren integriert. Lärmbelastungen werden nach Geräuschbelastung am Wohnort und in Schutz- und Erholungsgebieten unterteilt. Hierfür werden die Indikatoren

- Verkehrslärmbelastung am Wohnort [übermäßig belastete Personen], Angaben in Prozent,
- Verkehrslärmbelastung in Schutz-/Erholungsgebieten [übermäßig belastete Flächen (ha)]¹⁷⁶, Angaben in Prozent,

verwendet.. In [UBA 2001] wird der Indikator

- Anteil der Einwohner (Betroffene) mit einer täglichen/nächtlichen Lärmbelastung, die oberhalb der Immissionsorientierungswerte für Gesundheitsgefährdung, Schlafstörung und Kommunikationsbeeinträchtigung liegen¹⁷⁷

vorgeschlagen.

Die Art des im Bewertungsverfahren zur Erfassung der Lärmbelastung berücksichtigten Indikators hängt davon ab, ob die Lärmbelastung in einer monetarisierten oder nicht monetarisierten Form in das Verfahren eingeht. Diese Fragestellung wird im Kapitel 5.3.1.2 diskutiert. Deshalb soll hier Stelle nur allgemein der Indikator

- Lärmbelastungen im Untersuchungsgebiet (bezogen auf die Anzahl der betroffenen Menschen)

bestimmt werden. An dieser Stelle kann keine Diskussion über die verschiedenen Grenzwerte/Zielpegel geführt werden. Das ist ein eigenes Forschungsthema und geht über die Zielstellung dieser Arbeit hinaus. Es erscheint aber sinnvoll, zwischen Tages- und Nachtpegeln zu unterscheiden und somit differenziert nach der vorhandenen Nutzung der Bebauung Zielpegel für die Tages- und Nachtstunden festzulegen. Wenn der Indikator in nicht monetarisierter Form berücksichtigt werden soll, ist eine Gewichtung mit der Anzahl

¹⁷⁵ siehe [BMVBW 2002] S. 37 ff.

¹⁷⁶ siehe [NFP 41 C5 1998] S. A 7

¹⁷⁷ [UBA 2001] S. 35

der betroffenen Menschen notwendig. In der monetarisierten Form ergibt sich diese Gewichtung zwangsläufig.

Die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Lärmbelastungen sollten immer im Bewertungsverfahren berücksichtigt werden und nicht erst ab einer Veränderung des Geräuschpegels von 2 dB(A) (analog der BVWP-Methodik) zwischen Vergleichs- und Planungsfall, da es sinnvoll erscheint, im Bewertungsverfahren die durch die Lärmbelastungen hervorgerufenen negativen Effekte immer entsprechend deutlich zu machen. Der Indikator ist in der nachfolgenden Tabelle noch einmal kurz charakterisiert:

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
Lärmbelastungen (bezogen auf betroffene Menschen)	möglichst gering	quantitativer Messwert	Mittelungspegel in dB(A)

Tabelle 3-12: Ausgewählter Indikator für das Wirkungsfeld „Lärmbelastungen“

3.7 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Verkehrssicherheit“

Der Wirkungsbereich Verkehrssicherheit wird durch die Anzahl der Unfälle und die sich daraus ergebenden Folgen charakterisiert. Die Folgen können in

- Personenschäden,
- Sachschäden sowie
- Polizei- und Justizkosten

unterteilt werden¹⁷⁸. Wenn die Indikatoren in einer nicht monetarisierten Form in das Bewertungsverfahren eingehen sollen, bietet sich bezüglich der Personenschäden¹⁷⁹ eine Differenzierung in

- Anzahl Tote pro Jahr,
- Anzahl Schwerverletzte pro Jahr und
- Anzahl Leichtverletzte pro Jahr

analog der Vorgehensweise der Standardisierten Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs an. Dort werden die

¹⁷⁸ siehe [TU Dresden 2000] S. 36 ff.

¹⁷⁹ Diese Frage stellt sich nur bezüglich der Personenschäden, da sowohl Sachschäden als auch Polizei- und Justizkosten in der Einheit Euro gemessen werden und somit bereits monetarisiert vorliegen.

genannten Indikatoren ermittelt, indem durchschnittliche Unfallraten pro Million Fahrzeugkilometer, bei denen nach Unfallraten für Pkw innerorts und außerorts bzw. Bus- und Schienenverkehrsunfallraten unterschieden wird, mit den Fahrzeugkilometern pro Jahr multipliziert werden¹⁸⁰.

In der Untersuchung „Nachhaltigkeit: Kriterien im Verkehr der Schweiz, [NFP 41 C5 1998]“, werden Personenverkehrsunfälle durch die Indikatoren¹⁸¹

- Anzahl der Toten pro Jahr und
- Anzahl der Verletzten pro Jahr

erfasst. In der EWS und im Bewertungsverfahren des BVWP erfolgt keine direkte Ermittlung von Anzahl und Schwere der Unfälle, sondern es werden sofort Unfallkosten errechnet. Dies geschieht auf der Basis von streckenabhängigen Unfallkostenraten ($\text{€}(1000\text{Kfz}\cdot\text{km})$) und Unfallkostendichten ($1000\text{€}(\text{km}\cdot\text{a})$), bei denen zwischen Personen- und Sachschäden differenziert wird. Hierfür werden die Verkehrswege in ca. 50 verschiedene Streckentypen unterteilt, für die jeweils spezifische Unfallhäufigkeiten und Kosten pro Unfall vorliegen. Die Berechnung erfolgt, indem die Unfallkostenraten mit dem durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) auf der Strecke (für beide Fahrtrichtungen) und der Länge der untersuchten Strecke multipliziert werden. Es ergibt sich ein Kostensatz in €pro Jahr ¹⁸².

In welcher Form die Indikatoren in das Bewertungsverfahren eingehen, hängt davon ab, ob diese innerhalb des Bewertungsverfahrens monetarisiert werden. Dies wird ab Kapitel 5.3.1.2 diskutiert. Deshalb sollen an dieser Stelle für das Wirkungsfeld „Verkehrssicherheit“ allgemein

- Sachschäden und
- Personenunfälle (differenziert nach der Schwere) sowie
- Polizei- und Justizkosten

als Indikatoren für das Bewertungsverfahren charakterisiert werden. Durch diese Indikatoren erscheint das Wirkungsfeld „Verkehrssicherheit“ ausreichend erfasst. Diese sind zusammenfassend noch einmal in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

¹⁸⁰ siehe [BMVBW 2000] S. 66

¹⁸¹ siehe [NFP 41 C5 1998] S. A-17

¹⁸² Die Daten stammen aus [FGSV 1997] S. 33

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
Sachschäden	Möglichst gering	quantitativer Messwert	€pro Jahr
Personenunfälle (differenziert nach der Schwere)	Möglichst gering	quantitativer Messwert	Anzahl pro Jahr
Polizei- und Justizkosten	Möglichst gering	quantitativer Messwert	€pro Jahr

Tabelle 3-13: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Verkehrssicherheit“

3.8 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Aufenthaltsqualität“

3.8.1 Generelle Anmerkungen zur Auswahl von Indikatoren für den Bereich der städtebaulichen Effekte

In den vier nachfolgenden Arbeitsschritten werden Indikatoren für die Wirkungsfelder der städtebaulichen Effekte ausgewählt. Mit diesen Indikatoren sollen die Auswirkungen der Verkehrsinfrastruktur auf die in den Seitenbereichen der Verkehrsinfrastruktur vorhandene Bebauung, d. h. auf die in den Seitenbereichen existierende Stadtstruktur beurteilt werden.

Durch die Verkehrsinfrastruktur wird die Stadtstruktur in vielfältiger Weise beeinflusst. In Teil II wurden vier Wirkungen als für dieses Bewertungsverfahren relevant erkannt und ausgewählt. Dies waren die Wirkungen der Verkehrsinfrastruktur auf die

- Aufenthaltsqualität,
- Stadtraumqualität,
- Barrierewirkungen und
- stadtökologischen Effekte.

Die Bedeutung der jeweiligen städtebaulichen Effekte hängt stark von dem Umfeld der Straße ab. So wird z. B. die Aufenthaltsqualität umso bedeutender, je mehr Menschen im Umfeld der Straße leben, sich aufhalten usw., d. h., es muss mit Hilfe eines ersten Indikators beurteilt werden, wie stark die Notwendigkeit für eine hohe Aufenthaltsqualität ist. Diese Beurteilung wird nachfolgend als

- die Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts

bezeichnet. Zum anderen muss mit einem zweiten Indikator der städtebauliche Effekt selbst untersucht werden, wie gut z. B. die Aufenthaltsqualität in den Seitenbereichen des Straßenraumes ist und wie stark diese durch den Verkehr beeinträchtigt wird. Dieser zweite Indikator wird in dieser Arbeit als

- die Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung/Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts

bezeichnet. Demzufolge werden pro städtebaulichem Effekt immer zwei Indikatoren ausgewählt.

Indikatorcataloge zur Beurteilung von städtebaulichen Effekten existieren in vielfältiger Weise. Es ist an dieser Stelle nicht möglich, alle Indikatorenkataloge zu diskutieren. Vielmehr erscheint es notwendig, sich auf einige ausgewählte Untersuchungen zu beschränken. Eine weitergehende Zusammenfassung von Untersuchungen ist z. B. in der Studie „Fortschreibung der Methodik zur Bewertung städtebaulicher Effekte in der Bundesverkehrswegeplanung“ [BMV 1997] zu finden. Diese Studie ist eine aktuelle Untersuchung aus dem Bereich der Bewertung von städtebaulichen Effekten. In dieser sind aufbauend auf einer umfangreichen Literaturanalyse vorhandene Indikatoren weiterentwickelt und verbessert worden, so dass die in [BMV 1997] verwendeten Indikatoren den z. Z. aktuellen wissenschaftlichen Stand widerspiegeln¹⁸³.

3.8.2 Diskussion möglicher Indikatoren für das Wirkungsfeld „Aufenthaltsqualität“

Der Indikator hat zum Ziel, die generellen Möglichkeiten bzw. die Qualität, mit denen die nichtverkehrlichen Nutzungsansprüche in einem Straßenraum befriedigt werden können, zu bewerten. Diese Ansprüche haben ihren Ursprung in der Nutzung der umliegenden Raumstruktur und können u. a. sein¹⁸⁴:

- Raum zum Spielen für Kinder,
- Kommunikations- und Verweilraum für Anwohner,
- Außenplätze von Restaurants,

¹⁸³ Für weitergehende Informationen siehe [BMV 1997] Anlage 1

¹⁸⁴ [FGSV 1985] S. 23 ff.

- Platz für das Betrachten von Schaufenstern.

Da alle Aktivitäten gleichzeitig und auf denselben Flächen durchgeführt werden können, erscheint es nicht sinnvoll, die jeweiligen Aktivitäten getrennt zu betrachten. Ziel sollte es sein - in Abhängigkeit von der Nutzung der umgebenden Raumstruktur - möglichst gute Voraussetzungen zur Befriedigung von nichtverkehrlichen Aktivitäten zu schaffen.

Die Untersuchung „Straßenraum und Verkehrsverträglichkeit“ [Skoupil 1991] definiert zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität die Kriterien

- Bewegungsraum und
- Abschirmung.

Der Bewegungsraum wird mit Hilfe der Gehwegflächenbreite, dem Angebot von zusätzlichen, an den Gehweg angrenzenden Flächen für Aufenthalt und Spiel, dem Schutz der Gehwegflächen vor Zuparken, der Art der Begrenzung des Bewegungsraums und zusätzlichen Einbauten in Gehwegzonen (Masten u. ä.) beurteilt¹⁸⁵.

Die Abschirmung wird als Grad des Schutzes der Fußgänger vor dem fließenden Autoverkehr definiert. Hierfür werden geschwindigkeitsreduzierende Maßnahmen, Abstandsflächen zwischen Gehweg und Fahrbahn, die kleinräumige Gliederung des Gehweges bzw. die Bildung von Teilräumen sowie das Vorhandensein von Bäumen und Grünflächen bewertet. Beide Indikatoren werden auf einer vierteiligen Skala qualitativ eingeschätzt¹⁸⁶.

Ein Indikator zur Beurteilung des Anspruchs der Raumstruktur auf eine hohe Aufenthaltsfunktion wird nicht ermittelt, sondern es wird die tatsächlich vorhandene Situation (z. B. Lärm und Schadstoffbelastungen) mit der vorhandenen Aufenthaltsfunktion in Beziehung gesetzt¹⁸⁷.

In [IVU 1993] wird der Indikator "Breite Straßenraum" zur Beurteilung der Aufenthaltsfunktion entwickelt. In diesem wird als Kriterium die Breite des Straßenraumes, die für nichtverkehrliche Nutzungen zur Verfügung steht, bewertet. Als

¹⁸⁵ [Skoupil 1991] S. 94 ff.

¹⁸⁶ [Skoupil 1991] S. 94 ff.

¹⁸⁷ D. h., in dem Verfahren wird nicht nach dem theoretisch notwendigen Anspruch gefragt, sondern die tatsächlich vorhandene Situation untersucht. Dieses Vorgehen ist der Aufgabenstellung der Untersuchung geschuldet, wird aber dem in dieser Arbeit gestellten Anspruch nicht gerecht und aus diesem Grund auch nicht übernommen.

Beurteilungsgröße dient die Einhaltung von Alarm- und Orientierungswerten (Alarmwerte sind hier geltende Grenz- und Orientierungswerte)¹⁸⁸.

Durth entwickelt in [Durth 1989] einen Indikator, mit dem die Erlebnisqualität des Straßenraumes beschrieben werden kann. Hierfür werden die zwei Teilkriterien

- „Trassierung im Einklang mit der Topographie“ und
- „Beeinträchtigung durch umgebungsfremde Gestaltung vermeiden“

herangezogen. Diese werden einzeln mit Hilfe eines 5-skaligen Zielerreichungsgrades qualitativ beurteilt. Der Gesamtindikator Erlebnisqualität wird durch die Bildung des Mittelwertes der beiden Einzelkriterien gebildet¹⁸⁹. Ein Indikator zur Beurteilung des Anspruchs der Raumstruktur auf eine hohe Aufenthaltsfunktion wird auch hier nicht entwickelt.

In [BMV 1997] werden zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität zwei Indikatoren herangezogen. Mit dem Indikator "soziale Brauchbarkeit" werden die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Voraussetzungen für die Umsetzung (die potenziellen Realisierungsmöglichkeiten) des städtebaulichen Effekts beschrieben. Zur Bestimmung des Indikators werden die Kriterien

- Aufenthaltsfläche (vorhandene Fläche für nichtverkehrliche Nutzungen) und
- die aufgrund der Kfz-Belastung vorhandenen Qualitätsbeeinträchtigungen

untersucht¹⁹⁰. In der Studie wird ebenfalls ein Indikator entwickelt, mit dem die „Sensibilität der umgebenden Raumstruktur auf Gewährleistung des Aufenthaltsanspruchs“ bewertet werden kann. Hierfür dienen die Kriterien¹⁹¹

- Art der baulichen Nutzung,
- vorhandene Verdichtung und das Freiflächenangebot und
- Orientierung der Bebauung zur Straße.

Beide Indikatoren werden durch die Aggregation der jeweiligen Einzelkriterien unter Verwendung von Präferenzmatrizen¹⁹² gebildet.

¹⁸⁸ [IVU 1993] S. 18

¹⁸⁹ [Durth 1989] S. 38 ff.

¹⁹⁰ [BMV 1997] S. 80 ff. und Anlage 2 S. 13 ff.

¹⁹¹ [BMV 1997] S. 80 f und Anlage 2 S. 13 ff.

¹⁹² Präferenzmatrizen werden in Kapitel 4.2.4 genauer erläutert.

3.8.3 Auswahl der Indikatoren

Bei der Analyse bereits existierender Indikatoren ist ersichtlich, dass diese alle qualitativen Charakter besitzen und sich aus mehreren Einzelkriterien zusammensetzen, die durch verschiedene Verfahren zu einem beschreibenden Indikator zusammengefasst werden. Die dabei angewandte Genauigkeit hängt sehr stark vom Untersuchungsrahmen ab. Je kleiner dieser ist und je detaillierter die Straßenbauplanungen vorliegen, desto präziser kann auch die Aufenthaltsqualität bestimmt werden.

Alle vorgestellten Untersuchungen liefern Indikatoren zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität. Den in Kapitel 3.8.1 formulierten Anforderungen an die Indikatorstruktur entsprechen allerdings nur die Indikatoren aus der Untersuchung von [BMV 1997]. Deshalb erscheint es sinnvoll, diesen Katalog heranzuziehen.

Innerhalb dieser Arbeit könnte allerdings der Indikator „Soziale Brauchbarkeit“, der zur Beurteilung der Stärke der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung der Aufenthaltsqualität dient, genauer untersucht werden als dies im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung¹⁹³ notwendig war.

Es wird deshalb vorgeschlagen, als zusätzliches Kriterium die „gestalterische Qualität der für nichtverkehrliche Nutzungen zur Verfügung stehenden Flächen“ einzuführen, da dies ein entscheidendes Merkmal darstellt, von der u. a. abhängt, ob die Fläche von den Menschen als Aufenthaltsraum angenommen wird. Damit erscheinen zur Ermittlung des Indikators „Soziale Brauchbarkeit“ für den in diesem Verfahren angewendeten Untersuchungsrahmen die Kriterien

- Flächenverfügbarkeit zur Realisierung nicht verkehrlicher Nutzungen,
- deren gestalterische Qualität und
- die vorhandene Verkehrsbelastung

angemessen. Zur Beurteilung der Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts wird der in [BMV 1997] entwickelte Indikator „Aufenthaltsanspruch“ vorgeschlagen, der sich aus den nachfolgenden Teilkriterien zusammensetzt:

- die Art der baulichen Nutzung,

¹⁹³ Für diesen Zweck wurde der Indikator entwickelt.

- die vorhandene Verdichtung und das Freiflächenangebot und
- die Orientierung der Bebauung zur Straße.

Die Einschätzung, Bewertung der Kriterien, d. h. die Zuweisung von Skalenwerten erfolgt von Gutachtern durch den Vergleich der zu beurteilenden Infrastruktur mit Hilfe eines Einstufungsleitfadens. In diesem wird jeder Skalenwert von jedem Kriterium beschrieben und so möglichst genau charakterisiert. In dieser Arbeit sind in der Anlage E nur die möglichen Skalenwerte der einzelnen Teilgrößen dargestellt (diese können aus den jeweiligen Präferenzmatrizen entnommen werden). Der Einstufungsleitfaden zur Zuordnung der Werte wird nicht dargestellt, da dies den Umfang der Arbeit sprengen würde. Dieser kann für die aus [BMV 1997] übernommenen Kriterien in [BMV 1997] Anlage 2 entnommen werden bzw. muss für das Kriterium „gestalterische Qualität der für nichtverkehrliche Nutzungen zur Verfügung stehenden Flächen“ noch definiert werden. In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal beide Indikatoren zusammenfassend dargestellt¹⁹⁴.

Indikatoren zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität			
Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts		Abschätzung der Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	
Indikator	eingehende Kriterien	Indikator	eingehende Kriterien
Aufenthaltsanspruch	- Art der baulichen Nutzung, - Verdichtung, - Freiflächenangebot, - Orientierung an der Bebauung	Soziale Brauchbarkeit	- Flächenverfügbarkeit zur Realisierung nicht verkehrlicher Nutzungen, - gestalterische Qualität der Flächen, - vorhandene Verkehrsbelastung

Tabelle 3-14: Indikatoren zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität

3.9 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Stadttraumqualität“

3.9.1 Diskussion möglicher Indikatoren

Durch das Kriterium „Stadttraumqualität“ soll der Anspruch des Menschen an die bebaute Umwelt, auf Gestaltung, Bild und Erlebbarkeit des Straßenraumes deutlich gemacht bzw.

¹⁹⁴ Die Wertsynthese der Indikatoren sowie die zur Beurteilung der Einzelkriterien verwendeten Skalenwerte befinden sich aus Gründen der Übersichtlichkeit in Anlage A.

es sollen Zielkonflikte zwischen der Verkehrsmenge, der Fahrbahngestaltung und stadtgestalterischen Erfordernissen aufgezeigt werden¹⁹⁵.

Die Bedeutung des Indikators hängt von der Empfindlichkeit des Stadtraumes (z. B. aufgrund bedeutender historischer Gebäude gegenüber störenden Einflüssen des fließenden Verkehrs) und straßengestalterischen Elementen ab. Zur Bestimmung der Stadtraumqualität wird deshalb ein Indikator benötigt, mit dem die

- Stadtraumsensibilität (Sensibilität des Stadtraumes gegenüber den von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Störungen)

beurteilt werden kann. Ein zweiter Indikator dient zur Bewertung der

- Straßenqualität (dies sind die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Störungen auf den Stadtraum).

Die Stadtraumqualität ergibt sich, indem beide Indikatoren in Beziehung zueinander gesetzt werden¹⁹⁶.

In [Skoupil 1991] wird ein als „Straßenraumqualität“ bezeichneter Indikator entwickelt, der dem in dieser Arbeit definierten Indikator „Stadtraumqualität“ entspricht. Dieser wird durch nachfolgende Kriterien beschrieben¹⁹⁷:

- raumstrukturelle Elemente,
- Ordnungsprinzip,
- Raumschluss in Längsrichtung,
- Verhältnis Breiten/Höhen,
- Beurteilung der Baustruktur,
- Merkmalsqualität,
- Geschichtsbezug und
- Kfz-Prägung.

¹⁹⁵ Die Definitionen als auch die nachfolgend verwendeten Begriffe sind [BMV 1997] S. 78 entnommen.

¹⁹⁶ Die Regeln hierfür werden in Kapitel 5.3.3 erarbeitet.

¹⁹⁷ [Skoupil 1991] S. 80 ff.

Diese Kriterien werden einzeln qualitativ eingeschätzt. Die Straßenraumqualität wird anschließend auf dieser Grundlage mittels einer vierteiligen Skala (0 = sehr gering bis 4 = hoch bis sehr hoch) beurteilt.

In [IVU 1993] wird ein Indikator "Raumaufteilung" zur Beurteilung der Qualität des Stadtraumes entwickelt. Hierfür werden die Querschnittsproportionen der Straße untersucht. Als Beurteilungsgröße werden Alarm- und Orientierungswerte herangezogen¹⁹⁸.

Ein „Beurteilung der Stadterscheinung“ genannter Indikator wird in [Durth 1989] entwickelt. In diesen gehen vier Kriterien ein¹⁹⁹:

- Erhalten der Sichtbeziehungen auf gliedernde oder stadtbildprägende Elemente,
- Einhalten angenehm wirkender Proportionen,
- Unterstützung der Raumbildungen oder gestalterischen Verbindungen und
- störende Wirkungen von Ausstattungselementen der Straße vermeiden.

Die vier Kriterien werden auf einer 5-stufigen Zielerreichungsskala qualitativ beurteilt. Der Gesamtindikator wird ermittelt, indem der Mittelwert aus den vier Einzelkriterien gebildet wird.

In [BMV 1997] sind wieder, im Gegensatz zu den oben aufgezählten Untersuchungen, sowohl ein Indikator zur Bewertung der Straßenqualität als auch ein Indikator zur Abschätzung der Stadtraumsensibilität verfügbar²⁰⁰.

Der Indikator "Straßenqualität" dient zur Beurteilung der Wirkungen der Straße. Hierfür werden die Kriterien

- Raum- und Querschnittsproportionen der Straße und
- die betriebsbedingten Beeinträchtigungen durch die Straße (vorhandene Verkehrsbelastung)

analysiert. Die „Stadtraumsensibilität“ (die Empfindlichkeit des Stadtraumes gegenüber verkehrlichen Störungen) wird bewertet, indem die Kriterien

¹⁹⁸ [IVU 1993] S. 12

¹⁹⁹ [Durth 1989] S. 27 ff.

²⁰⁰ siehe [BMV 1997] S. 78 ff. und Anlage 1 S. 1 ff.

- Raumfolgen (Qualität und einheitliches Erscheinungsbild der Gebäude),
- Raumübergangsqualität (Existenz von eindeutig vorhandenen Raumeinheiten, Abgrenzbarkeit von einzelnen Raumeinheiten),
- visuelle Querbezüge (Existieren visuelle Querbezüge zwischen beiden Seiten der Straße?) und
- Einzelbauwerke (Existieren bedeutende Einzelbauwerke im Straßenraum?)

analysiert werden. Die Bildung der Indikatoren erfolgt wieder unter Zuhilfenahme von Präferenzmatrizen.

3.9.2 Auswahl der Indikatoren

Der Indikator „Beurteilung der Stadterscheinung“ aus [Durth 1989] beurteilt die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Störungen auf den Stadtraum nicht tiefgründig genug, da nur das allgemeine Kriterium „störende Wirkungen von Ausstattungselementen der Straße vermeiden“ in den Indikator eingeht. Dies erscheint für das hier zu erstellende Bewertungsverfahren nicht ausreichend.

Der in [Skoupil 1991] entwickelte Indikator der „Straßenraumqualität“ enthält sowohl Kriterien, die sich auf die Stadtraumsensibilität als auch auf die Straßenqualität beziehen. Allerdings werden diese sofort zu einem Indikator verdichtet, d. h., der in diesem Bewertungsverfahren gewollte Zwischenschritt der Bildung der Teilindikatoren „Straßenraumqualität“ und „Straßenqualität“ wird übersprungen²⁰¹. Die gleiche Situation liegt bei dem Indikator "Raumaufteilung" aus [IVU 1993] vor. Zudem setzt sich dieser lediglich aus zwei Einzelkriterien zusammen und erscheint damit zu einfach. Deshalb werden beide Indikatoren nicht übernommen und wieder auf die in [BMV 1997] entwickelten Indikatoren zurückgegriffen. Auch an dieser Stelle erfolgt die Einschätzung der Kriterien pro Indikator, d. h., die Zuweisung von Skalenwerten durch den Vergleich der zu beurteilenden Infrastruktur mit Hilfe eines Einstufungsleitfadens. Dieser kann aus [BMV 1997], Anlage 2, entnommen werden. Die Indikatoren und die darin eingehenden Kriterien sind in der nachfolgenden Tabelle noch einmal dargestellt.

²⁰¹ Grundsätzlich ist dies natürlich möglich.

Indikatoren zur Beurteilung der Stadtraumqualität			
Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts		Abschätzung der Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	
Indikator	eingehende Kriterien	Indikator	eingehende Kriterien
Stadtraumsensibilität	- Raumfolgen, - Raumübergangsqualität, - visuelle Querbezüge, - Einzelbauwerke	Straßenqualität	- Raum- und Querschnittsproportionen der Straße, - vorhandene Verkehrsbelastung

Tabelle 3-15: Indikatoren zur Beurteilung der Stadtraumqualität

3.10 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Barrierewirkungen“

3.10.1 Diskussion möglicher Indikatoren

Trennwirkungen beschreiben gemäß der Definition der „Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen“ [FGSV 1993] die trennende Wirkung einer Verkehrsinfrastruktur auf den sie umgebenden Stadtbereich und die damit verbundene Beeinträchtigung der Querungsmöglichkeiten der Straße für Fußgänger und Radfahrer²⁰². In diesem Sinne werden Trennwirkungen bereits heute in den gängigen Bewertungsverfahren²⁰³ berücksichtigt, d. h., es stehen bei der Betrachtung die Querungsmöglichkeiten für Fußgänger im Mittelpunkt.

In den Bewertungsverfahren der EWS und des BVWP erfolgt die Ermittlung der Trennwirkungen mit Hilfe eines quantitativen Verfahrens, d. h., durch die Berechnung von vorhandenen Zeitlücken zur Querung der Straße. Hierfür werden die Zeitverluste errechnet, die Fußgänger beim Überqueren der Straße erleiden. Als Ausgangswerte gehen u. a. die Art der Straße, die Verkehrsstärke, die Überquerungshäufigkeiten und die davon betroffenen Menschen in die Berechnung ein. Es ergibt sich der Zeitverlust in Stunden pro Jahr²⁰⁴. Demgegenüber werden in der Standardisierten Bewertung von Verkehrsweeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs Trennwirkungen als nicht sinnvoll quantifizierbar eingestuft. Die Wirkung der Investition wird deshalb nur verbal als positiv oder negativ hinsichtlich ihrer Trennwirkung beurteilt²⁰⁵.

²⁰² siehe z. B. [FGSV 1993] S. 14

²⁰³ siehe [BMVBW 2000] S. 72 ff., [FGSV 1997] S. 50 und [BMV 1993] S. 161 ff.

²⁰⁴ siehe [FGSV 1997] S. 50 und siehe [BMV 1993] S. 161 ff.

²⁰⁵ siehe [BMVBW 2000] S. 72 ff.

In dem Verfahren "Straßenraum und Verkehrsverträglichkeit" [Skoupil 1991] werden Trennwirkungen als Überquerungswiderstand der Fahrbahn definiert. Hierfür sind in der Untersuchung Geschwindigkeit, Verkehrsstärke und Straßenbreite die ausschlaggebenden Kriterien zur Beurteilung. Für verschiedene Straßenbreiten werden deshalb in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke (Kfz/h) und der gefahrenen Geschwindigkeit Belastungspunkte auf einer 10-teiligen Skala vergeben²⁰⁶.

Die von einer Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Trennwirkungen können darüber hinaus aber auch die gesamte Entwicklung einer städtebaulichen Struktur beeinflussen, indem räumlich-funktionale Beziehungen infolge starker Barrierewirkungen verändert werden²⁰⁷. Diese Effekte werden für dieses Bewertungsverfahren als bedeutsam eingeschätzt und sollen deshalb berücksichtigt werden. Durch die Erfassung von Zeitverlusten für Fußgänger erscheint dies allerdings nur unbefriedigend genau möglich, so dass die Methodiken der oben genannten Verfahren an dieser Stelle nicht übernommen werden sollten.

In [NFP 41 C5 1998] erfolgt die Berücksichtigung von Trennwirkungen mit Hilfe des Indikators „unzerschnittene Flächen“ [in Häufigkeitsverteilung nach Flächengröße]²⁰⁸. Dieses Kriterium ist sehr allgemein gehalten, so dass der Indikator in dieser Arbeit nicht verwendet werden sollte.

In Untersuchungen zur Beurteilung von städtebaulichen Effekten²⁰⁹ wird versucht, die Bedeutung der räumlich-funktionalen Beziehungen zwischen beiden Seiten der Verkehrsinfrastruktur in die Bewertung zu integrieren. In diesen Verfahren wird die Trennwirkung/Barrierewirkung in der Regel nicht mittels Zeitlücken untersucht, sondern mit Hilfe qualitativer Bewertungsverfahren abgeschätzt, d. h., der Grad der Trennwirkung wird mit Hilfe einer Ziel- oder Notenskala ermittelt.

In [BMV 1997] wird die Barrierewirkung einer Straße bewertet, indem ein Indikator den Anspruch der Stadtstruktur²¹⁰ auf Nicht-Trennung (dieser wird als Grunddurchlässigkeit bezeichnet) beurteilt und mit einem zweiten Indikator die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Trennwirkungen auf die Stadtstruktur analysiert werden.

²⁰⁶ [Skoupil 1991] S. 62 ff.

²⁰⁷ [BMV 1997] S. 82

²⁰⁸ [NFP 41 C5 1998] S. A-8

²⁰⁹ siehe z. B. [Huber 1990] S. 100 oder [BMV 97] S. 83 ff.

²¹⁰ Dieser Anspruch hat wiederum seinen Ursprung bei den „Nutzern“ der Stadtstruktur.

Die Grunddurchlässigkeit wird mit Hilfe von zwei Kriterien bestimmt²¹¹. Dies ist zum einen

- die Analyse des Raumbandes.

Hier ist von Interesse, wie das Raumband²¹² auf die an beiden Seiten angrenzenden Raumstrukturen wirkt. Das Raumband kann beide Seiten verbinden, wenn z. B. ähnliche Bebauungsstrukturen existieren und diese in der Art der Gestaltung aufeinander ausgerichtet sind. Es wirkt als Zäsur, wenn an beide Seiten verschiedene Nutzungsbereiche angrenzen und diese in keinerlei Verbindung zueinander stehen. Als zweites Kriterium wird

- die Verflechtung und Orientierung des Stadtbereiches

untersucht. Verläuft die Straße durch einen langsam und harmonisch gewachsenen Stadtteil, ist davon auszugehen, dass über das Raumband hinweg zahlreiche Verbindungen existieren. Sind dagegen an dem Raumband nur zufällig zwei verschiedene Stadtteile aneinander gewachsen, zwischen denen keine Austauschbeziehungen vorhanden sind, ergeben sich auch nur wenige Verbindungen über das Raumband hinweg²¹³. Der Indikator Grunddurchlässigkeit wird ermittelt, indem die beiden Kriterien mit Hilfe einer Präferenzmatrix zusammengefasst werden.

Die Durchlässigkeit der Straße (Trennwirkung) wird bewertet, indem ebenfalls zwei Kriterien herangezogen werden. Zum einen wird die bauliche Durchlässigkeit der Straßeninfrastruktur ohne Berücksichtigung des auf der Straße fließenden Verkehrs untersucht (ist es also grundsätzlich möglich, die Straße an jeder Stelle zu überqueren, oder befinden sich Zäune, Lärmschutzmauern o. ä. im Straßenraum?). Als zweites Kriterium wird vorgeschlagen, die Lage innerhalb des Ortes zu verwenden, wobei zwischen „das Raumband durchteilt den Ort im Zentrum“ und „das Raumband durchteilt den Ort peripher bzw. tangiert den Ort“ unterschieden wird. Diese Einteilung erscheint für die Ebene des Bundesverkehrswegeplanes ausreichend, ist aber für das hier zu erstellende Verfahren zu grob, da die zu untersuchende Infrastruktur bereits in einer detaillierten Planungsebene bewertet wird.

²¹¹ siehe [BMV 1997] Anlage 2 S. 26 ff.

²¹² siehe hierzu [Huber 1990] S. 100: An einem Raumband stoßen räumliche Strukturen, z. B. zwei Stadtbereiche, aufeinander. Ein Raumband kann ein Straßenraum, ein Fluss usw. sein und ist somit eine lineare Zone in der abstrahierte räumliche Strukturen aufeinander treffen. Raumbänder können verbinden (z. B. innerhalb eines kompakten zusammenhängenden Stadtviertels) oder trennen (z. B. Stadtviertel - Grünfläche).

²¹³ siehe [BMV 1997] Anlage 2 S. 24 ff.

Huber schlägt in [Huber 1990] zur Beurteilung der Durchlässigkeit der Straße den Einbezug der Trennwirkung des fließenden Verkehrs vor. Diese kann u. a. mit Hilfe von Verkehrsbelastungszahlen und der Breite der Straße ermittelt werden (analog der Zeitlückenberechnung)²¹⁴. Vereinfachend erscheint es ebenso möglich, die Verkehrsbelastung (den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV)) als Bezugsgröße auszuwählen.

3.10.2 Auswahl der Indikatoren

Eine reine Bestimmung der Trennwirkung auf der Grundlage von Zeitlücken ist nicht ausreichend, da der Anspruch der Stadtstruktur auf Nicht-Trennung in die Bestimmung der Trennwirkung einfließen sollte. Der Indikatorkatalog in [BMV 1997] erfüllt diese Forderung. Aus diesem Grund und im Hinblick auf eine spätere Aggregation aller städtebaulichen Indikatoren wird vorgeschlagen, auch hier die grundsätzliche Vorgehensweise von [BMV 1997] zu übernehmen.

Zur Abschätzung der Durchlässigkeit der Straße ist das in [BMV 1997] vorgeschlagene Kriterium „Lage der Straße innerhalb des Ortes“ zu ungenau, da in dem hier zu erstellenden Bewertungsverfahren auf einer detaillierteren Ebene bewertet werden kann, so dass dieses Kriterium nicht übernommen werden sollte. Es erscheint besser (analog dem Vorschlag von Huber), die sich durch den fließenden Verkehr ergebenden Trennwirkungen zu betrachten. Hiefür wird, dem Vorschlag von Huber²¹⁵ folgend, die vorhandene Verkehrsbelastung (DTV) als Indikator herangezogen. Der zur Zuordnung der Werte notwendige Einstufungsleitfaden für die einzelnen Teilgrößen kann wieder aus [BMV 1997] Anlage 2 entnommen werden. In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal die Indikatoren zusammenfassend dargestellt²¹⁶.

²¹⁴ siehe [Huber 1990] S. 190 ff.

²¹⁵ siehe [Huber 1990] S. 190 ff.

²¹⁶ Die Wertsynthese und die Skaleneinteilung der einzelnen Kriterien sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in Anlage C zu finden.

Indikatoren zur Beurteilung der Barrierewirkungen			
Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts		Abschätzung der Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	
Indikator	eingehende Kriterien	Indikator	eingehende Kriterien
Grunddurchlässigkeit	- Räumlicher Verbund zwischen beiden Seiten der Straße, - Verflechtung und Orientierung über das Raumband hinweg	Trennwirkung	- Verkehrsbelastung, - Qualität der Straße

Tabelle 3-16: Indikatoren zur Beurteilung der Barrierewirkungen

3.11 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Stadtökologische Effekte“

3.11.1 Diskussion möglicher Indikatoren

In diesem Wirkungsfeld werden die Wirkungen des Straßenraumes auf das städtische Kleinklima bewertet. Die Bedeutung des Bewertungskriteriums hängt sehr stark von der Umgebung der Straße ab. Wird z. B. eine Verkehrsinfrastruktur innerhalb einer kleinen Gemeinde bewertet, die von ausgedehnten Waldgebieten umgeben ist, kann der notwendige Beitrag der Verkehrsinfrastruktur zur Verbesserung der stadtklimatischen Qualität als weniger bedeutsam erachtet werden als in einer Großstadt mit wenig Grünflächen und einem hohen Versiegelungsgrad.

Deshalb soll auch hier wieder die Verbesserung der stadtkologischen Effekte mit der Notwendigkeit dafür gewichtet werden, d. h., es wird ein Indikator benötigt, mit dem

- die stadtklimatische Sensibilität (die Notwendigkeit, dass die Verkehrsinfrastruktur einen Beitrag zur Verbesserung der stadtkologischen Effekte leisten muss)

beurteilt werden kann. Ein zweiter Indikator dient zur Einschätzung

- der stadtklimatischen Qualität (der Beitrag der Verkehrsinfrastruktur zur Verbesserung der stadtkologischen Effekte).

In [IVU 1993] werden die Indikatoren

- Anzahl der Bäume und

- das Grünvolumen

zur Beurteilung der stadtökologischen Effekte untersucht. Hierfür werden Zustand, Anzahl und Größe der vorhandenen Bäume beurteilt und daraus der Anteil des Grünvolumens im Straßenraum errechnet²¹⁷. Der Indikator entspricht dem in dieser Arbeit gesuchten Indikator der stadtklimatischen Qualität. Eine Beurteilung der Notwendigkeit der Verbesserung der stadtökologischen Effekte (stadtklimatische Sensibilität) wird in der Studie nicht herangezogen.

In [Durth 1989] wird der Indikator „Kleinklima durch Vegetation verbessern“ verwendet. Zur Beurteilung dienen die Kriterien²¹⁸

- Kontinuität der Vegetation entlang der Straße,
- Breite der bepflanzten Bereiche und
- Höhe und Dichte der Bepflanzung.

Die Kriterien werden auf einer 5-stufigen Skala zu einem Zielerreichungsgrad zusammengefasst. Auch hier wird kein Indikator zur Abschätzung der stadtklimatischen Sensibilität des Straßenraumes entwickelt.

In [BMV 1997]²¹⁹ erfolgt die Ermittlung der stadtökologischen Effekte mit der auch für dieses Bewertungsverfahren als zweckmäßig erachteten Vorgehensweise. Dies geschieht, indem ein Indikator zur Beurteilung der Notwendigkeit, mit der die Verkehrsinfrastruktur einen Beitrag zur Verbesserung der stadtökologischen Effekte leisten muss, und ein Indikator, mit dem die Beurteilung der Verbesserung der stadtökologischen Effekte durch die Verkehrsinfrastruktur erfolgt, entwickelt werden.

Als ausschlaggebende Kriterien zur Beurteilung der stadtklimatischen Qualität dienen in [BMV 1997]²²⁰

- der Versiegelungsgrad der Straße und der umliegenden Bebauung und
- der Vegetationsgrad der Straße (Art des Bewuchses).

Die stadtklimatische Sensibilität des Stadtraumes wird durch die Kriterien

²¹⁷ [IVU 1993] S. 35 ff.

²¹⁸ [Durth 1989] S. 61 ff.

²¹⁹ siehe [BMV 1997] S. 84 ff. und Anlage 1 S. 30 ff.

²²⁰ siehe [BMV 1997] S. 84 ff. und Anlage 1 S. 30 ff.

- Einschätzung des Lagetyps (Grad der Verdichtung und Nutzung) und
- Gemeindegröße

abgeschätzt. Beide Indikatoren werden mit Hilfe einer Präferenzmatrix gebildet.

3.11.2 Auswahl der Indikatoren

Die Studien [IVU 1993] und [Durth 1989] entwickeln keine Indikatoren zur Abschätzung der stadtklimatischen Sensibilität des Straßenraumes. Die in [BMV 1997] entwickelte Vorgehensweise zur Bewertung der stadtoökologischen Effekte entspricht der in diesem Bewertungsverfahren als zweckmäßig erachteten Vorgehensweise, indem der Beitrag der Verkehrsinfrastruktur zur Verbesserung der stadtoökologischen Effekte mit der Notwendigkeit dafür in Beziehung gesetzt wird.

Deshalb wird vorgeschlagen, auch bei diesem Wirkungsfeld auf die in [BMV 1997] entwickelten Indikatoren zurückzugreifen²²¹. Der zur Beurteilung der Teilgrößen notwendige Einstufungsleitfaden ist in [BMV 1997] Anlage 2 zu finden. In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal die ausgewählten Indikatoren dargestellt.

Indikatoren zur Beurteilung der stadtoökologischen Effekte			
Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts		Abschätzung der Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	
Indikator	eingehende Kriterien	Indikator	eingehende Kriterien
Stadtklimatische Sensibilität	- Grad der Verdichtung und Nutzung, - Gemeindegröße	Stadtklimatische Qualität	- Versiegelungsgrad der Straße und der umliegenden Bebauung, - Vegetationsgrad der Straße

Tabelle 3-17: Indikatoren zur Beurteilung der stadtoökologischen Effekte

²²¹ Die Wertsynthese und die verwendeten Skalen zur Beurteilung der einzelnen Kriterien sind in der Anlage D zu finden.

3.12 Auswahl von Indikatoren für die Wirkungsfelder „Investitions-, Unterhaltungs- und Betriebskosten“

Für die beiden Wirkungsfelder

- Investitionskosten sowie
- Unterhaltungs- und Betriebskosten

werden in einem gemeinsamen Kapitel Indikatoren ausgewählt, da diese zum einen eine ähnliche Struktur besitzen und zum anderen heute bereits umfassend in allen Standardisierten Bewertungsverfahren berücksichtigt werden, so dass in diesem Bereich kein Forschungsbedarf erkennbar ist. Aus diesem Grund werden beide Wirkungsfelder hier nur kurz diskutiert.

Im BVWP werden unter dem Punkt "Investitionskosten" alle Kosten zusammengefasst, die zur Umsetzung des Projektes erforderlich werden. Dies sind Baukosten, Kosten für Flächenerwerb, Entschädigungen, baulicher Lärmschutz, bauliche Maßnahmen zur Minderung von Eingriffen in Natur und Landschaft. Kosten für die Erhaltung der Verkehrswege werden in die Komponenten Erneuerungskosten und Instandhaltungskosten²²² aufgeschlüsselt.

Erneuerungskosten sind Kosten, die die Leistungsfähigkeit der bereits existierenden Verkehrsinfrastruktur (im Vergleichsfall) sichern. Durch den Neubau der Straße (Planfall) können diese entfallen oder sich verringern. Bei den Instandhaltungskosten handelt es sich um die laufenden Unterhaltungskosten (Reinigungs- und Pflegearbeiten usw.)²²³.

Im Verfahren der EWS wird ebenfalls zwischen den Bau- und Unterhaltskosten der Infrastruktur unterschieden²²⁴. Als Bau- und Unterhaltskosten werden Investitionskosten (Grunderwerb, Kunstbauten, Erd- und Deckenbau) sowie laufende Kosten (baulicher Unterhalt, Arbeiten zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft wie Reinigungs-, Kontroll-, Pflegearbeiten, Winterdienst) herangezogen.

Die Methoden zur Einbeziehung der Investitions-, Unterhaltungs- und Betriebskosten in der BVWP und EWS sind umfassend und könnten deshalb auch in dieses Verfahren

²²² [BMV 93] S. 9

²²³ [BMVBW 2003] S. 33

²²⁴ [FGSV 1997] S. 29 ff.

übernommen werden²²⁵. Die Indikatoren sind in der nachfolgenden Tabelle noch einmal zusammenfassend dargestellt²²⁶.

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
Investitions-kosten	möglichst gering	quantitativer Messwert	Euro pro Jahr
Betriebs- und Unterhaltungs-kosten	möglichst gering	quantitativer Messwert	Euro pro Jahr

Tabelle 3-18: Ausgewählte Indikatoren für die Wirkungsfelder „Investitions-, Unterhaltungs- und Betriebskosten“

3.13 Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit

Die Berücksichtigung der Bedürfnisse von zukünftigen Generationen bereitet ein Problem, da unbekannt ist, welche Bedürfnisse bzw. welche Art von Infrastruktur zukünftige Generationen als notwendig erachten werden. Ein Ansatz zur Lösung bietet sich bei der Betrachtung der Nachhaltigkeitsdefinition von Repetto. Dieser definiert nachhaltige Entwicklung als eine Entwicklungsstrategie,

die alle Maßnahmen und Praktiken ablehnt, die die Lebensbedingungen für die heute lebenden Generationen fördern und dabei die Produktionsgrundlagen

²²⁵ Die Standardisierte Bewertung des ÖV ist eine speziell auf die Erfordernisse des Öffentlichen Verkehrs zugeschnittene Bewertungsmethode, bei der ebenfalls Investitions- und Unterhaltungskosten berücksichtigt werden. Allerdings geschieht dies auf einer speziell an die Erfordernisse des Öffentlichen Verkehrs zugeschnittene Methode, die nicht ohne weiteres auf andere Verkehrsträger übertragen werden kann.

²²⁶ An dieser Stelle kann gefragt werden, ob die Kosten diskontiert im Bewertungsverfahren berücksichtigt werden sollten bzw. ob allgemein eine Diskontierung in einem Bewertungsverfahren zulässig ist. Diese Fragestellung ist umstritten und es lassen sich sowohl Pro- als auch Kontra-Argumente finden. Das Thema ist umfassend genug für eine eigenständige Forschungsarbeit und kann deshalb an dieser Stelle nur kurz erwähnt werden.

Gronemann empfiehlt in [Gronemann 2001] bezüglich der Diskontierung zu unterscheiden, ob es sich bei den Größen um wirkliche monetäre Größen oder um transformierte Wirkungen (z. B. monetarisierte Umweltwirkungen) handelt. Bei wirklichen monetären Größen wie z. B. Investitionskosten erscheint eine Diskontierung zulässig, da in der Gegenwart für zukünftige Ausgaben wirklich weniger Geld angelegt werden muss. Umwelteffekte sind aber in ihren Wirkungen immer gleich, egal ob diese heute oder erst in einigen Jahren auftreten bzw. das Leid von zukünftigen Unfallopfern ist nicht weniger wert oder schlimmer, als das von heutigen Unfallopfern. Es kann auch nicht davon ausgegangen werden, dass zukünftige Generationen z. B. aufgrund von Lärm oder Schadstoffbelastungen hervorgerufene Beeinträchtigungen der Lebensqualität als weniger negativ empfinden als heutige Generationen. Deshalb erscheint eine Diskontierung dieser Wirkungen aus ethischen Gründen fraglich und sollte nicht durchgeführt werden.

Für weitergehende ausführlichere Diskussionen über diese Fragestellungen soll an dieser Stelle verwiesen werden auf: [Gronemann 2001] und [Bayer 2003].

inklusive der natürlichen Ressourcen erschöpfen und damit nachfolgende Generationen mit schlechteren Chancen auf Entwicklung und größeren Risiken belasten als die der heute lebenden Generationen²²⁷.

Auf Grundlage dieser Definition kann geschlussfolgert werden:

- Eine Entwicklung ist unnachhaltig, wenn zukünftige Generationen schlechtere Chancen auf Entwicklung und größere Risiken besitzen als die heutige Generation.

Basierend auf dieser Definition sind die Bedürfnisse zukünftiger Generationen gleichberechtigt berücksichtigt, wenn jede Generation die gleichen Chancen auf Entwicklung besitzt.

Demzufolge muss untersucht werden, ob sich durch eine Maßnahme die Chancen und Risiken von zukünftigen Generationen verändern, sich also die Optionen auf Entwicklung verbessern oder verschlechtern. Die Optionen für Entwicklung ergeben sich aus dem vorhandenen Kapitalstock, also dem Bestand an natürlichem und künstlichem Kapital. Verringert sich der Wert des Kapitalstocks, werden auch die sich aus dem Kapitalstock ergebenden Nutzungsmöglichkeiten geringer²²⁸. An dieser Stelle besteht wieder die bereits in Kapitel 1.3 diskutierte Problematik, dass es nicht möglich ist, den Wert des Kapitalstocks zu berechnen. Somit können keine Aussagen über den Grad der intergenerativen Gerechtigkeit getroffen werden. Um die intergenerative Gerechtigkeit dennoch ansatzweise im Bewertungsverfahren berücksichtigen zu können, wird vorgeschlagen, die in Kapitel 1.3 formulierten Mindestanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess als einen vereinfachten Indikator zur Beurteilung der intergenerativen Gerechtigkeit heranzuziehen, d. h., es wird untersucht ob die geltenden maximalen Nutzungsgrenzen des natürlichen Kapitalstocks von der Verkehrsinfrastruktur eingehalten werden. In Kapitel 2.3.2 wurde, um die Bewertung praktikabel zu gestalten, der natürliche Kapitalstock auf die Wirkungsfelder Schadstoffbelastung, Lärmbelastung, Klimawirkung und Ressourcennutzung (im Sinne von stofflichen Ressourcen, also Rohstoffen) eingegrenzt. An dieser Stelle wird jetzt vorgeschlagen, wegen der Kurzfristigkeit der Wirkung das Wirkungsfeld Lärmbelastung bei der Beurteilung der

²²⁷ [Repetto 1986] S.15

²²⁸ Wird z. B. der Bestand einer natürlichen Ressource immer geringer, werden damit auch die Möglichkeiten, diese zu nutzen, egal für welchen Zweck, immer weniger.

Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit auszuklammern²²⁹ und nur die Indikatoren der Wirkungsfelder

- Schadstoffbelastung,
- Klimawirkung und
- Ressourcennutzung (im Sinne von stofflichen Ressourcen, also Rohstoffen)

für das Wirkungsfeld Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit zu übernehmen. Für die drei genannten Wirkungsfelder wurden bereits in den vorangegangenen Kapiteln nachfolgende Indikatoren ausgewählt:

Indikator	Wirkungsfeld
NO _x -Belastungen	Schadstoffbelastung
VOC-Belastungen	Schadstoffbelastung
Benzolbelastungen	Schadstoffbelastung
Partikelbelastungen	Schadstoffbelastung
CO ₂ -Belastungen	Klimawirkung/Ressourcennutzung
Flächeninanspruchnahme	Ressourcennutzung

Tabelle 3-19: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit“

Damit werden die in der Tabelle aufgeführten Indikatoren zur Beurteilung des Wirkungsfelds der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit herangezogen, indem überprüft wird, ob pro Indikator die maximal mögliche Nutzung nicht überschritten wird.

3.14 Auswahl von Indikatoren für das Wirkungsfeld „Intragenerative Gerechtigkeit“

Intragenerative Gerechtigkeit beschreibt die Gerechtigkeit innerhalb einer Generation und kann damit u. a. als Gerechtigkeit zwischen den heute lebenden Menschen interpretiert werden. In der Literatur finden sich nur wenige Indikatoren und Methoden zur Messung und Ermittlung von intragenerativer Gerechtigkeit im Verkehrssystem. Einige

²²⁹ Die Abgrenzung ist zum anderen mit dem Gedankengang getroffen worden, „stoffliche“ Indikatoren zur Beurteilung heranzuziehen. Diese Vereinbarung ist eine normativ festgelegte Abgrenzung, über die diskutiert werden kann.

Überlegungen lassen sich in [Litman 2004a] finden, auf die an dieser Stelle Bezug genommen wird. Litman unterteilt intragenerative Gerechtigkeit in die Gerechtigkeitsprinzipien

- Horizontale Gerechtigkeit,
- Vertikale Gerechtigkeit bezüglich des Einkommens und
- Vertikale Gerechtigkeit bezüglich der Mobilitätsbefriedigung.

Horizontale Gerechtigkeit ist gewährleistet, wenn eine Gruppe von Menschen mit ähnlichen Bedürfnissen und Möglichkeiten, die gleiche Leistungen vom Staat erhalten, dafür ebenso gleiche Steuern zahlen. Dies schließt Verursachergerechtigkeit mit ein, d. h., die Kosten, die von den Verkehrsteilnehmern verursacht werden, sollen auch von den gleichen Menschen getragen, d.h., nicht externalisiert werden.

Ein Indikator zur Beurteilung der Verursachergerechtigkeit könnte damit die Höhe der externen Kosten des Verkehrs sein. Die Höhe der externen Kosten hängt nicht allein von der untersuchten Verkehrsinfrastruktur ab, sondern wird durch die rechtlichen Regelungen bzw. durch die Art der Verkehrspolitik entscheidend mitbestimmt. Die Verkehrspolitik ist durch die Verkehrsinfrastrukturmaßnahme aber nicht beeinflussbar. Deshalb erscheinen die externen Kosten zur Beurteilung, inwieweit eine einzelne Verkehrsinfrastrukturmaßnahme dem Kriterium intragenerativer Gerechtigkeit entspricht, nur bedingt geeignet. Dieser Indikator sollte herangezogen werden, wenn z. B. die Aufgabe steht, die Verkehrspolitik eines Landes zu bewerten.

Das in [Litman 2004a] erwähnte zweite Gerechtigkeitsprinzip, die vertikale Gerechtigkeit bezüglich des Einkommens, bezieht sich auf die Kostenverteilung zwischen verschiedenen Einkommensklassen. Maßnahmen, die schwächere Einkommensgruppen stärker unterstützen als Haushalte mit höherem Einkommen, werden hierbei als "Progressiv" bezeichnet. Ein Beispiel hierfür sind reduzierte Gebühren für geringere Einkommensklassen. Regressive Maßnahmen dagegen belasten Haushalte mit geringem Einkommen mehr als höhere Einkommensgruppen, z. B. durch eine fehlende einkommensabhängige Gebührenstaffelung, da dadurch Personengruppen mit geringem Einkommen einen höheren Prozentsatz am Einkommen aufwenden müssen als Haushalte mit hohem Einkommen.

Vertikale Gerechtigkeit bezüglich der Mobilitätsbefriedigung bedeutet die Sicherstellung einer Grundmobilität. Menschen, die aus altersmäßigen, gesundheitlichen oder finanziellen Gründen geringere Möglichkeiten zur Befriedigung ihrer

Mobilitätsbedürfnisse besitzen, sollten mit speziellen Maßnahmen bei der Befriedigung ihrer Mobilitätsbedürfnisse unterstützt werden. Beispiele sind hierbei Subventionen für den ÖV oder bauliche Anlagen für behinderte Menschen wie z. B. Rampen für Rollstuhlfahrer.

Bis auf den letzten genannten Punkt (vertikale Gerechtigkeit bezüglich der Mobilitätsbefriedigung) existiert bei den von [Litman 2004a] genannten Indikatoren das Problem, dass diese Gerechtigkeitsaspekte beschreiben, die von rechtlichen Regelungen abhängen, also von der staatlichen Ebene beeinflusst werden. Eine einzelne Verkehrsinfrastruktur kann diese nur indirekt verändern.

Der von Litman entwickelte Ansatz der vertikalen Gerechtigkeit bezüglich der Mobilitätsbefriedigung könnte allerdings mit Hilfe des in Kapitel 3.2 entwickelten Zugangsmaßes weiterverfolgt werden. Je ungleicher die Zugangsmaße pro sozioökonomischer Gruppe sind, desto ungleicher können die verschiedenen sozioökonomischen Gruppen ihre Bedürfnisse befriedigen. Es könnte also definiert werden, je ungleicher die Zugangsmaße pro sozioökonomischer Gruppe sind, desto geringer ist die intragenerative Gerechtigkeit der bewerteten Verkehrsinfrastruktur. Hierbei ist nicht die Höhe des Zugangsmaßes wichtig, sondern relevant sind die Unterschiede zwischen den einzelnen sozioökonomischen Gruppen. Die sozioökonomischen Gruppen fragen Raumstrukturgrößen unterschiedlich stark nach²³⁰. Deshalb können diese nicht direkt verglichen, sondern müssen auf eine Bezugsgröße normiert werden. Hierfür bietet sich der in Abbildung 3-16 auf Seite 88 dargestellte „Anteil der sich innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden nachgefragten Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall“²³¹ an. Die Werte sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

²³⁰ siehe Seite 86

²³¹ Vergleich der theoretischen Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes (welche Raumstrukturgrößen würden die sozioökonomischen Gruppen nachfragen, wenn alle Raumstrukturgrößen ohne jeden Aufwand erreicht werden könnten) mit denen sich in der Realität innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden Raumstrukturgrößen deutlich. (Prozentualer Vergleich wobei jeweils die Werte der theoretischen Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes 100 % sind).

Anteil der sich innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden nachgefragten Raumstrukturgrößen		
Sozioökonomische Gruppen	Vorher-Fall	Nachher-Fall
Gruppe A	58 %	62 %
Gruppe B	58 %	64 %
Gruppe C	56 %	62 %

Tabelle 3-20: Anteil der sich innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden nachgefragten Raumstrukturgrößen

Für die Interpretation der Werte könnte der Betrag der Schwankung (Unterschied zwischen der Gruppe mit dem besten und dem schlechtesten Erreichbarkeitswert) als Gerechtigkeitsindikator herangezogen und der Grad der Gerechtigkeit auf einer Notenskala abgebildet werden. Da die 5-teilige Notenskala sehr gebräuchlich ist, wird diese aus Praktikabilitätsgründen ausgewählt. Dies ist in der nachfolgenden Tabelle beispielhaft dargestellt.

Notenskala Indikator Gerechtigkeit	Größe der Schwankung zwischen dem besten und schlechtesten Wert (Beispielwerte – nur zur Verdeutlichung)
1 (Verkehrssystem ist „gerecht“)	Wert < 2 %
2	2 % = < Wert < 5 %
3	5 % = < Wert < 10 %
4	10 % = < Wert < 15 %
5 (Verkehrssystem ist „ungerecht“)	Wert = > 15 %

Tabelle 3-21: Vorschlag für den Indikator „Intragenerative Gerechtigkeit“

Zusammengefasst ergibt sich damit ein quantitativer Messwert zur Beurteilung der intragenerativen Gerechtigkeit:

Indikator	Zielwert	Indikatorart	Maßeinheit
Grad der Erreichbarkeit bei den einzelnen sozioökonomischen Gruppen	Unterschiede möglichst gering (Nutzwert 1)	quantitativer Messwert	Nutzwert

Tabelle 3-22: Ausgewählter Indikator für das Wirkungsfeld „Intragenerative Gerechtigkeit“

3.15 Zusammenfassung der ausgewählten Indikatoren

In Teil III wurden für alle Wirkungsfelder ein oder mehrere Indikatoren ausgewählt, mit denen es möglich erscheint, das entsprechende Wirkungsfeld zu messen. Es zeigt sich, dass einige Indikatoren mehrere Wirkungsfelder gleichzeitig charakterisieren können. Es ist

nun Aufgabe im weiteren Verlauf der Arbeit eine Methodik zu entwickeln, mit der die ausgewählten Indikatoren aggregiert und somit zu einer bewertenden Aussage zusammengefasst werden können. In der nachfolgend dargestellten Tabelle sind noch einmal alle ausgewählten Indikatoren für die 14 Wirkungsfelder zusammengefasst :

Nr.:	Wirkungsfeld	Indikatoren
1	Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer (in Abhängigkeit der Nutzerkosten)	Zugang (Akzeptanzwahrscheinlichkeit)
2	Schadstoffbelastungen	NO _x -Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)* VOC-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)* Benzol-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)* Partikel-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)*
3	Klimawirkung	CO ₂ (für Klimawirkung)
4	Ressourcennutzung	CO ₂ (für Energieverbrauch) Flächeninanspruchnahme
5	Lärmbelastungen	Lärmbelastungen (bezogen auf Betroffenheiten)*
6	Verkehrssicherheit	Unfallopfer Sachschäden Polizei- und Justizkosten
7	Aufenthaltsqualität	soziale Brauchbarkeit = f (Flächenverfügbarkeit zur Realisierung nicht verkehrlicher Nutzungen, gestalterische Qualität der Flächen, vorhandene Verkehrsbelastung) bezogen auf: Aufenthaltsanspruch = f (Art der baulichen Nutzung, Verdichtung, Freiflächenangebot, Orientierung an der Bebauung)
8	Stadtraumqualität	Straßenqualität = f (Raum- und Querschnittsproportionen der Straße, vorhandene Verkehrsbelastung) bezogen auf: Stadtraumsensibilität = f (Raumfolgen, Raumübergangsqualität, visuelle Querbezüge, Einzelbauwerke)
9	Barrierewirkungen	Trennwirkung = f (Verkehrsbelastung, Qualität der Straße) bezogen auf: Grunddurchlässigkeit = f (Räumlicher Verbund zwischen beiden Seiten der Straße, Verflechtung und Orientierung über das Raumband hinweg)
10	Stadtökologische Effekte	Stadtklimatische Qualität = f (Versiegelungsgrad der Straße und der umliegenden Bebauung, Vegetationsgrad der Straße) bezogen auf: Stadtklimatische Sensibilität = f (Grad der Verdichtung und Nutzung, Gemeindegröße)
11	Investitionskosten	Investitionskosten
12	Betriebs- und Unterhaltungskosten	Betriebs- und Unterhaltungskosten
13	intragenerative Gerechtigkeit	Unterschiedliche Erreichbarkeiten zwischen den sozioökonomischen Gruppen
14	intergenerative Gerechtigkeit	NO _x -Belastungen (absolut) VOC-Belastungen (absolut) Benzol-Belastungen (absolut) Partikel-Belastungen (absolut) CO ₂ -Belastungen (absolut) Flächeninanspruchnahme (absolut)

Tabelle 3-23: Ausgewählte Indikatoren für die Wirkungsfelder

* was unter dem Wort „Betroffenheiten“ verstanden werden sollte, also welche Wirkungen berücksichtigt werden (dies können Wirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Gebäude usw. sein) wird im Rahmen der Wertsynthese im Kapitel 5.3.2 diskutiert.

4 Teil IV: Grundsätzliche Ausgestaltung des Verfahrens zur Bewertung und Wertsynthese der Wirkungsfelder

4.1 Aufgabenstellung von Teil IV

In Teil IV steht die Fragestellung im Mittelpunkt, mit welchen Methoden die ausgewählten Wirkungsfelder und Indikatoren aggregiert werden sollten und wie die in Teil II formulierten Anforderungen an den Bewertungsprozess innerhalb des Bewertungsverfahrens umsetzbar sind.

Hierfür werden zunächst einzelne grundlegende Bewertungsmethoden²³² sowie deren Vor- und Nachteile analysiert (Kapitel 4.2). Daran anschließend wird im Kapitel 4.3 eine Struktur für das hier zu erstellende Bewertungsverfahren entwickelt. Dies geschieht aufbauend auf dem in Teil I entwickelten grundsätzlichen Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur in Bewertungsverfahren. Hierfür wird untersucht mit welchen Bewertungsmethoden (Kosten-Nutzen-Analysen, Nutzwertanalysen usw.) dieser grundsätzliche Ansatz in ein Bewertungsverfahren umgesetzt werden kann. Das geschieht allerdings noch ohne konkrete Wertsyntheseregeln zu entwickeln. Dies ist Aufgabe des sich daran anschließenden Teil V. Damit steht Teil IV unter der zusammenfassenden Aufgabenstellung:

Wie sollte die grundlegende Struktur des Bewertungsverfahrens gestaltet werden?

4.2 Diskussion möglicher Bewertungsmethoden

Im Bereich der Verkehrsplanung existieren eine Reihe verschiedener Bewertungsmethoden zur Beurteilung von Verkehrsinfrastruktur. Diese können in die drei Gruppen der

- nichtformalisierten Verfahren,
- teilformalisierten Verfahren und
- formalisierten Verfahren

²³² Unter Bewertungsmethoden werden die Methoden der Bewertung, also Kosten-Nutzen-Analysen, Nutzwertanalysen usw. verstanden.

unterteilt werden. Nichtformalisierte Verfahren sind Urteile von Einzelpersonen oder Personengruppen, beruhen auf einer ganzheitlichen Abwägung der Vor- und Nachteile und beinhalten einen hohen subjektiven Wertanteil²³³.

In den Bereich der teilformalisierten Verfahren sind u. a. multikriterielle Wirkungsdarstellungen und Verträglichkeitsprüfungen, Eliminationsverfahren und Rangordnungsverfahren einzuordnen. Bei diesen Verfahren erfolgen die Bewertungen u. a. auf Basis der originalskalierten Wirkungen bzw. Indikatoren.

Zu den formalisierten Verfahren gehören z. B. die Kosten-Nutzen- und Nutzwertanalyse. Bei diesen Verfahren erfolgt die Beurteilung auf der Grundlage eines hochaggregierten Kennwertes (z. B. dem Nutzen-Kosten-Verhältnis oder Nutzwert).

Jedes Bewertungsprinzip besitzt spezifische Vor- als auch Nachteile. Deshalb erscheint es nicht sinnvoll, ein bestimmtes Verfahren als immer grundsätzlich geeignet oder generell unbrauchbar einzuordnen. Vielmehr sollte für jede Aufgabenstellung geprüft werden, welches Verfahren am zweckmäßigsten erscheint. Aus diesem Grund sollen nun die wichtigsten Bewertungsverfahren sowie deren Vor- und Nachteile diskutiert werden. Aufbauend auf den herausgearbeiteten Eigenschaften ist es dann möglich, die für diese Bewertungsaufgabe am besten geeigneten Methoden auszuwählen.

4.2.1 Kosten-Nutzen-Analysen

Die Kosten-Nutzen-Analyse ist die heute bei den standardisierten Bewertungsverfahren im Verkehr am häufigsten angewendete Methode. Sie hat zum Ziel, die bei einem Projekt anfallenden volkswirtschaftlichen Kosten und Nutzen zu ermitteln und gegenüberzustellen. Damit sind Aussagen über die Effizienz eines Projektes möglich²³⁴. Liegt das Nutzen-Kosten-Verhältnis über 1, sind die durch das Projekt anfallenden Nutzen größer, als die dadurch verursachten Kosten und damit erscheint das Projekt aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoll. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis kann gebildet werden, wenn alle Wirkungen in monetarisierter Form in die Bewertung eingehen. In der nachfolgenden Tabelle ist der Ablauf der Kosten-Nutzen-Analyse dargestellt.

²³³ [Beckmann 2000] S. 60

²³⁴ [Hanusch 1994] S. 3, [Hauger 2003] S. 342

Arbeitsschritt	Bemerkungen
Vorfeld der Analyse	Problemdefinition, Konkretisierung eines Zielsystems, Festlegung und Gewichtung der relevanten Entscheidungskriterien, Analyse der Rahmenbedingungen, Auswahl und Darstellung der Alternativen
Erfassung der Vor- und Nachteile sowie Prognose der Auswirkungen der Alternativen	Wirkungen der einzelnen Alternativen bezüglich der Ziele, Berücksichtigung aller auftretenden realen Wirkungen
Bewertung der Wirkungen	In monetären Größen, Kosten sind negativer, Nutzen sind positiver Zielbeitrag
Sensitivitätsanalyse	Feststellen der Empfindlichkeit der Analyseergebnisse gegenüber Änderungen der Annahmen und Eingangsdaten
Diskontierung	Kosten treten schwerpunktmäßig in der Bauphase, Nutzen schwerpunktmäßig erst nach der Fertigstellung auf. Es kann also wegen Inflation und Verzinsung nicht alles zu heutigen Preisen gerechnet werden.
Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen	Es wird der Quotient der beiden Summen (Kosten und Nutzen) gebildet. Es ergibt sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis.
Verbale Beschreibung der intangiblen Wirkungen	Gesonderte Darstellung der nicht-monetarisierbaren Indikatoren
Gesamtbeurteilung und Entscheidung	Für diejenige Alternative mit dem besten Nutzen-Kosten-Verhältnis unter nachrichtlicher Einbeziehung intangibler Wirkungen

Abbildung 4-1: Ablauf der Kosten-Nutzen-Analyse, aus [Fürst, Scholles 2001] S. 222 übernommen.

Der Vorteil der Methode besteht in der guten Vergleichbarkeit unterschiedlicher Wirkungen, da diese im Verfahren monetarisiert werden. Eine Gewichtung der einzelnen Wirkungen untereinander ist nicht unmittelbar notwendig. Diese ergibt sich durch die Höhe des Geldbetrages der verschiedenen Wirkungen zwangsläufig.

Nachteil der Methode ist die Notwendigkeit, alle Wirkungen in Geldbeträge umzuwandeln. Bei Umweltwirkungen besteht aufgrund der Komplexität der Ökosysteme, des Vorhandenseins von Wissenslücken (z. B. über Langzeiteffekte oder der grundsätzlich möglichen Regenerationsfähigkeit der Umwelt)²³⁵ immer das Risiko, die tatsächlichen Kosten der Wirkungen falsch einzuschätzen²³⁶. Bei komplexen Wirkungsketten ist eine eindeutige Monetarisierung der Wirkungen zudem schwer umzusetzen. Deshalb erscheint es nicht möglich, Umweltwirkungen bzw. Ressourcennutzungen vollständig zu monetarisieren²³⁷.

Neben Wirkungen, deren Monetarisierung in Teilen, aber nicht vollständig möglich ist, existieren eine Reihe von Wirkungen, deren Monetarisierungsmöglichkeit grundsätzlich in

²³⁵ [Hauger 2003] S. 371

²³⁶ [UBA 2002a] S. 18 oder [Schuh 2001a] S. 19

²³⁷ [IÖW 20/88] S. 17

Frage gestellt werden kann. Dies sind z. B. subjektive Werturteile wie die Schönheit einer Landschaft²³⁸. Für diese, sogenannte intangible Wirkungen existieren keine Marktpreise. Der Versuch, solche Indikatoren in Geldwerte umzuwandeln, führt über gedankliche Hilfskonstrukte²³⁹ und damit zu Verzerrungen, da verschiedene Ansätze zwangsläufig verschiedene Ergebnisse liefern²⁴⁰. Dieses Problem wird auch in den heute verwendeten Bewertungsverfahren diskutiert und kann zum Weglassen²⁴¹ des Indikators führen bzw. dieser wird nachträglich deskriptiv dem Nutzen-Kosten-Verhältnis beigefügt. Beide Vorgehensweisen erscheinen unbefriedigend, da ein Weglassen des Indikators dem Zuweisen des Wertes von 0 € gleichbedeutend ist, also die Wirkung überhaupt keinen Wert besitzt. Ein nachträgliches Ergänzen durch eine Beschreibung der Wirkung kann dazu führen, dass diese nur als ergänzende Information wahrgenommen wird und somit immer einen geringeren Einfluss besitzt als Wirkungen, die direkt in die Kosten-Nutzen-Analyse einfließen²⁴². Die Entscheidung, ob eine Wirkung in die Kosten-Nutzen-Analyse integriert wird, hängt damit häufig nicht alleine von deren Bedeutung, sondern ebenso von deren Eignung für eine Monetarisierung ab²⁴³.

Viele monetäre Ansätze bedingen zuvor ethische Grundsatzentscheidungen, da sich wissenschaftlich eindeutige Aussagen (z. B. über den Wert eines Menschenlebens) nicht finden lassen²⁴⁴. Dies kann dazu führen, dass sich die Kosten der gleichen Wirkung in verschiedenen Studien sehr unterscheiden.

Kosten-Nutzen-Analysen erfordern zudem die Festlegung von Diskontraten, da nicht alle Nutzen und Kosten im selben Zeitraum anfallen. Um die Vergleichbarkeit gewährleisten zu können, werden diese auf einen einheitlichen Bezugszeitpunkt bezogen. Die Höhe der hierfür gewählten Diskontrate hat einen direkten Einfluss auf die Berücksichtigung der Bedürfnisse von zukünftigen Generationen. Die Prognose der korrekten Diskontrate ist aber mit enormen Unsicherheiten behaftet, bzw. es wird teilweise grundsätzlich angezweifelt, ob eine Diskontierung überhaupt erfolgen darf²⁴⁵.

²³⁸ [Hanusch 1994] S. 10

²³⁹ Diese geschieht mit der Bildung von Schattenpreisen.

²⁴⁰ [Fürst, Scholles 2001] S. 229, [Hauger 2003] S. 343, [Hanusch 1994] S. 9

²⁴¹ [Beckmann 1998] S. 16.5-6

²⁴² siehe hierzu z. B. [Schuh 2001] S. 273 oder [Schreiner 2003] S. 2

²⁴³ [Fürst, Scholles 2001] S. 227

²⁴⁴ [IÖW 20/88] S. 22

²⁴⁵ siehe hierfür auch Kapitel 3.12 der Arbeit oder z. B. [Fürst, Scholles 2001] S. 227

4.2.2 Nutzwertanalyse der ersten Generation

Die Nutzwertanalyse hat zum Ziel, die Vorteilhaftigkeit eines Zustandes, einer Maßnahme oder einer Planung einzuschätzen²⁴⁶. Hierbei handelt es sich um ein multikriterielles Bewertungsverfahren. Von Zangemeister wird sie wie folgt definiert:

„Die Nutzwertanalyse ist 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 dieser Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen“²⁴⁷.

Da es sich bei der Nutzwertanalyse um ein nichtmonetäres Bewertungsverfahren handelt und es nicht notwendig ist, alle Indikatoren zu monetarisieren, besitzt dieses gegenüber der Kosten-Nutzen-Analyse den Vorteil einer leichter möglichen Berücksichtigung von quantitativen, qualitativen als auch beschreibenden Kriterien. Es lassen sich Nutzwertanalysen der ersten und zweiten Generation unterscheiden. In der ersten Generation, die auf Arbeiten von Zangemeister²⁴⁸ basiert, werden kardinalskalierte Zielerträge mittels stetiger Zielerreichungsgradfunktionen in Zielerreichungsgrade umgewandelt und unter Einbezug von Gewichten addiert. Der strukturelle Ablauf einer Nutzwertanalyse der ersten Generation ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

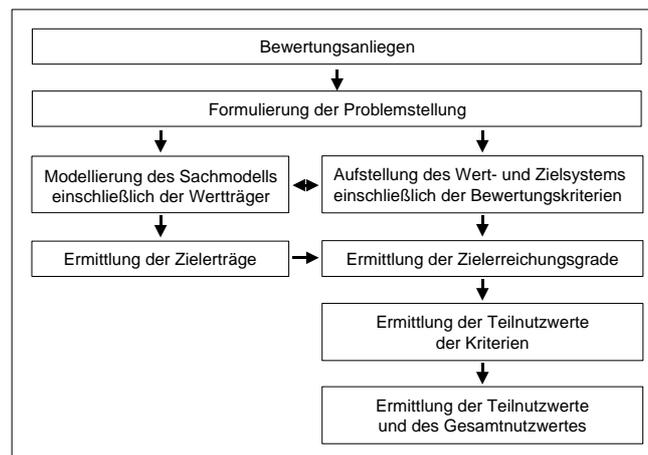


Abbildung 4-2: Struktur der Nutzwertanalyse aus [Schnabel, Lohse 1997]: S. 386

Für die Nutzwertanalyse werden nachfolgende Ausgangsinformationen benötigt:

- Aufstellung eines Zielbaumes zur Wertsynthese,

²⁴⁶ [Schnabel, Lohse 1997] S. 386

²⁴⁷ [Zangemeister 1970] S. 45

²⁴⁸ [Zangemeister 1970]

- Festlegung von Gewichten für die einzelnen Ziele,
- Zielerreichungsgradfunktionen zur Umwandlung der Indikatoren in Nutzwerte,
- Regeln für die Aggregation der einzelnen Nutzwerte.

Das Verfahren beginnt mit der Formulierung der Zielstellung, einer Modellierung des Sachmodells und der Aufstellung des Wert- und Zielsystems der Bewertung. Anschließend werden die Zielerträge mittels Indikatoren gemessen. Da diese noch in den originären Messgrößen vorliegen und somit schlecht verglichen bzw. zusammengefasst werden können, werden sie in einem nächsten Schritt in Nutzwerte bzw. Zielerreichungsgrade umgewandelt. Das geschieht mit Hilfe von Zielerreichungsgradfunktionen. Anschließend werden die Nutzwerte mit Hilfe von Wertsyntheseregeln zu einem Gesamtnutzwert pro Alternative zusammengefasst²⁴⁹. Hierfür stehen verschiedene Regeln zur Verfügung, von denen einige nachfolgend zusammenfassend dargestellt sind.

Wenn das Bewertungsobjekt in mehrere Teile (Bewertungselemente) zerlegt wurde, die einzeln untersucht und bewertet werden, müssen diese zunächst zur Bildung der Teilnutzwerte (Nutzwert pro Indikator) aggregiert werden. Dies kann mit der nachfolgenden Formel geschehen:

$$TNW_k = \frac{\sum_{i=1} ZG_{ki} * S_{ki}}{\sum_{i=1} S_{ki}}$$

Gleichung 4-1: Berechnung eines Teilnutzwertes bei linearer Berücksichtigung der maßgebenden Strukturgröße [Schnabel, Lohse 1997]: S. 393

TNW_k = Teilnutzwert für Indikator K

ZG_{ki} = Zielerreichungsgrad für Indikator K bezogen auf das Bewertungselement I

S_{ki} = maßgebende Strukturgröße (z. B. Länge des bewerteten Teilstücks)

Bei Anwendung dieser Formel, gehen die Zielerreichungsgrade als auch die maßgebenden Strukturgrößen linear in die Wertsynthese ein. Der Gesamtnutzwert wird gebildet, indem die Teilelemente mit Gewichten und falls notwendig, mit Betroffenheiten (z. B. Anzahl der betroffenen Menschen) versehen werden. Dies geschieht mit der nachfolgenden Formel:

²⁴⁹ Für weitergehende Informationen wird z. B. „Umweltplanung – Handbuch Theorien und Methoden“ [Fürst, Scholles 2001] oder „Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2“ [Schnabel, Lohse 1997] empfohlen.

$$\text{Gesamtnutzwert} = \frac{\sum_k TNW_k * G_k * SS_k}{\sum_k G_k * SS_k}$$

Gleichung 4-2: Berechnung des Gesamtnutzwertes bei linearer Berücksichtigung der Gewichte und der maßgebenden Strukturgrößen [Schnabel, Lohse 1997]: S. 396

G_k = Gewicht des Teilnutzwertes (Indikators) K

SS_k = Summe der Strukturgröße des Teilnutzwertes (Indikators) K (zur Berücksichtigung der Betroffenheit)

Die Gewichte und die Betroffenheiten gehen auch hier in linearer Form in die Berechnung ein. Diese Form der Wertaggregation ist sehr einfach und unspezifisch. Besser erscheint eine Synthese mit nichtlinearen und variablen Gewichten. Dies ist mit der nachfolgenden Formel möglich²⁵⁰:

$$\text{Gesamtnutzwert} = \frac{\sum_k \sum_{i=1} ZG_{ki} * f(ZG_{ki}) * f(S_{ki})}{\sum_k \sum_{i=1} f(ZG_{ki}) * f(S_{ki})}$$

Gleichung 4-3: Berechnung des Gesamtnutzwertes bei nichtlinearer Berücksichtigung der Gewichte und maßgebenden Strukturgrößen [Schnabel, Lohse 1997]: S. 397

K = Indikator K

I = Bewertungselement („Teilstücke des Bewertungsobjekts“) bezüglich des Indikators K

ZG_{ki} = Zielerreichungsgrad für Indikator K bezogen auf das Bewertungselement I

S_{ki} = maßgebende Strukturgröße des Bewertungselements bezüglich des Indikators K (z. B. Länge des bewerteten Teilstücks)

Bei dieser Wertsynthese können sowohl die Zielerreichungsgrade als auch die Betroffenheiten in nichtlinearer Form in die Bewertung eingehen. Die Gewichte der Indikatoren richten sich hier nach den Betroffenheiten und verändern sich mit diesen. Zudem können die Zielerreichungsgrade mittels einer inneren Skalengewichtung spezifiziert werden. Auf diese Weise ist es möglich, z. B. besonders große oder kleine Zielerreichungsgrade gesondert zu berücksichtigen bzw. es können Abhängigkeiten einzelner Indikatoren untereinander (Substituierbarkeit, Komplementarität usw.) dargestellt werden. Zur Verdeutlichung sind in den nachfolgenden Grafiken beispielhafte Wichtungsfunktionen von Strukturgrößen und Zielerreichungsgradfunktionen dargestellt.

²⁵⁰ Diese Formel vereint die beiden gerade beschriebenen Teilschritte: 1. Zusammenfassen der Teilnutzwerte pro Indikator (nur notwendig, wenn das Bewertungsobjekt in mehrere Teile zerlegt wurde) und 2. das Zusammenfassen der Teilnutzwerte pro Indikator zu einem Gesamtnutzwert.

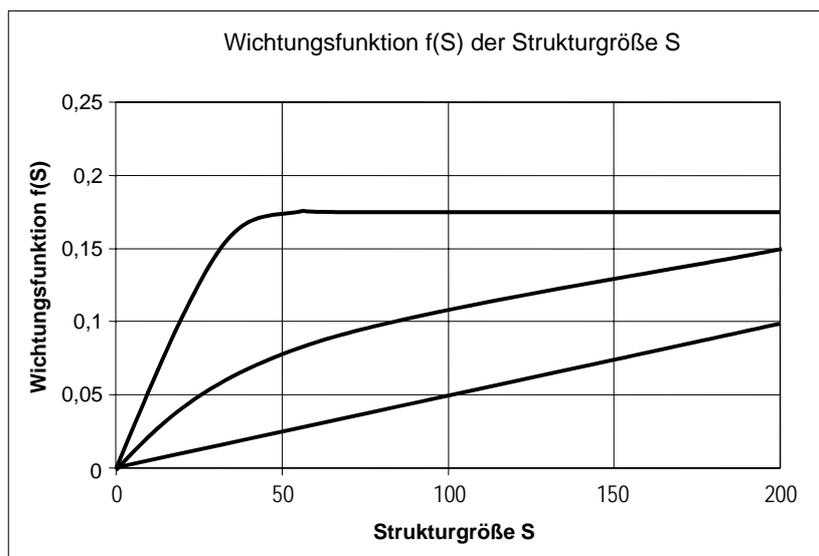


Abbildung 4-3: Wichtungsfunktion einer Strukturgröße (aus [Schnabel, Lohse 1997]: S. 395)

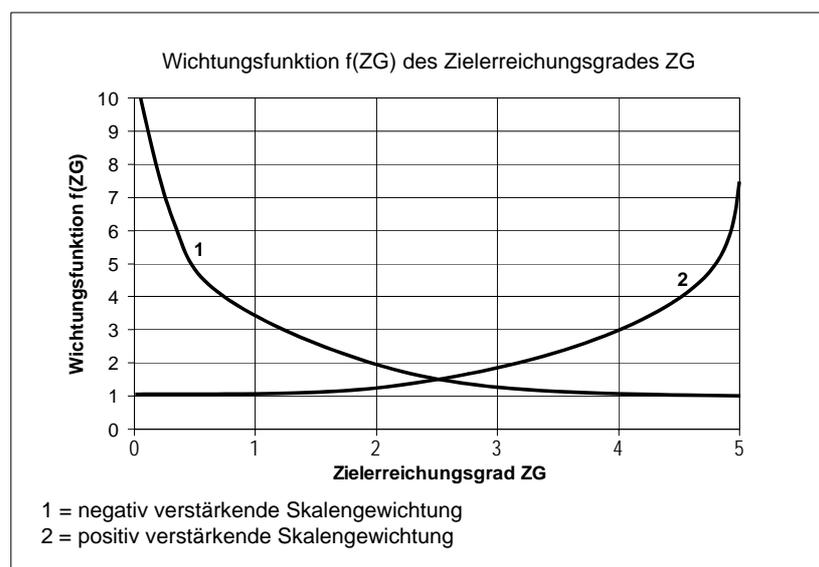


Abbildung 4-4: Beispiel für Wichtungsfunktionen von Zielerreichungsgraden

Allerdings ist die Kalibrierung der entsprechenden Funktionen sehr schwer²⁵¹. Damit sind dieselben Schwierigkeiten, die bei der Kosten-Nutzen-Analyse bei der Auswahl des passenden Monetarisierungsansatzes auftreten, in der Nutzwertanalyse darin zu sehen, die richtige Relation (Funktion) zwischen Zielerreichungsgraden und zugewiesenen Wichtungen zu definieren.

Die Nutzwertanalyse der ersten Generation wird häufig kritisiert, da die Ermittlung von kardinalskalierten Zielerträgen als auch die Auswahl einer angemessenen Zielerreichungsgradfunktion bei Wertträgern, die einen subjektiven Wertanteil enthalten (z. B. Schönheit einer Landschaft), bzw. bei ökologischen Fragen aufgrund der nicht

²⁵¹ Für weitergehende Informationen wird auf [Schnabel, Lohse 1997] S. 393 ff. verwiesen.

vollständig bekannten Wirkungskreisläufe extrem schwierig erscheint²⁵². Von vielen Autoren²⁵³ wird zudem grundsätzlich hinterfragt, ob eine Nutzenschätzung nicht eher auf einer ordinalen als auf einer kardinalen Skala erfolgen sollte. Außerdem wird durch die Aggregation aller Indikatoren eine unbegrenzt mögliche Substitution von Vor- und Nachteilen vorausgesetzt, die in der Realität nicht immer gegeben ist²⁵⁴. Um diesen Kritikpunkten zu begegnen, wurde die Nutzwertanalyse der zweiten Generation entwickelt²⁵⁵.

4.2.3 Nutzwertanalyse der zweiten Generation

Die von Bechmann²⁵⁶ entwickelte Nutzwertanalyse der zweiten Generation trägt den genannten Kritikpunkten Rechnung, indem die kardinale durch eine ordinale Nutzenschätzung ersetzt wird. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, Zielerreichungsgradfunktionen zu definieren. Dies bedeutet allerdings, dass keine Addition der einzelnen Nutzwerte mehr möglich ist²⁵⁷, sondern die Aggregation nur noch mittels logischer Kombination erfolgen kann, in deren Folge sich „nur“ noch eine Rangordnung der bewerteten Varianten erstellen lässt. Die bei der Erstellung der Rangordnung angewendeten Entscheidungsregeln²⁵⁸ müssen immer kritisch hinterfragt bzw. offen gelegt werden. Allein durch die Festlegung der Reihenfolge, in welcher die Kriterien mittels logischer Kombination miteinander verglichen werden, wird das Endergebnis der Bewertung beeinflusst. Der Verzicht auf strenge formalisierte Aggregationsregeln erhöht damit den Einfluss der bewertenden Gutachter auf das Endergebnis der Bewertung, da die fehlenden formalisierten Wertsyntheseregeln durch normative Entscheidungsregeln ersetzt werden müssen²⁵⁹. Da alle Zielerreichungsgrade in ordinaler Form aggregiert werden, besteht die Notwendigkeit, auch kardinal vorliegende Werte in ordinale Größen umzuwandeln. Durch die dafür notwendige Einteilung der kardinalen Wertskala in Klassen sind Informationsverluste unvermeidlich und es besteht die Gefahr der Fehleradditionen, wenn Werte häufig am Rand der gesetzten

²⁵² vergleiche [Hauger 2004] S. 344

²⁵³ [Fürst, Scholles 2001] S. 298, [Bechmann 1978] S. 59 oder [Eberle 1981] S. 26

²⁵⁴ Siehe z. B. [Beckmann 1998] und Scholles usw.

²⁵⁵ Die in diesem Zusammenhang oft geforderten Verbesserungen (Verzicht auf eine feste Gewichtung und Aufgabe der Forderung nach Unabhängigkeit der Kriterien) können ebenso in der Nutzwertanalyse der ersten Generation mit dem von Lohse entwickelten Wertsyntheseregeln erreicht werden (siehe Gleichung 4-3 auf Seite 131)

²⁵⁶ siehe [Bechmann 1978]

²⁵⁷ Geschieht es doch, bedeutet dies, dass eine ordinal vorliegende Skala in eine kardinale Skala transformiert wird, d. h., es wird vorausgesetzt, dass alle Indikatoren untereinander vollständig substituierbar und die Abstände zwischen den Wertstufen bei allen aggregierten Indikatoren gleich sind. (Ein Ausnahme ist hier der Fall, dass Indikatoren, die innerhalb derselben Ordinalskala gemessen wurden mittels Addition usw. aggregiert werden z. B. wenn zwei Teilstücke einer Strasse von der selben Person hinsichtlich des gleichen Indikators beurteilt werden.)

²⁵⁸ Mögliche Entscheidungsregeln werden in [Eberle 1981] S. 30 ff sehr ausführlich diskutiert.

²⁵⁹ vergleiche auch [Cerwenka 1984] S. 226

Klassen zu finden sind²⁶⁰. Die sich in der zweiten Generation der Nutzwertanalyse ergebenden Vorteile bedingen damit Nachteile an anderen Stellen im Bewertungsablauf und es ist aufgrund der in der Nutzwertanalyse der zweiten Generation enthaltenen Freiheitsgrade immer die Gefahr von methodischen Anwendungsfehlern gegeben²⁶¹.

4.2.4 Präferenzmatrixverfahren und Relevanzbaumverfahren

Das Präferenzmatrix- und Relevanzbaumverfahren sind Methoden der Wertaggregation von ordinal vorliegenden Werten. Sie können damit als logische Verknüpfung in der Nutzwertanalyse der zweiten Generation verwendet werden. Die Verfahren werden häufig im Bereich der städtebaulichen Effekte verwendet bzw. sind ebenso Teil der Wertsynthese in der ökologischen Risikoanalyse²⁶².

Die Wertaggregation erfolgt im Präferenzmatrixverfahren paarweise, d. h., in einer Matrix werden zwei Indikatoren zu einem neuen, übergeordneten Kriterium verknüpft²⁶³. Soll die Verknüpfung in mehreren Stufen erfolgen, bedeutet dieses, dass vor Beginn des Prozesses eine hierarchische Gliederung der Indikatoren festgelegt werden muss. Dies hat zur Folge, dass die zuerst berücksichtigten Indikatoren mit jedem Aggregationsschritt an Bedeutung verlieren. Zur Verdeutlichung ist eine beispielhafte Aggregation von zwei Indikatoren in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

²⁶⁰ [Hauger 2004] S. 349, [Erberle 1981] S. 44

²⁶¹ vergleiche auch [Scholles 1998]

²⁶² In der ökologischen Risikoanalyse werden mittels einer Präferenzmatrix die Kriterien Empfindlichkeit gegenüber der Beeinträchtigung und Intensität der Beeinträchtigung zu dem Indikator Risiko der Beeinträchtigung verknüpft (vergleiche dazu [Bachfischer 1978] S. 98 ff.).

²⁶³ Es sind natürlich auch mehr als zwei Indikatoren gleichzeitig verknüpfbar. Allerdings wird die Entscheidung, welchen Wert das sich aus der Verknüpfung ergebende neue Kriterium erhält, immer komplizierter und unübersichtlicher, je mehr Indikatoren auf einmal miteinander verbunden werden.

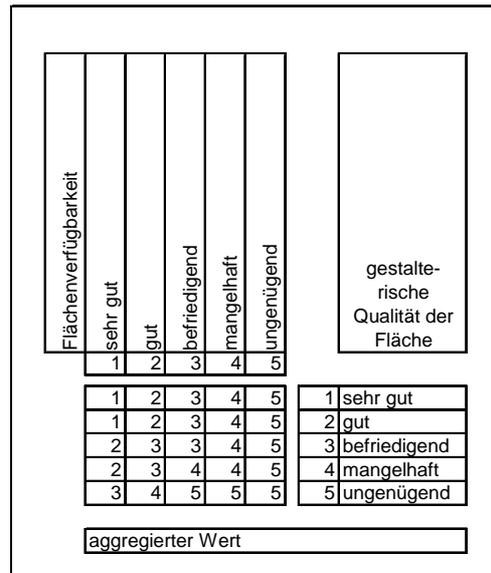


Abbildung 4-5: Darstellung einer Präferenzmatrix

Die sich innerhalb der Matrix ergebenden Werte beruhen auf Werturteilen, die vor Beginn der Bewertung normativ festgelegt werden. Wenn mehrere Indikatoren in einem mehrstufigen Aggregationsprozess zusammengefügt werden müssen, kann das Festlegen der sich jeweils ergebenden neuen Werte sehr schnell unübersichtlich werden.

In diesem Fall kann die Wertzuweisung mit Hilfe von Relevanzbäumen geschehen. Hierfür werden alle Indikatoren entsprechend der Bedeutung in eine hierarchische Reihenfolge eingeordnet. Begonnen wird mit dem wichtigsten Indikator. Danach werden die Indikatoren mittels logischer Kombinationen aggregiert. Die Klassenbildung, die Erstellung der hierarchischen Reihenfolge sowie die Festlegung der Verzweigungen innerhalb des Relevanzbaumes sind wieder normativ festzulegende Schritte. Der grundsätzliche Ablauf ist in der nachfolgenden Abbildung beispielhaft dargestellt.

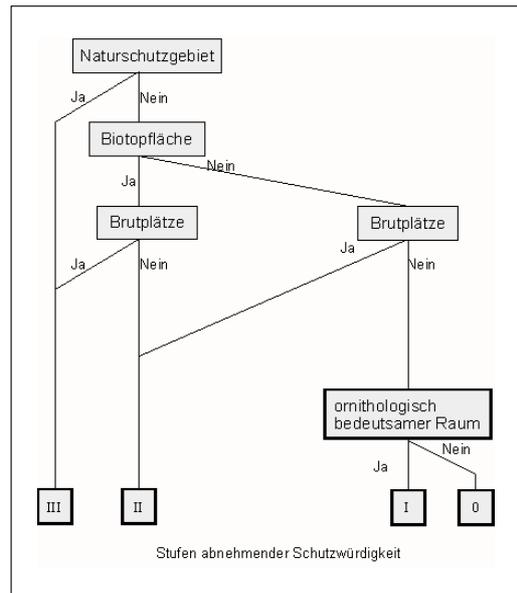


Abbildung 4-6: Relevanzbaum für die Klassifikation der Schutzwürdigkeit (nach [Bachfischer 1978]: S. 209) übernommen aus [Scholles 1998a]

Die mit beiden Verfahren verbundenen Vor- und Nachteile entsprechen denen der Nutzwertanalyse der zweiten Generation (siehe Kapitel 4.2.3) und sollen an dieser Stelle nicht noch einmal wiederholt werden.

4.2.5 Verträglichkeits-, Eliminations- und Abwägungsverfahren

Durch Verträglichkeitsprüfungen können Wirkungen in ihren Originalmesswerten dargestellt und deren Bedeutung und Stärke bei verschiedenen Varianten verglichen werden. Durch den Vergleich mit gesetzten Standards sind Varianten in zulässig und unzulässig trennbar²⁶⁴. Einen Schritt weiter gehen Eliminationsverfahren, mit deren Hilfe unzulässige Varianten nicht nur erkannt, sondern auch von der weiteren Bewertung ausgeschlossen werden, indem überprüft wird, ob gesetzte Standards bzw. Grenzwerte eingehalten sind.

Eine Gesamtbeurteilung der Varianten ist mit diesen Methoden nicht möglich, d. h., es wird nicht deutlich, wie stark die positiven die negativen Wirkungen des Projekts kompensieren. Eine Rangordnung zwischen zulässigen Varianten, mit der dargestellt werden kann, welche Variante als am besten geeignet erscheint, kann mit Hilfe eines weiteren Verfahrens, dem Abwägungsverfahren ermittelt werden. Es wurde von Strassert mit dem Ziel erstellt, Planungsalternativen auf der Grundlage von einzelnen, wenigen Kriterien untereinander abzuwägen, ohne dass es notwendig wird, diese vorher zu aggregieren. Basierend auf diesem

²⁶⁴ [Beckmann 2000] S. 60 ff.

Grundkonzept wurde das formalisierte Abwägungs- und Rangordnungsverfahren²⁶⁵ entwickelt. Hierfür erfolgt ein paarweiser Vergleich der Planungsalternativen auf deren Vorteilhaftigkeit. Die Abwägung geschieht, indem immer zwei Planungsvarianten auf deren relative Nach- und Vorteile untersucht werden. An dieser Stelle soll das Verfahren an Hand eines einfachen Beispiels vorgestellt werden²⁶⁶.

Aufgabe soll sein, die vorteilhafteste Planung unter drei Planungsvarianten (V1, V2, V3) auszuwählen. Jede Variante wird durch drei Indikatoren (CO₂-Emissionen, Flächeninanspruchnahme und Unfallkosten) beschrieben. In einem ersten Schritt werden alle Varianten paarweise untereinander verglichen, d. h., es muss jede Variante mit jeder anderen Variante verglichen werden. Hierfür wird untersucht, welche Variante pro Indikator bei dem jeweiligen Paar die bessere ist. Hierbei ergeben sich bei n Varianten $n \cdot (n-1)/2$ Paarvergleiche. Nachdem die einzelnen Indikatoren verglichen wurden, kann festgestellt werden, welche Variante pro Paar die bessere ist. Einen ersten Überblick erhält man, indem die Anzahl der Vor- und Nachteile pro Paar ausgezählt wird. Wenn der Vergleich ergibt, dass eine Variante gegenüber der anderen nur Nach- oder Vorteile besitzt, kann der Vergleich dieses Paares bereits beendet werden. Die beschriebenen Arbeitsschritte sind in den nachfolgenden drei Tabellen dargestellt:

Darstellung der Varianten				Vergleich		
Indikatoren	Variante V1	Variante V2	Variante V3	V1 vor V2?	V1 vor V3?	V2 vor V3?
CO ₂ (Tonnen pro Zeiteinheit)	2000	1500	4000	Nachteil	Vorteil	Vorteil
Flächeninanspruchnahme (m ²)	100	50	60	Nachteil	Nachteil	Vorteil
Unfälle (Euro pro Zeiteinheit)	5000	5100	5000	Vorteil	Gleich	Nachteil

Anzahl Vorteile:	1	1	2
Anzahl Nachteile:	2	1	1
Anzahl Gleich:	0	1	0

Abbildung 4-7: Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (erster Teil)

In der Realität wird sich aber häufig ein Bündel aus Vor- und Nachteilen ergeben. Wenn dies der Fall ist, muss abgewogen werden, ob die Nachteile oder die Vorteile überwiegen. Diese endgültige Abwägung (mit Begründung) über die Rangordnung der Varianten innerhalb eines Vergleichspaares ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

²⁶⁵ siehe [FGSV 2002]

²⁶⁶ Für weitergehende Informationen sei z. B. [FGSV 2002] empfohlen.

Abwägung der Rangordnung	Vorteile	Nachteile	Gleich	Entscheidung der Rangordnung	Begründung
V1 vor V2?	Unfälle	CO ₂ , Fläche		V2 vor V1	Zwei deutlichen Verschlechterungen steht eine leichte Verbesserung gegenüber
V1 vor V3?	CO ₂	Fläche	Unfälle	V1 vor V3	CO ₂ -Verbesserung muss gegen Verschlechterungen der Flächeninanspruchnahme abgewogen werden. Es wird Veränderung des CO ₂ als bedeutender abgewogen.
V2 vor V3?	CO ₂ , Fläche	Unfälle		V2 vor V3	CO ₂ und Fläche verbessern sich deutlich, Unfälle verschlechtern sich nur geringfügig

Abbildung 4-8: Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (zweiter Teil)

Wenn wie z. B. in Zeile 4 der Abbildung 4-8 (Abwägung der Rangordnung V2 vor V3?) die Vorteile die Nachteile überwiegen, wird die Rangordnung der Varianten bestätigt. Überwiegen dagegen die Nachteile, wie in Zeile 2 (Abwägung der Rangordnung V1 vor V2?), wird die Rangordnung getauscht. Hinter jeder Abwägung ist die Begründung zu protokollieren, damit die Entscheidung auch für nicht an der Abwägung beteiligte Personen nachvollziehbar ist.

In einem letzten Schritt wird die Rangordnung zwischen allen untersuchten Varianten ermittelt. Dies geschieht, indem die Varianten mit Hilfe der Abwägungspaare untereinander in eine logische Reihenfolge gebracht werden. Dies ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Abwägungspaar	Neu hinzukommende Variante	Rangordnung der Varianten
V2 vor V3	V2, V3	(V2 vor V3)
V1 vor V3	V1	(V1 vor V2 vor V3) oder (V2 vor V1 vor V3)
V2 vor V1	-	(V2 vor V1 vor V3)

Abbildung 4-9: Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (dritter Teil)

Damit ergibt sich nach Abschluss des Verfahrens nachfolgende Rangordnung: Variante 2 vor Variante 1 vor Variante 3.

Bei vielen Varianten und vielen Indikatoren entsteht ein enormer Abwägungsaufwand. Es erfordert sehr viel Sorgfalt, immer die gleichen Wertigkeiten bei der Abwägung zu verwenden. Geschieht dies nicht (d. h., die Entscheidungsträger ändern während der Abwägung bewusst oder unbewusst ihre Wertvorstellungen), können sich sehr leicht Zirkelbezüge bilden und die Abwägungsentscheidungen werden inkonsistent und unlogisch. Deshalb sollte dieses Verfahren nur verwendet werden, wenn eine kleine Anzahl von Indikatoren und Varianten untereinander abgewogen werden muss und so die

Übersichtlichkeit über den gesamten Abwägungsprozess gegeben ist. Die Gefahr von Abwägungsfehlern kann damit reduziert werden.

Der Vorteil des Verfahrens besteht in der Möglichkeit, die Indikatoren in ihren originären Maßeinheiten oder nur zum Teil zusammengefasste Indikatoren untereinander abwägen zu können. Eine vollständige Aggregation mit den damit verbundenen Problemen kann so umgangen werden.

Dieses Vorgehen bedingt allerdings, dass jede Entscheidung, jeder einzelne Abwägungsvorgang, der von den abwägenden Personen getroffen wird, begründet und dokumentiert werden muss, da dadurch die Werturteile der abwägenden Personen offen gelegt werden. Geschieht dies nicht, werden die Entscheidungen für am Abwägungsvorgang unbeteiligte Personen nicht nachvollziehbar sein. Die hinter den Entscheidungen stehenden Werturteile bleiben „versteckt“ und Manipulationen bei der Abwägung sind leicht möglich.

4.2.6 Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren

Die formalisierten Verfahren der Kosten-Nutzen- und der Nutzwertanalyse der ersten Generation besitzen den Vorteil einer einfachen Handhabung. Die Gefahr von methodischen Fehlern während der Bewertung wird damit reduziert und die Ergebnisse der Bewertung sind reproduzierbar. Mit den Verfahren ist die Erstellung von Gesamturteilen als auch von Rangordnungen möglich.

Die Verfahren stellen hochaggregierte Kennziffern als Bewertungsgrundlage zur Verfügung. Diese abstrakten Kennziffern wirken sich nachteilig auf die Verständlichkeit und Transparenz der Bewertung aus und erschweren eine Abwägung, da die Vor- und Nachteile aggregiert in einer Kennziffer vorliegen und damit nicht mehr einzeln erkennbar sind. Damit wird gleichzeitig eine unbegrenzt mögliche Substitution von Vor- und Nachteilen vorausgesetzt, die in der Realität nicht immer gegeben ist. Da in den Verfahren alle Indikatoren zu einem Kennwert aggregiert werden, ist es notwendig, diese mittels Transformationsregeln in gleiche Werteinheiten umzuwandeln. Die dabei verwendeten Regeln und Vorgehensweisen bieten immer Anlass zur Diskussion, da bei der Erstellung der Regeln zwangsläufig auch subjektive Werthaltungen in die Systematik eingebracht werden. Zum anderen bereitet die Berücksichtigung intangibler Effekte Probleme und es ist schlecht erkennbar, wenn einzelne Indikatoren unverträgliche Werte annehmen. Eine zusammengefasste Darstellung der Vor- und Nachteile ist in der nachfolgenden Tabelle zu finden:

Formalisierte Verfahren	
Kosten-Nutzen-Analyse und Nutzwertanalyse	
Vorteile	Nachteile
Gesamturteile möglich Rangreihung möglich einfache Handhabung	ungewohnte Beschreibungsform unkontrollierte Substitutionen Unabhängigkeit und kardinale Skalierung der Kriterien erforderlich keine Kontrolle der Verträglichkeiten

Tabelle 4-1: Vor- und Nachteile von formalisierten Bewertungsverfahren, beruhend auf [Beckmann 2000] S.58.

Mit den teilformalisierten Verfahren der Verträglichkeitsanalyse und des Eliminationsverfahrens ist es möglich, einige Kritikpunkte der formalisierten Verfahren zu umgehen, da nicht mehr alle Wirkungen zu einem einzigen Kennwert aggregiert werden müssen. Besonders umstrittene Transformationsvorgänge können entfallen und das Prinzip der Unabhängigkeit der einzelnen Indikatoren kann aufgegeben werden. Die Indikatoren gehen in ihrer Originalskalierung in das Verfahren ein, oder werden bis zu einer unkritischen Zwischenstufe aggregiert.

Dieser Vorteil ist mit dem Nachteil verbunden, dass mit den Verfahren keine Gesamtbeurteilung als auch keine Erstellung einer Rangreihung möglich ist. Soll dies geschehen, muss eine Abwägung der Vor- und Nachteile erfolgen. Dies ist beispielsweise mit dem formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahren möglich. Das Verfahren liefert so mehr Raum für Entscheidungen der Abwägenden, aber erhöht auch die Gefahr von methodischen Fehlern im Bewertungsprozess. Auf Grund der Vielzahl der notwendigen Abwägungsschritte sollte das Verfahren allerdings nur angewendet werden, wenn eine geringe Anzahl von Varianten bewertet werden muss. In der nachfolgenden Tabelle sind die Vor- und Nachteile von teilformalisierten Verfahren noch einmal zusammengestellt:

Teilformalisierte Verfahren	
Vorteile	Nachteile
Verträglichkeitsanalyse	
Kontrolle der Verträglichkeiten möglich keine Substitutionsannahme ordinale und kardinale Skalen möglich	keine Gesamtbeurteilung möglich keine Rangreihung möglich
Eliminationsverfahren	
Kontrolle der Verträglichkeiten möglich Erkennbarkeit von Trade-Offs keine Substitutionsannahme ordinale und kardinale Skalen möglich Anschaulichkeit der Auswahlsschritte Eingrenzung der Gesamtheit zulässiger Handlungsoptionen	keine Gesamtbeurteilung möglich keine Rangreihung möglich
Rangordnungsverfahren mit Abwägung	
Rangreihung von Handlungsoptionen Gesamturteil aus Abwägung erkennbar	Verfahrensaufwand nur bei wenigen zu bewertenden Varianten leistbar

Tabelle 4-2: Vor- und Nachteile von teil-formalisierten Bewertungsverfahren, beruhend auf [Beckmann 2000] S. 58 - 59.

Es wird deutlich, dass kein Verfahren existiert, das keine Kritikpunkte aufzuweisen hat. Vorteile an einer Stelle werden immer mit Nachteilen bei anderen Punkten im Bewertungsprozess erkaufte. Es kommt also im weiteren Verlauf der Arbeit darauf an, die Verfahren auszuwählen, die bezüglich der hier zu lösenden Bewertungsaufgabe am geeignetsten sind, und nicht das universell einsetzbare Verfahren zu suchen.

Im nachfolgenden Abschnitt werden nun die von der Aufgabenstellung der Arbeit ausgehenden Anforderungen an die Bewertungsmethodik den dargestellten Eigenschaften der einzelnen Bewertungsverfahren gegenübergestellt und daraufhin die für diese Arbeit geeigneten Verfahren ausgewählt.

4.3 Entwicklung der Struktur für das Bewertungsverfahren

Aufbauend auf den diskutierten Bewertungsmethoden kann nun die Struktur des gesuchten Bewertungsverfahrens entwickelt werden. Dies geschieht unter Verwendung des in Kapitel 1.4 entwickelten „Ansatzes zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur in Bewertungsverfahren“ (siehe Abbildung 1-2 auf Seite 31). Dieser Ansatz stellt die Basis für die Struktur des Bewertungsverfahrens dar. Es ist

nun notwendig, diesen weiter zu verfeinern. Der entwickelte Ansatz besteht aus zwei Stufen. Beide Stufen werden in den nachfolgenden Kapiteln einzeln diskutiert und es wird untersucht, mit welchen Bewertungsmethoden beide Stufen ausgestaltet werden können.

4.3.1 Bewertungsansatz für die erste Stufe der Bewertung

Die erste Stufe besitzt die Aufgabe, die Verkehrsinfrastruktur auf die in Kapitel 1.3 definierten Minimalanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess zu überprüfen. Sind diese nicht eingehalten, wird die entsprechende Verkehrsinfrastruktur von der weiteren Bewertung ausgeschlossen. Die Verkehrsinfrastruktur wird demzufolge auf Ausschlusskriterien überprüft.

Ausschlusskriterien können in die Gruppen der extern gesetzten Standards (gesetzliche Regel- und Grenzwerte) und in im Vorfeld der Planung vereinbarte interne Standards²⁶⁷ unterteilt werden.

Extern gesetzte Standards sind für dieses Bewertungsverfahren zum einen die in Kapitel 1.3 definierten Ressourcenverbrauchsgrenzwerte. Zudem existieren auch andere gesetzliche Regel- und Grenzwerte (z. B. Lärm- oder Schadstoffimmissionsgrenzwerte), die ebenso in diesem Bewertungsverfahren berücksichtigt werden müssen.

Intern vereinbarte Standards sind von planenden Institutionen im Vorfeld der Planung gesetzte Zielvorstellungen, die durch die Planungsmaßnahme mindestens erreicht werden sollen²⁶⁸. Diese Zielvorstellungen können sich auf alle in der Bewertung berücksichtigten Indikatoren und Wirkungsfelder erstrecken. Das Verfehlen der extern als auch intern gesetzten Standards muss eine Zurückweisung, d. h., die Elimination der entsprechenden Planungsvariante zur Folge haben. Deshalb sollte die erste Stufe der Bewertung aus einem Eliminationsverfahren (siehe hierfür Kapitel 4.2.5) bestehen.

4.3.2 Bewertungsansatz für die zweite Stufe der Bewertung

Nach der Elimination von „unzulässigen“ Lösungen liegt ein Bündel von möglichen Lösungsvarianten vor, die alle grundsätzlich realisierbar sind. Aus diesem Lösungsbündel

²⁶⁷ [Beckmann 2005] S. 2

²⁶⁸ z.B. Umweltqualitätsziele

muss in der zweiten Stufe der Bewertung eine Variante ausgewählt werden. Zur Konkretisierung der zweiten Stufe können die in Kapitel 2.6 formulierten Anforderungen an den Bewertungsprozess genutzt werden. Die dabei herausgearbeiteten Anforderungen sind Eigenschaften, die sich in Forderungskatalogen der Lokalen Agenda²⁶⁹, der Europäischen Verkehrsministerkonferenz²⁷⁰ als auch der OECD bezüglich eines nachhaltigen Verkehrssystems (Vancouver-Kriterien)²⁷¹ direkt finden bzw. sich daraus ableiten lassen. Die wichtigsten sind noch einmal kurz zusammengefasst dargestellt:

- Es sollte den Entscheidungsfindern möglich sein, die wichtigsten Wirkungen der Maßnahme zu erkennen und untereinander abzuwägen.
- Mit den Maßnahmen verbundene Zielkonflikte, Risiken und Unsicherheiten sollten herausgestellt werden.
- Die Bewertung sollte keine Entscheidung liefern, sondern ein Hilfsmittel für die Entscheidungsfinder sein, eine Entscheidung zu treffen.
- Die Ergebnisse sollten in einer einfachen, übersichtlichen und deutlichen Form präsentiert werden.
- Öffentlichkeit und Interessenverbände sollten in die Entscheidungsfindung einbezogen werden.

Aus den dargestellten Forderungen²⁷² ergibt sich u. a. dass die Auswahl einer Variante von den Entscheidungsfindern auf der Grundlage einer Abwägung, einer Diskussion getroffen werden und möglichst unter dem Einbezug von Öffentlichkeit und Interessenverbänden erfolgen sollte.

Die rechtskräftige Entscheidung, welche Planungsvariante umgesetzt wird, kann aufgrund der geltenden Rechtslage nur durch das politisch zuständige Gremium getroffen werden. Das politisch zuständige Gremium kann aber Öffentlichkeit und Interessenverbände in die Entscheidungsfindung einbeziehen oder den Abwägungsprozess durch eine Gruppe von betroffenen/interessierten Bürgern (z. B. Bürgerinitiativen oder lokale Agenden) durchführen

²⁶⁹ siehe hierfür z. B.: <http://www.nachhaltigkeit.aachener-stiftung.de/110135995721445/Geschichte/Weltgipfel%20Rio%20de%20Janeiro%201992/Agenda%2021.htm> (aufgerufen am 23.12.2004) oder <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=52> (aufgerufen am 23.12.2004) bzw. [BMU 1993] S. 231 ff.

²⁷⁰ siehe [ECMT 2004] S. 232 ff. bzw. Anlage E in der Arbeit

²⁷¹ [OECD 1997]

²⁷² Dies sind normativ gesetzte Anforderungen, die sich aus der herangezogenen Literatur ableiten und deswegen nicht wissenschaftlich begründet werden können.

zu lassen, diese wählen eine Alternative aus und geben sie als Empfehlung zur Beschlussfassung an das politisch zuständige Gremium weiter²⁷³.

Als Voraussetzung für die Abwägung sind den Entscheidungsfindern die wichtigsten Wirkungen und die mit den Maßnahmen verbundenen Vor- und Nachteile, Zielkonflikte, Risiken und Unsicherheiten aufzuzeigen. Dies bedeutet, zunächst einmal die Menge der Einzelinformationen auf relevante Kerninformationen zu verdichten, d. h., zu aggregieren. Die Frage ist, bis zu welcher Stufe und mit welcher Methodik diese Aggregation erfolgen sollte.

Die Stärke der Aggregation²⁷⁴ und die verwendende Methode wird stark von den zu aggregierenden Indikatoren bestimmt. Cerwenka²⁷⁵ unterscheidet hierbei drei grundlegende Zielbeziehungen²⁷⁶:

- Zielindifferenz: Die Ziele (Indikatoren) beeinflussen sich gegenseitig nicht, d. h., wenn sich ein Ziel verbessert, hat dies keine Auswirkungen auf das andere.
- Zielkomplementarität: Die Verbesserung eines Zieles bedeutet gleichzeitig auch die Verbesserung des anderen Ziels.
- Zielkonkurrenz: Die Verbesserung eines Zieles hat zwangsläufig die Verschlechterung eines anderen Zieles zur Folge.

Bei der genaueren Betrachtung der Wirkungsfelder und Indikatoren von Teil II und III lassen sich alle aufgezählten Zielbeziehungen finden. Eine mathematische (formalisierte) Aggregation von Wirkungsfeldern/Indikatoren, die in gleichen Maßeinheiten vorliegen und

²⁷³ Die Forderung der Beteiligung von Öffentlichkeit und Interessenverbänden bei der Entscheidungsfindung kann durch das Bewertungsverfahren selbst nicht durchgesetzt werden, da das Bewertungsverfahren lediglich ein Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung ist. Welche Personengruppen dieses Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung nutzen kann nicht durch das Bewertungsverfahren beeinflusst werden. Die Struktur des Bewertungsverfahrens muss allerdings so gestaltet sein, dass damit der Einbezug von Öffentlichkeit und Interessenverbänden möglich ist und nicht von vornherein ausgeschlossen wird. Hierfür muss es in der Bewertung u. a. Spielraum für Diskussionen geben (d. h. Abwägung) und das Verfahren muss einfach und auch für Nicht-Verkehrsplaner verständliche Informationen liefern usw.

²⁷⁴ Die Art der verwendeten Aggregationsmethode hängt zudem vom Umfang der Bewertungsaufgabe ab. Mit zunehmender Anzahl der zu bewertenden Varianten steigt die Notwendigkeit, verstärkt mathematische Wertsyntheseregeln für die Aggregation zu verwenden, da sich bei einer Zunahme der Informationsmenge die Übersichtlichkeit verringert und so die Gefahr von suboptimalen Abwägungen zunimmt. Die Aufgabe des in dieser Arbeit zu entwickelnden Bewertungsverfahrens ist es, eine Variante aus einer begrenzten Anzahl von Varianten einer Verkehrsinfrastrukturmaßnahme auszuwählen. Die Anzahl der Varianten ist also gering. Deshalb scheint eine Aggregation mittels Abwägung grundsätzlich möglich. Bei Bewertungsaufgaben analog dem Bundesverkehrswegeplan gestaltet sich die Situation bereits anders, da hier eine Vielzahl von verschiedenen Infrastrukturprojekten zur Erstellung einer Investitionsrangordnung verglichen werden muss. An dieser Stelle stößt ein Abwägungsprozess auf seine Grenzen und eine vollständige mathematische Aggregation zur Entscheidungsvorbereitung scheint geeigneter.

²⁷⁵ [Cerwenka 1984] S. 222

²⁷⁶ vergleiche auch [Bechmann 1978] S. 60 - 61

bei denen Zielkomplementarität oder Zielindifferenz vorliegt, scheint unproblematisch. Schwierig wird es bei Zielkonkurrenz und/oder wenn Indikatoren zusammengefasst werden müssen, die grundsätzlich verschiedene Eigenschaften beschreiben. Ob und wie stark solche Indikatoren mittels formalisierter Vorschriften zusammengefügt (verrechnet) werden, sollte von der konkreten Bewertungsaufgabe abhängig gemacht werden. Eine Aggregation scheint dann sinnvoll, wenn der durch sie bedingte Verlust an Detailinformationen geringer eingeschätzt wird als der Gewinn an Systeminformationen. Ab welcher Aggregationsstufe mittels formalisierter Methoden der Verlust an Detailinformationen größer einzuschätzen ist als der durch die Aggregation dazukommende Gewinn an Systeminformationen, ist umstritten.

So wird z. B. von [Fürst, Scholles 2001] angemerkt, dass grundsätzlich verschiedene Bereiche, wie z. B. Aspekte aus Umwelt-, sozialen und wirtschaftlichen Bereichen, nicht gegeneinander verrechnet, sondern gegeneinander abgewogen werden sollten²⁷⁷. Ein Verrechnen der einzelnen Bereiche erlaubt Feststellungen, dass z. B. eine Verschlechterung der Umweltaspekte um X Nutzenpunkte (bzw. X Euro)²⁷⁸ durch eine Verbesserung von sozialen Belangen um Y Nutzenpunkte (oder Y Euro) kompensiert werden kann. Also entsprechen X-Nutzenpunkte (oder X-Euro) aus dem Bereich Umwelt, gleich Y-Nutzenpunkte (oder Y Euro) aus dem Feld der sozialen Indikatoren. Diese Verrechnungen enthalten jedoch subjektive Werthaltungen, die von jedem Menschen anders eingeschätzt werden und deshalb immer angreifbar sind.

Ähnlich kritisch ist die Europäische Norm EN ISO 14041 (Erstellung einer Ökobilanz) zu verstehen, in der ebenfalls gefordert wird: „*Datenkategorien sollten nur zusammengefasst werden, wenn sie auf gleichwertige Stoffe oder ähnliche Umweltwirkungen bezogen sind*“²⁷⁹.

Andererseits können Menschen in der Regel nicht mehr als fünf bis neun verschiedene Kriterien gegeneinander abwägen²⁸⁰. Werden mehr Kriterien angeboten, droht die Gefahr, dass die Übersicht verloren geht und es dadurch zu falschen Abwägungen kommt. In Teil III wurden mehr als 25 einzelne Indikatoren zur Charakterisierung von Verkehrsinfrastruktur innerhalb von bebauten Gebieten ausgewählt. Deshalb erscheint es nicht zielführend, in dem hier zu entwickelnden Bewertungsverfahren auf eine formalisierte (mathematische) Aggregation völlig zu verzichten und nur auf der Basis von Abwägungen zu arbeiten. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Indikatoren teilweise mittels formalisierter

²⁷⁷ vergleiche [Fürst, Scholles 2001] S. 238, oder [Eberle 1981] S. 5

²⁷⁸ Je nach genutzter Methodik (Kosten-Nutzen-Analyse oder Nutzwertanalyse) werden Nutzenpunkte oder Euro als Bezugseinheit im Verfahren verwendet.

²⁷⁹ EN ISO 14041 S. 17. (Europäische Norm Ökobilanz)

²⁸⁰ [Fürst, Scholles 2001] S. 239, [Eberle 1981] S. 31

(mathematischer) Vorschriften zusammenzufassen und somit auf ein teilformalisiertes Bewertungsverfahren (siehe Kapitel 4.2) zurückzugreifen. Die dadurch teilaggregierten Indikatoren werden im weiteren Verlauf der Arbeit als Superkriterien bezeichnet.

Mit der Entscheidung für ein teilformalisiertes Verfahren, kann die Bewertungsmethodik weiter charakterisiert werden. Nach dem Eliminationsverfahren in der ersten Stufe der Bewertung schließt sich in der zweiten Stufe zunächst eine Teilaggregation von Indikatoren an. Dies geschieht mit dem Ziel, die Vor- und Nachteile bzw. die Zielkonflikte der einzelnen Varianten herauszuarbeiten. Dieser Bewertungsschritt innerhalb der zweiten Stufe wird nachfolgend als Stufe 2a bezeichnet. Welche Verfahren innerhalb der Stufe 2a für die Aggregation verwendet werden, wird ab Kapitel 5.3.1.2 diskutiert. Grundsätzlich erscheinen aber ausgehend von Kapitel 4.2 die Verwendung von

- Monetarisierungsansätzen,
- nutzwertanalytischen Aggregationen sowie
- die Bildung von Rangordnungen

denkbar. Mit Hilfe der Superkriterien werden die vielfältigen Informationen verständlich und transparent aufbereitet und so die Voraussetzung für einen sachlich richtigen Abwägungsprozess geschaffen.

Der eigentliche Abwägungsprozess, d. h., die Auswahl einer Variante, schließt sich an die Bildung der Superkriterien an. Die Abwägung ist der nächste Bewertungsschritt innerhalb der zweiten Bewertungsstufe und soll darum als Stufe 2b bezeichnet werden. Für den Abwägungsprozess scheint das formalisierte Abwägungs- und Rangordnungsverfahren geeignet, da

- Indikatoren, die grundsätzlich verschiedene Eigenschaften beschreiben, mit diesem Verfahren zu einer wertenden Aussage verdichtet werden können,
- diese Verdichtung mittels einer Abwägung der Vor- und Nachteile und damit der Diskussion über die Zielkonflikte der einzelnen Varianten erfolgt und
- gemäß der Aufgabenstellung des Bewertungsverfahrens nur zwischen einer kleinen Anzahl von Varianten abgewogen werden muss.

Deshalb wird vorgeschlagen, eine Abwägung auf der Basis des formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens durchzuführen²⁸¹. Die sich damit ergebende grundsätzliche Struktur des Bewertungsverfahrens ist in der nachfolgenden Grafik noch einmal dargestellt.

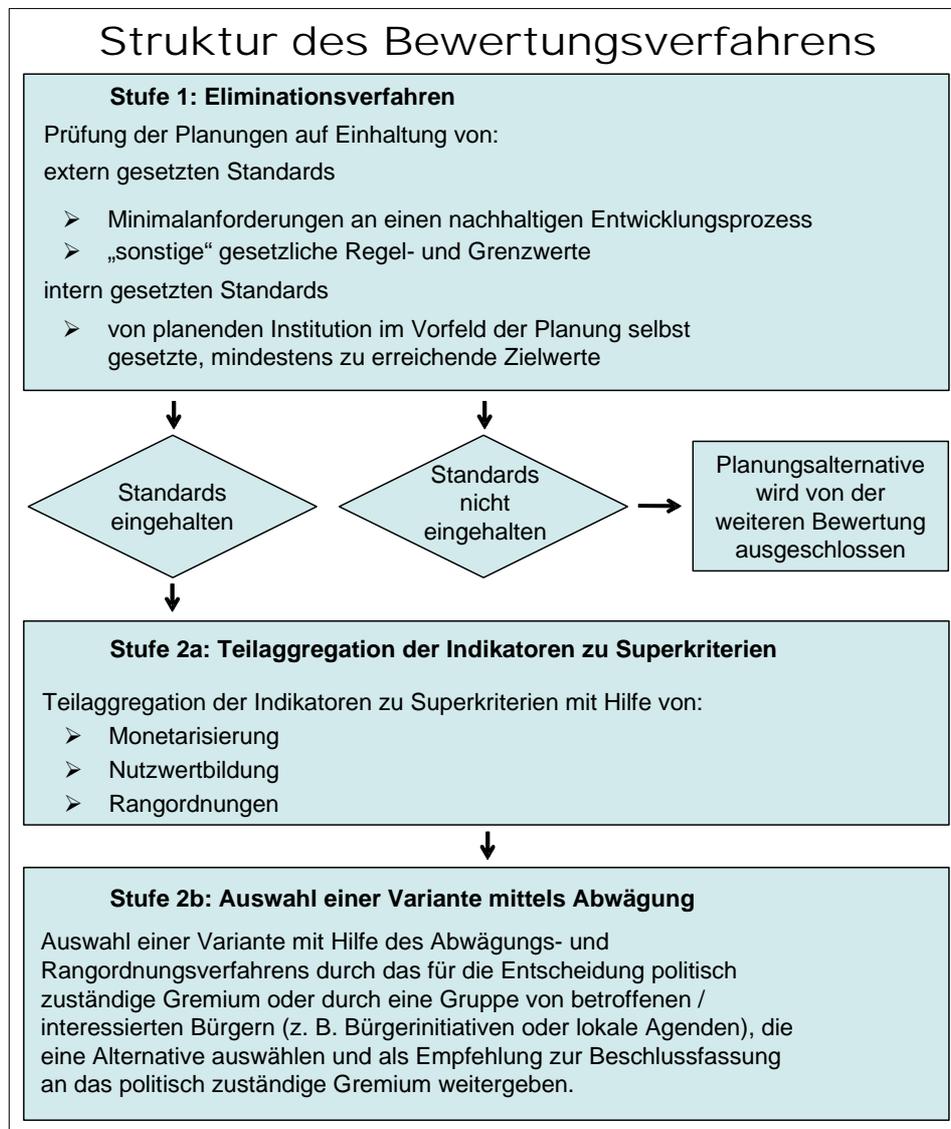


Abbildung 4-10: Struktur des Bewertungsverfahrens

Es ist nun notwendig, für die einzelnen Bewertungsstufen konkrete Wertsyntheseregeln zu entwickeln. Dies ist Aufgabe von Teil V.

²⁸¹ siehe hierzu Kapitel 4.2.5

5 Teil V: Entwicklung des Bewertungsverfahrens

5.1 Aufgabenstellung von Teil V

Im Teil V werden alle erarbeiteten Informationen zusammengeführt und ein Konzept für ein Bewertungsverfahren entwickelt. Hierfür wird aus der Bewertungsstruktur von Teil IV ein Verfahren erarbeitet. In Kapitel 5.2 wird darum für die erste Bewertungsstufe ein Vorschlag erstellt, welche Ausschlusskriterien berücksichtigt werden sollten. Der Vorschlag basiert auf den ausgewählten Indikatoren aus Teil III.

Für die Bewertungsstufe 2a, die ab Kapitel 5.3 diskutiert wird, ist es erforderlich einen Vorschlag zu erarbeiten, welche Indikatoren zu Superkriterien verdichtet werden können. Dies geschieht in Kapitel 5.3.1. In den sich daran anschließenden Kapiteln werden die Wertsyntheseregeln für die einzelnen Superkriterien hergeleitet.

Ab Kapitel 5.4 wird die Bewertungsstufe 2b weiter konkretisiert, indem der auf dem formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahren basierende Abwägungsprozess näher diskutiert und ein Vorschlag erarbeitet wird, wie dieser konkret ablaufen könnte. Damit steht Teil V unter der Aufgabenstellung:

Entwicklung eines Konzeptes für ein Bewertungsverfahren basierend auf der in Teil IV entwickelten Grundstruktur

5.2 Bewertungsstufe 1 - Elimination von unzulässigen Varianten

5.2.1 Prüfung auf extern gesetzte Standards

Die erste Stufe der Bewertung besitzt die Aufgabe, die einzelnen Planungsvarianten auf Einhaltung von extern und intern gesetzten Standards zu überprüfen. Als extern gesetzte Standards wurden im Kapitel 4.3.1 die Einhaltung der definierten Ressourcenverbrauchsgrenzwerte (Nutzung des natürlichen Kapitalstocks) und sonstige geltende gesetzlichen Regel- und Grenzwerte (z. B. Lärm- oder Schadstoffimmissionsgrenzwerte) erkannt. Die Indikatoren zur Beurteilung der Nutzung des natürlichen Kapitalstocks wurden in Kapitel 3.13 ausgewählt. Dies sind:

- NO_x-Belastungen,
- VOC-Belastungen,
- Benzolbelastungen,
- Partikelbelastungen,
- CO₂-Belastungen und
- Flächeninanspruchnahme.

Weiterhin existieren eine Vielzahl von gesetzlichen Regel- und Grenzwerten, die ebenso in diesem Bewertungsverfahren berücksichtigt werden müssen. Dies sind:

- NO_x-Immissionsgrenzwerte,
- Benzol-Immissionsgrenzwerte,
- Partikel-Immissionsgrenzwerte und
- Lärm-Immissionsgrenzwerte.

Werden alle Ausschlusskriterien eingehalten, gilt die geprüfte Planungsvariante als unkritisch gegenüber der Gewährleistung der Bedürfnisbefriedigung zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit²⁸² bzw. der gesetzlichen Regelwerke. In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal die denkbaren Ausschlusskriterien zusammengefasst dargestellt:

Indikator	Ausschlusskriterium bezüglich vorhandener gesetzlicher Grenzwerte	Ausschlusskriterium bezüglich der Nutzung des natürlichen Kapitalstocks
NO _x -Belastungen	X	X
VOC-Belastungen		X
Benzolbelastungen	X	X
Partikelbelastungen	X	X
CO ₂ -Belastungen		X
Flächeninanspruchnahme		X
Lärmbelastungen	X	

Tabelle 5-1: Denkbare Ausschlusskriterien bezüglich extern gesetzter Standards (Gesetzliche Grenzwerte bzw. Nutzung des natürlichen Kapitalstocks)

Von der planenden Institution selbst festgelegte Grenzwerte (interne Standards), die über die gesetzlich festgelegten, mindestens einzuhaltenden Werte hinausgehen, können an dieser Stelle ebenso herangezogen werden.

²⁸² im Rahmen der in Kapitel 1.3 diskutierten notwendigen Abgrenzungen und Rahmensetzungen

5.2.2 Prüfung auf intern gesetzte Standards

Intern gesetzte Standards können sich auf alle in der Bewertung berücksichtigten Indikatoren und Wirkungsfelder erstrecken und werden von der planenden Institution im Vorfeld der Planung festgesetzt. In der nachfolgenden Tabelle sind alle Indikatoren zusammengestellt, für die z. Z. keine gesetzlichen Grenzwerte existieren bzw. die nicht den natürlichen Kapitalstock charakterisieren²⁸³ und darum als intern gesetzte Ausschlusskriterien definiert werden könnten:

Indikator	Ausschlusskriterium bezüglich intern gesetzter Standards
Zugang	X
Verkehrssicherheit ²⁸⁴	X
Aufenthaltsqualität	X
Stadtraumqualität	X
Barrierewirkungen	X
Stadtökologische Effekte	X
Investitionskosten	X
Betriebs- und Unterhaltungskosten	X
Intragenerative Gerechtigkeit	X

Tabelle 5-2: Denkbare Ausschlusskriterien bezüglich intern gesetzter Standards

Das Verfehlen dieser selbstgesetzten Ziele muss ebenso eine Zurückweisung der entsprechenden Planungsvariante zur Folge haben. Nach der Überprüfung der Indikatoren auf Einhaltung aller Ausschlusskriterien befinden sich nur noch Varianten in der Bewertung, deren Realisierung grundsätzlich zielkompatibel ist. Diese Varianten können in die zweite Stufe der Bewertung eingehen.

²⁸³ Dies gilt bezugnehmend auf die in dieser Arbeit verwendete vereinfachte Betrachtung des natürlichen Kapitalstocks (siehe hierfür Kapitel 2.3.1 in Teil II).

²⁸⁴ Die Verkehrssicherheit setzt sich aus den Indikatoren Personenunfälle, Sachschadenskosten sowie Polizei- und Justizkosten zusammen. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit in der Tabelle wurden diese nicht einzeln aufgeführt.

5.3 Bewertungsstufe 2a – Teilaggregation der Indikatoren zu Superkriterien

5.3.1 Welche Indikatoren sollten zu Superkriterien aggregiert werden?

5.3.1.1 Ausgangssituation

Das Ziel der Bildung der Superkriterien mittels einer formalisierten Aggregation ist, die Indikatoren zu 5 - 9 Superkriterien zu verdichten²⁸⁵ um den darauf folgenden Abwägungsvorgang überschaubar gestalten zu können. Die damit verbundene Frage, welche Indikatoren aggregiert werden, trägt normativen Charakter und ist nicht wissenschaftlich beweisbar. Es kann allerdings gefragt werden, ob es sich um eine sachangemessene Aggregation handelt. Eine nicht sachangemessene Aggregation liegt vor, wenn sie dazu führt, dass alle ermittelten Dimensionen bzw. die Dimensionen des Nachhaltigkeitsbegriffes verwischt werden und somit in der Abwägung nicht mehr erkennbar sind²⁸⁶. Wissenschaftlich begründbar dagegen müssen die Regeln der Aggregation sein, die nach der normativen Entscheidung, ob Werte zusammengefasst werden, aufzustellen sind.

Bei der normativen Entscheidung über eine Aggregation sollten nachfolgende Anforderungen berücksichtigt werden²⁸⁷:

- Die Zielkonflikte sollen erkennbar bleiben bzw. werden.
- Die Vor – und Nachteile sollten deutlich zu Tage treten.
- Eine Aggregation von Indikatoren sollte nur erfolgen, wenn dadurch ein Informationsgewinn möglich erscheint. Dies ist dann der Fall, wenn die Aussagekraft des aggregierten Indikators größer eingeschätzt wird, als die Aussagekraft der Einzelindikatoren.

Der Verlust an Detailinformation ist immer dann problematisch, wenn zwei Indikatoren zusammengefasst werden, deren Wirkungen sich gegenseitig kompensieren²⁸⁸. Das Kompensationsproblem wird größer, je verschiedener die zu aggregierenden Indikatoren sind. Darum wird versucht nur Indikatoren zusammenzufügen, die

²⁸⁵ siehe hierfür Kapitel 4.3.2 und auch [Fürst, Scholles 2001] S. 239, [Eberle 1981] S. 31

²⁸⁶ Gesprächsnotiz, ausgehend von Prof. Dr. B. Jessel, Professorin für Landschaftsplanung der Universität Potsdam

²⁸⁷ siehe hierzu auch [ECMT 2004] S. 232 ff., [Scholles 1998c] oder [Beckmann 2000]

²⁸⁸ wenn z. B. durch die Verkehrsinfrastrukturmaßnahme die Erreichbarkeit besser und die VOC-Immissionen schlechter werden und beide Indikatoren in der Bewertung mittels einer Wertsynthese zusammengefasst dargestellt sind

- ähnliche Wirkungen/Eigenschaften der Verkehrsinfrastruktur²⁸⁹ beschreiben bzw.
- dieselbe Einheit besitzen und somit in der gleichen Dimension vorliegen²⁹⁰.

5.3.1.2 Vorschlag zur Bildung der Superkriterien

In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal alle für die Bildung der Superkriterien zur Verfügung stehenden Wirkungsfelder sowie deren Indikatoren zusammengestellt:

Nr.:	Wirkungsfeld	Indikatoren
1	Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer (in Abhängigkeit der Nutzerkosten)	Zugang (Akzeptanzwahrscheinlichkeit)
2	Schadstoffbelastungen	NO _x -Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)* VOC-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)* Benzol-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)* Partikel-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)*
3	Klimawirkung	CO ₂ (für Klimawirkung)
4	Ressourcennutzung	CO ₂ (für Energieverbrauch) Flächeninanspruchnahme
5	Lärmbelastungen	Lärmbelastungen (bezogen auf Betroffenheiten*)
6	Verkehrssicherheit	Unfallopfer Sachschäden Polizei- und Justizkosten
7	Aufenthaltsqualität	Soziale Brauchbarkeit (bezogen auf Aufenthaltsanspruch)
8	Stadtraumqualität	Straßenqualität (bezogen auf Stadtraumsensibilität)
9	Barrierewirkungen	Trennwirkung (bezogen auf Grunddurchlässigkeit)
10	Stadtökologische Effekte	Stadtklimatische Qualität (bezogen auf stadtklimatische Sensibilität)
11	Investitionskosten	Investitionskosten
12	Unterhaltungs- und Betriebskosten	Betriebs- und Unterhaltungskosten
13	Intragenerative Gerechtigkeit	Unterschiedliche Erreichbarkeiten zwischen den sozioökonomischen Gruppen

Tabelle 5-3: Zusammenfassung aller ausgewählten Indikatoren

* was unter dem Wort „Betroffenheiten“ verstanden werden sollte, also welche Wirkungen berücksichtigt werden (dies können Wirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Gebäude usw. sein) wird im Rahmen der Wertsynthese ab Kapitel 5.3.2 diskutiert.

²⁸⁹ Was unter ähnlichen Wirkungen zu verstehen ist, kann auch nur normativ beantwortet werden.

²⁹⁰ siehe hierzu z. B. EN ISO 14041 S. 17 (Europäische Norm Ökobilanz)

Der Indikator „Zugang“ repräsentiert den verkehrlichen Nutzen der Infrastruktur. In den meisten Fällen ist die Verbesserung der verkehrlichen Situation Ziel und Ausgangspunkt der Planungen. Damit erkennbar bleibt, inwieweit diese durch die Planungsmaßnahme erreicht werden kann, sollte dieser Indikator mit keinem anderen Wirkungsfeld aggregiert werden.

Eine große Gruppe von Wirkungsfeldern beschreibt Wirkungen des Verkehrs, die alle in ihren Auswirkungen möglichst gering gehalten werden sollen. Diese Wirkungsfelder könnten deshalb zu einem Superkriterium zusammengefügt werden. Dies betrifft die Indikatoren der Wirkungsfelder

- Ressourcennutzung,
- Klimawirkung,
- Schadstoffbelastungen,
- Lärmbelastungen und
- Unfälle (Aspekte der Verkehrssicherheit).

Da die aufgeführten Wirkungen alle möglichst gering sein sollten (wenig Ressourcennutzung, wenig Schadstoffbelastungen, etc.) sind innerhalb des Superkriteriums Kompensationen mit Wirkungsfeldern, die eine möglichst große Wirkung entfalten sollten (z. B. eine hohe Erreichbarkeit) nicht möglich. Durch die Aggregation geht aber die Information verloren, wie sich die einzelnen Indikatoren verändern, da eine Verschlechterung durch die Verbesserung eines anderen Indikators kompensiert werden kann.

Da die Indikatoren in der ersten Bewertungsstufe auf Einhaltung von Ausschlusskriterien geprüft werden, sind unzulässige, extrem schlechte Werte bei einzelnen Indikatoren vor der Aggregation erkennbar und die entsprechenden Varianten können von der Bewertung ausgeschlossen werden. Der entstehende Informationsverlust scheint deshalb an dieser Stelle vertretbar. Nachteilig ist, dass die Indikatoren in verschiedenen Einheiten vorliegen. Eine Aggregation ist somit nur möglich, wenn die Indikatoren in gleiche Einheiten transformiert werden. Hierfür stehen aufbauend auf Kapitel 4.2 die Methoden der

- Nutzwertbildung (analog der ersten Nutzwertanalyse der ersten Generation),
- Rangordnung (analog der ersten Nutzwertanalyse der zweiten Generation) sowie die
- Monetarisierung

zur Verfügung.

Die Nutzwertanalyse der ersten Generation erfordert die Bildung von Zielerreichungsgradfunktionen. Zudem sind für die Wertsynthese Gewichte pro Indikator festzulegen. Die Bildung einer Rangordnung mit Hilfe der Nutzwertanalyse der zweiten Generation bedingt das Aufstellen von logischen Aggregationsregeln. Die Verteilung der Gewichte für die Nutzwertanalyse der ersten Generation als auch die logischen Aggregationsregeln für die Nutzwertanalyse der zweiten Generation sollten unter Beachtung der Höhe der Schäden pro Einheit geschehen, da mit den Indikatoren die Höhe der Schadwirkungen abgeschätzt werden soll. Wenn aber eine Ermittlung der Schadenskosten pro Einheit erforderlich wird, erscheint es praktikabler, gleich den gesamten Indikator in einer monetarisierten Form zu erfassen und zu aggregieren.

Voraussetzung zur Monetarisierung der Indikatoren auf der Basis von Schadenskosten ist, dass die entstehenden Schäden bekannt sind und es grundsätzlich möglich ist, die Schäden in Geldwerten zu erfassen. Beides ist nicht immer gegeben. Problematisch ist z. B. die Schätzung der Schadenskosten von Klimawirkungen, da die Folgen von eventuellen Klimaänderungen nicht mit hinreichender Genauigkeit erfassbar sind²⁹¹. So kann z. B. niemand voraussagen, ob durch die Klimaerwärmung etwa der nordatlantische Golfstrom zum Erliegen kommt und welche Veränderungen und Kosten in Europa dadurch hervorgerufen würden. Schätzungen der Schadenskosten von Klimawirkungen umfassen deshalb immer nur mögliche Teilwirkungen einer Klimaänderung²⁹², bzw. es wird von vielen Experten angezweifelt, ob es überhaupt möglich ist, die Schadenskosten von Klimaveränderungen zu bestimmen²⁹³. Deshalb werden diese oft mit Hilfe von Vermeidungskostenansätzen monetarisiert²⁹⁴. Mit diesem Ansatz werden die Kosten abgeschätzt, die entstehen, wenn eine bestimmte Emissionsmenge vermieden werden soll²⁹⁵. Kritisch bei Verwendung des Vermeidungskostenansatzes ist, dass keine Aussagen über die Höhe der Umweltschäden mehr möglich sind. Schadenskosten sind nicht mit Vermeidungskosten gleichzusetzen und die sich damit ergebenden Werte liefern andere Informationen²⁹⁶.

Ähnlich kritisch muss die Monetarisierung der Ressourcennutzung betrachtet werden, wenn versucht wird, die sich aus der Nutzung ergebenden Folgen für zukünftige Generationen in

²⁹¹ siehe z. B. [BMVBW 2003] S. 39

²⁹² In [UIC 2000] S. 208 ist eine Zusammenstellung von Schadenskostenansätzen zu finden.

²⁹³ siehe hierzu beispielsweise [Hohmeyer 1996] oder [ExternE 1996] (aus Quelle: [Koch] übernommen)

²⁹⁴ siehe die Berücksichtigung der Klimawirkung in den Bewertungen bzw. Projekten von: [BMVBW 2003], [ExternE 1996] oder [Friedrich 1996]

²⁹⁵ Schadenskosten- als auch Vermeidungskostenansätze werden in Kapitel 5.3.2 noch genauer vorgestellt.

²⁹⁶ siehe [TU Dresden 2000] S. 13 ff.

die Bewertung zu integrieren²⁹⁷, denn niemand kann voraussagen, für welche Zwecke zukünftige Generationen die Ressourcen benötigen bzw. ob diese überhaupt zukünftig benötigt werden.

Deshalb erscheint die Monetarisierung der Folgen von Klimawirkung und Ressourcennutzung mittels Schadenskostenansätzen problematisch und eine Monetarisierung mit Hilfe von Vermeidungskostenansätzen liefert nicht die gewünschte Information über die Höhe der Schäden.

Da in dem hier zu erstellenden Bewertungsverfahren aufgrund der Aufgabenstellung nicht die Notwendigkeit besteht, alle Indikatoren zu aggregieren²⁹⁸, wird wegen der dargestellten Probleme vorgeschlagen, die Indikatoren der Wirkungsfelder „Klimawirkung“ und „Ressourcennutzung“ (CO₂-Emissionen und Flächeninanspruchnahme) nicht zu monetarisieren damit direkt (und mit ihren Originalmesswerten) in den Abwägungsvorgang eingehen zu lassen.

An dieser Stelle kann diskutiert werden, ob die getroffenen Aussagen auch für den Indikator „Flächeninanspruchnahme“ gültig sind, da die Fläche nicht endgültig verloren geht, sondern später auch wieder für andere Nutzungen zur Verfügung steht. Hier liegt ein Grenzfall in der Betrachtung vor.

Bei der Monetarisierung der Flächeninanspruchnahme muss zwischen zwei verschiedenen Aspekten differenziert werden. Einerseits sind dies Folgen (Kosten), resultierend aus der Beeinträchtigung von Bodenfunktionen, und andererseits der entgangene Nutzen aus anderen, konkurrierenden Oberflächennutzungen. Schadenskosten bezüglich der Beeinträchtigung der Bodenfunktionen lassen sich nur sehr schwer erstellen und werden darum z. Z. in Monetarisierungsansätzen nicht oder nur indirekt durch die Kosten für Ausgleichsmaßnahmen berücksichtigt²⁹⁹.

Der entgangene Nutzen von konkurrierenden Oberflächennutzungen wird mit Hilfe von Opportunitätskosten bestimmt. Dies kann u. a. über den Ansatz der Bodenpreise geschehen.

²⁹⁷ Durch die Prüfung auf Einhaltung der Grenzwerte des maximal möglichen Ressourcenverbrauches sind die Verbrauchsmengen zwar innerhalb des erlaubten Bereiches, die Ressourcen werden aber trotzdem weniger und stehen somit zukünftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung.

²⁹⁸ siehe Kapitel 4.3.2

²⁹⁹ [TU Dresden 2000] S. 75 ff.

Die Bodenpreise verändern sich aber durch die verkehrliche Erschließung, so dass die Festlegung des akkuraten Wertes sehr schwer ist³⁰⁰.

Da die Folgen der Beeinträchtigung der Bodenfunktion z. Z. nicht mittels Monetarisierungsansätzen abgebildet werden können und die Ansätze zur Ermittlung der Kosten der Oberflächennutzungen ein hohes Maß an Abstraktionsvermögen zum Verständnis voraussetzen, wird vorgeschlagen auf eine Monetarisierung zu verzichten. Damit geht der Indikator Flächeninanspruchnahme mit der leicht verständlichen Maßeinheit m² in die Abwägung ein.

Die Kosten von Verkehrsunfällen sind einfacher nachvollziehbar³⁰¹ bzw. relativ gut ermittelbar. Straßenverkehrsunfälle bzw. die sich daraus ergebenden Kosten werden in Deutschland von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) jährlich ermittelt. In diesem Bereich existiert also eine gute Grundlage zur Berücksichtigung dieses Wirkungsbereiches in einer monetarisierten Form.

Viele der sich durch Luftschadstoffe und Lärm ergebenden Schäden sind ebenso bekannt und berechenbar³⁰². Im Detail existieren hier aber Probleme der Abgrenzung der Effekte untereinander. Gesundheitsschäden können z. B. durch eine gleichzeitig vorliegende Lärm- und Schadstoffbelastung hervorgerufen werden. Aufgrund der Komplexität der Ökosysteme und von Wissenslücken, z. B. bei auftretenden Langzeiteffekten, erscheint es zudem nicht möglich Umweltwirkungen vollständig zu monetarisieren³⁰³.

Trotz der dargestellten Probleme³⁰⁴ wird sich an dieser Stelle für eine Monetarisierung der Lärm- und Luftschadstoffwirkungen entschieden, da anderenfalls auch diese Indikatoren in ihrer Originalskalierung in den Abwägungsprozess eingehen müssten. In diesem Fall wären in dem sich anschließenden Abwägungsprozess mehr als 9 Indikatoren untereinander

³⁰⁰ In der EWS werden die Kosten über die Bewertung der Knappheit von Flächen in Ballungsräumen bewertet, indem die Kosten für den Bau von Fahrradwegen ermittelt werden. Diesem Ansatz liegt die Idee zugrunde, dass durch ein erhöhtes Verkehrsaufkommen, die Fahrradfahrer von der Straße verdrängt werden und eigene Flächen zur Verfügung gestellt bekommen müssen. In der standardisierten Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs wird auf eine Monetarisierung verzichtet und die Flächeninanspruchnahme in der Originalgröße (Hektar) in der Bewertung berücksichtigt (siehe [BMVBW 2000] S. 67) und im BVWP 2003 wird der Indikator Flächeninanspruchnahme nicht in die Bewertung einbezogen.

³⁰¹ auch wenn hier über die Sinnfälligkeit von einzelnen Kostenkomponenten debattiert werden kann, so z. B. über den Wert eines Menschenlebens siehe dazu Kapitel 5.3.2.2

³⁰² Natürlich besteht immer die Möglichkeit, dass sich aufgrund heute unbekannter Zusammenhänge zukünftig Schadwirkungen ergeben, die heute nicht mit berücksichtigt wurden, da die Ermittlung der Schäden immer nur auf der Grundlage des heute vorhandenen Wissenstandes erfolgen kann. Siehe hierzu auch Kapitel 2.2 im Teil II.

³⁰³ [ÖW 20/88] S. 17

³⁰⁴ Siehe dazu auch Kapitel 5.3.2, in dem diese Problematik genauer diskutiert wird.

abzuwägen. Dies soll aber, um die Abwägung einfach und übersichtlich gestalten zu können, vermieden werden. Damit wird vorgeschlagen, die Indikatoren der Wirkungsfelder

- Lärmbelastungen,
- Unfälle und
- Schadstoffbelastungen

zu einem Superkriterium zu aggregieren, indem diese monetarisiert werden. Die Indikatoren der Wirkungsfelder

- Ressourcennutzung und
- Klimawirkung

werden nicht aggregiert und gehen mit ihren Originalmesswerten in den Abwägungsprozess ein.

In einem weiteren Superkriterium könnten alle Indikatoren, die sich auf städtebauliche Effekte beziehen, zusammengefasst werden. Dies sind die Indikatoren der Wirkungsfelder

- Aufenthaltsqualität,
- Stadtraumqualität,
- Barrierewirkungen und
- Stadtökologische Effekte.

Eine Aggregation erscheint hier praktikabel, da alle Indikatoren die Wirkung der Verkehrsinfrastruktur auf die umgebende Raumstruktur beschreiben und alle in ordinalen Skalen vorliegen.

Eine Aggregation mit Hilfe einer Montetarisierung erscheint bei den vorliegenden Indikatoren nicht zielführend, da diese Wirkungen charakterisieren, für die keine oder nur sehr unvollständige Monetarisierungsansätze vorhanden sind (siehe hierfür Kapitel 4.2.1)³⁰⁵.

Ordinale Messgrößen können nicht mittels Addition oder Multiplikation verknüpft werden³⁰⁶. Als Aggregationsmethode erscheint deshalb die Nutzwertanalyse der zweiten Generation

³⁰⁵ Unter anderem aus diesem Grund wurden z. B. im BVWP 2003 städtebauliche Effekte nicht direkt in den Nutzen-Kosten-Faktor integriert, sondern separat in einer Raumwirksamkeitsanalyse betrachtet.

³⁰⁶ siehe Kapitel 4.2.3

(siehe hierzu Kapitel 4.2.3) geeignet³⁰⁷. Dies bedeutet, dass für das Superkriterium der städtebaulichen Effekte kein Gesamtwert gebildet, sondern eine Rangordnung der Alternativen ermittelt wird. Somit wird vorgeschlagen, ein weiteres Superkriterium unter der Bezeichnung „Städtebauliche Effekte“ zu bilden und mit Hilfe einer Rangordnung zu aggregieren.

Die Indikatoren der Wirkungsfelder

- Investitions- und
- Betriebs- und Unterhaltungskosten

beziehen sich auf die Kosten der Maßnahme und könnten deshalb zu einem weiteren Superkriterium zusammengefasst werden. Diese liegen in der gleichen Einheit (Euro) vor und beschreiben ähnliche Eigenschaften der Verkehrsinfrastrukturmaßnahme, so dass an dieser Stelle eine Aggregation mittels Addition unproblematisch erscheint.

Der noch verbleibende und in dem Kapitel noch nicht diskutierte Indikator „Intragenerative Gerechtigkeit“ sollte mit seinem Originalmesswert in den Abwägungsprozess eingehen, da kein weiterer Indikator in dem Bewertungsverfahren existiert, der in der gleichen Einheit vorliegt oder eine ähnliche Eigenschaft der Verkehrsinfrastruktur beschreibt. In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal alle sich damit ergebenden Superkriterien zusammenfassend dargestellt.

³⁰⁷ Aber auch eine Aggregation von ordinalen Präferenzordnungen mittels Boolescher Logik bedingt immer die Annahme, dass es grundsätzlich möglich ist, Rangplätze untereinander zu verrechnen (siehe [Zangemeister 1970] S. 258).

Nr. :	Superkriterium	Indikatoren	Einheit
1	Zugang	Akzeptanzwahrscheinlichkeit	%
2	Flächeninanspruchnahme	Flächeninanspruchnahme	m ²
3	Klimawirkung / Energieverbrauch	CO ₂ (für Klimawirkung)	Tonnen pro Jahr
4	Schadstoff-, Lärm-, und Unfallkosten	NO _x -Belastungen VOC-Belastungen Benzol-Belastungen Partikel-Belastungen Lärmbelastungen Unfallopfer Sachschäden Polizei- und Justizkosten	Euro pro Jahr
5	Städtebauliche Effekte	Soziale Brauchbarkeit (bezogen auf Aufenthaltsanspruch) Straßenqualität (bezogen auf Stadtraumsensibilität) Trennwirkung (bezogen auf Grunddurchlässigkeit) Stadtklimatische Qualität (bezogen auf stadtklimatische Sensibilität)	Rangordnung der Varianten
6	Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten	Investitionskosten Betriebs- und Unterhaltungskosten	Euro pro Jahr
7	Intragenerative Gerechtigkeit	Unterschiedliche Erreichbarkeiten zwischen den sozioökonomischen Gruppen	Nutzwert („Notenskala von 1 - 5“)

Tabelle 5-4: Vorschlag zur Bildung der Superkriterien

Die Indikatoren

- Zugang,
- intragenerative Gerechtigkeit,
- Flächeninanspruchnahme und
- CO₂-Emissionen

gehen in ihrer Originalskalierung in den Abwägungsvorgang ein. Für die drei Superkriterien

- Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten,

- Städtebauliche Effekte sowie
- Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten

müssen Wertsyntheseregeln für die Aggregation gebildet werden. Dies geschieht in den nachfolgenden Abschnitten.

5.3.2 Wertsynthese für das Superkriterium „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“

5.3.2.1 Ausgangssituation

In dem Superkriterium „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“ werden nachfolgende Indikatoren aggregiert:

Wirkungsfeld	Indikator
Schadstoffbelastungen	NO _x -Belastungen VOC-Belastungen Benzolbelastungen Partikelbelastungen
Lärmbelastungen	Lärmbelastungen
Verkehrssicherheit	Unfallopfer Sachschäden Polizei- und Justizkosten

Tabelle 5-5: Indikatoren des Superkriteriums „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“

Zur Monetarisierung der Indikatoren können Schadens- oder Vermeidungskostenansätze³⁰⁸ herangezogen werden. Da mit Vermeidungskostenansätzen keine Aussagen über die Höhe der Schäden möglich sind, dies aber hier die eigentliche Fragestellung darstellt, werden Vermeidungskostenansätze als nur bedingt für dieses Bewertungsverfahren geeignet eingeschätzt³⁰⁹.

Die Kostenermittlung bei Schadenskostenansätzen geschieht zum einen mit Hilfe der Abschätzung von Dosis-Wirkungsbeziehungen. Hierfür wird untersucht, welche Schäden beispielsweise auf die Schadstoff- oder Lärmimmissionen zurückzuführen sind. Im darauf folgenden Schritt werden den ermittelten Schäden unter Verwendung von Marktpreisen Kosten zugeordnet. Problematisch an diesem Ansatz ist, dass die Schadensfunktionen oft

³⁰⁸ [UIC 2000] S. 13 ff.

³⁰⁹ siehe hierfür auch die Diskussion über die Monetarisierung von Klimawirkungen auf S. 154

nicht vollständig oder nur ungenügend bekannt sind. Besonders Schäden von langfristig auftretenden Wirkungen sind schwer bestimmbar. Oft überlagern sich verschiedene Effekte, so dass sich die Schäden nicht eindeutig einer Ursache zuordnen lassen. Irreversible Schäden, wie z. B. der Verlust einer Tierart, entziehen sich zudem der Bewertung, da es hier unmöglich erscheint die Schadenshöhe zu kalkulieren.

Neben der Abschätzung mit Hilfe von Dosis-Wirkungsbeziehungen kann die Ermittlung der Schadenskosten auch über Zahlungsbereitschaftsansätze erfolgen. Dieser Ansatz eignet sich, um besonders schwer abschätzbare Kostenkomponenten (wie z. B. die immateriellen Kosten des Verlustes an Lebensqualität) zu bestimmen. Zahlungsbereitschaften können einerseits durch eine direkte Erhebung ermittelt werden. In diesem Fall wird gefragt, wie viel die betroffenen Menschen für eine bestimmte Umweltverbesserung bereit sind zu bezahlen. Andererseits ist es möglich zu fragen, wie viel man den betroffenen Personen zahlen müsste, damit diese eine bestimmte Umweltverschmutzung und die sich daraus ergebende Beeinträchtigung der Lebensqualität akzeptieren. Durch das Beobachten des Kaufverhaltens der betroffenen Personen können zudem Zahlungsbereitschaften indirekt ermittelt werden. Ein Beispiel hierfür sind die Mietpreisdifferenzen in Gebieten mit hoher und niedriger Verkehrsbelastung.

Problematisch bei all diesen Ansätzen ist, dass die Höhe der Zahlungsbereitschaften der befragten Personen von deren Einkommens- und Wohlstandsniveau beeinflusst wird und von den vorhandenen Informationen über die Schäden abhängt. Die Zahlungsbereitschaft nimmt mit steigender Umweltqualität ab. Je weniger Umweltprobleme für den Einzelnen in seiner Umgebung sichtbar sind, desto weniger ist er für eine weitere Verbesserung der Umweltqualität bereit zu bezahlen. Die ermittelten Werte können zudem von den tatsächlich vorhandenen abweichen, da die befragten Personen entweder ihre Wertvorstellungen nicht in monetären Größen ausdrücken können oder zu hohe Angaben machen, um den Erhalt einer bestimmten Situation zu begünstigen³¹⁰. Die Kalkulation der Kosten für die Wiederherstellung von zerstörten oder beschädigten Gütern bildet eine dritte Möglichkeit zur Ermittlung von Schadenskosten³¹¹. In den nachfolgenden Abschnitten werden die pro Kostenkomponente jeweils zur Verfügung stehenden Monetarisierungsansätze einzeln vorgestellt.

³¹⁰ [TU Dresden 2000] S. 12

³¹¹ Siehe hierzu z. B. [TU Dresden 2000] S. 12 ff.

5.3.2.2 Monetarisierung „Verkehrsunfälle“

Die Kosten von Verkehrsunfällen werden regelmäßig durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)³¹² erhoben und aktualisiert. In dieser Form gehen sie bereits heute in alle standardisierten Bewertungsverfahren für Verkehr ein und können ebenso für dieses Bewertungsverfahren herangezogen werden³¹³. Das Ziel der Bundesanstalt ist dabei immer die Ermittlung der sozialen Kosten von Verkehrsunfällen, d. h., es sind sowohl interne als auch externe Kostenkomponenten in den Berechnungen enthalten.

Die BAST unterteilt die Kosten in Personen- und Sachschäden. In beiden Komponenten sind Polizei- und Justizkosten bereits berücksichtigt. Personunfälle werden von der BAST in nachfolgende Kostenfaktoren untergliedert und deren Höhe ist aus den entsprechenden Veröffentlichungen der BAST entnehmbar³¹⁴:

– Reproduktionskosten

Die Reproduktionskosten umfassen alle Kosten der medizinischen Behandlung und beruflichen Rehabilitation sowie die Kosten zur Wiederherstellung der Rechtslage (stationäre und ambulante Behandlung, Krankentransport, Nachbehandlung, Hilfsmittel, Förderung, Rehabilitation, Pflege, Kosten der Polizei und Rechtsprechung, Versicherungskosten, Neubesetzungskosten sowie Sterbegeld).

– Ressourcenausfallkosten

Als Ressourcenausfallkosten werden die gesamtwirtschaftlichen Produktionsausfälle der Unfallopfer durch Tod oder dauerhafte bzw. vorübergehende Arbeitsunfähigkeit definiert. Sie umfassen die Kosten von stationärer Behandlung, Rehabilitation, Pflege, Arbeitsunfähigkeit und der Minderung der Erwerbsfähigkeit.

– Außermarktliche Kosten

Der Kostenfaktor beschreibt die außermarktliche Wertschöpfung in Form von Schatten- und Hauswirtschaft. Das Ziel der Einbeziehung ist die Berücksichtigung der Produktion von Gütern und Leistungen, die nicht Bestandteil des Sozialprodukts und somit Teil der Ressourcenausfallkosten sind.

³¹² Siehe hierzu z. B. die aktuellste Veröffentlichung der BAST: Wissenschaftliche Informationen der Bundesanstalt für Straßenwesen, Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2002, <http://www.bast.de/> (aufgerufen am 09.11.2004).

³¹³ Andere Kostenuntersuchungen konnten zudem nicht gefunden werden.

³¹⁴ Weitergehende Informationen über die Definitionen sind in den Berichten der BAST, siehe hierfür im Internet: <http://www.bast.de/> (aufgerufen am 09.11.2004) oder in [TU Dresden 2000] S. 37 ff. zu finden.

– Immaterielle Kosten

Immaterielle Kosten (diese werden auch als humanitäre Kosten bezeichnet) sind über die beschriebenen Reproduktions- und Ressourcenausfallkosten hinausgehende Kosten wie z. B. Schmerz und Leid der Opfer, psychische Beeinträchtigungen, verringerte Belastbarkeit sowie der Verlust an Lebensqualität.

Immaterielle Kosten sind die kritischsten Kosten in der gesamten Berechnung, da berechtigterweise gefragt werden kann, ob sich Schmerz und Leid der Opfer oder der Verlust an Lebensqualität überhaupt in Geldeinheiten ausdrücken lassen bzw. ob der Versuch den Wert eines Menschenlebens in Geldeinheiten zu messen ethisch vertretbar ist. Sollen Verkehrsunfälle in Form von Kosten in einem Bewertungsverfahren berücksichtigt werden, muss dies als grundsätzlich möglich erachtet werden, da anderenfalls der Weg der Monetarisierung abzulehnen ist. Immaterielle Kosten werden z. Z. mit Hilfe von zwei verschiedenen Herangehensweisen ermittelt, die beide grundsätzlich möglich erscheinen³¹⁵. Die BAST ermittelt die immateriellen Kosten über die Höhe der gezahlten Schmerzensgelder. Es existieren aber ebenso Ansätze, die die Kosten auf der Grundlage von Zahlungsbereitschaften der Bevölkerung zur Reduzierung von Unfallfolgen abschätzen.

Wird mit dem Zahlungsbereitschaftsansatz gearbeitet, fallen die Kosten höher aus als mit der von der BAST gewählten Methodik, da die Zahlungsbereitschaft der Menschen zur Reduzierung der Wahrscheinlichkeit von Verkehrsunfällen offensichtlich höher ist, als die Höhe der gezahlten Schmerzensgelder³¹⁶. Eine Zusammenstellung über verschiedene Kostensätze ist z. B. in [UIC 2000], S. 18, zu finden.

Neben den Personenschäden existieren als weitere Größe die unfallbedingten Sachschäden. Deren Höhe wird bei der BAST-Methodik nicht direkt ermittelt, sondern auf der Grundlage der Schwere des Unfalls geschätzt. Hierbei werden die Unfälle in nachfolgende Kategorien unterteilt: Unfälle mit Getöteten, Schwerverletzten, Leichtverletzten, schwerwiegende Unfälle mit nur Sachschaden, übrige Sachschadensunfälle und sonstige Alkoholunfälle³¹⁷. Durch eine Addition der einzelnen Kostenarten ergibt sich die Höhe der Unfallkosten pro Zeiteinheit.

³¹⁵ [UIC 2000] S. 18 ff.

³¹⁶ [TU Dresden 2000] S. 10 und 39

³¹⁷ siehe z. B. <http://www.bast.de/> (aufgerufen am 09.11.2004)

5.3.2.3 Monetarisierung „Lärmbelastungen“

Die negativen Auswirkungen von Lärmbelastungen werden aufbauend auf dem gegenwärtigen Wissensstand in nachfolgende Kostenkomponenten unterteilt³¹⁸:

– Gesundheitskosten

Gesundheitskosten berücksichtigen durch Lärmbelastungen verursachte Gesundheitsschäden (z. B. Herz- und Kreislauferkrankungen oder die Beeinträchtigung des subjektiven Wohlbefindens der betroffenen Menschen).

– Immaterielle Kosten

In diese Kostenart fallen z. B. eine durch Lärm gestörte Unterhaltung, der Verlust an Lebensqualität in Wohnungen (z. B., wenn Fenster aufgrund hoher Geräuschbelastungen nicht mehr geöffnet werden) usw.

– Produktionsausfallkosten

Produktionsausfallkosten entstehen, wenn Lärmbelastungen am Arbeitsplatz eine Verringerung der Arbeitsproduktivität zur Folge haben.

Gesundheitskosten können mit Hilfe von Schadenskostenansätzen ermittelt werden. Hierfür wird das durch eine Lärmbelastung erhöhte Risiko von Herz-Kreislauferkrankungen zu Grunde gelegt. Die Bestimmung der Schadenshöhe ist kritisch, da auch hier wieder der Wert eines Menschenlebens in Geld ausgedrückt werden muss (siehe dazu voriges Kapitel). Eine Zusammenstellung von Kostensätzen ist z. B. in [UIC 2000], S. 28 ff., zu finden. Schwierig ist zudem die Abgrenzung zu anderen Ursachen, da eine Krankheit oft auf ein Zusammenwirken von vielen Faktoren zurückzuführen ist.

Zahlungsbereitschaftsansätze werden zur Ermittlung der Immateriellen Kosten verwendet³¹⁹. Die Ermittlung erfolgt sowohl über eine direkte Befragung als auch indirekt, indem die Mietpreisunterschiede in Gegenden mit unterschiedlichen Lärmimmissionen verglichen werden. Auch hier spielen neben der Lärmbelastung andere Faktoren eine Rolle³²⁰, so dass wieder ein Abgrenzungsproblem besteht. Produktionsausfallkosten werden in vielen Studien

³¹⁸ Diese Kostenkomponenten werden heute üblicherweise in die Berechnung einbezogen. Siehe z. B. [UIC 2000] S. 27 ff. oder [Becker 2001] S. 52 ff.

³¹⁹ siehe hierfür [UIC 2000] S. 29 ff.

³²⁰ z. B. die Qualität und Lage des Wohnviertels

aufgrund des hohen Durchschnittsalters der betroffenen Personen und der geringen Anzahl der Fälle vernachlässigt³²¹.

Mit dem Vermeidungskostenansatz kann ermittelt werden, welche Kosten zur Vermeidung der Lärmbelastung notwendig wären, was also Maßnahmen kosten würden um die Lärmimmissionen unter einem bestimmten Zielpegel zu halten. Bei diesen Ansätzen werden vor allem die Kosten von passiven Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt (Einbau von Lärmschutzfenstern oder Lärmschutzwänden). Vermeidungskostenansätze ergeben im Gegensatz zu Schadenskostenansätzen geringe Kostensätze, da die Lärmwirkungen im Außenbereich nicht mit berücksichtigt werden³²².

5.3.2.4 Monetarisierung „Schadstoffbelastungen“

Die Folgen von Schadstoffbelastungen können in nachfolgende Kostenarten untergliedert werden³²³:

– Gesundheitskosten

Dies sind durch Luftverschmutzungen bedingte Kosten von Herz-, Kreislauf- und Atemwegserkrankungen (inklusive der in deren Folge entstehen Behandlungs- und Ressourcenausfallkosten, wenn die betroffenen Personen einen Arzt aufsuchen bzw. nicht arbeitsfähig sind).

– Kosten von Materialschäden

Luftschadstoffe können zu erhöhten Schäden an Gebäuden oder sonstigen der Witterung ausgesetzten Gegenständen führen, infolge dessen der Erhaltungsaufwand steigt.

– Kosten von Vegetationsschäden

Die natürliche Vegetation wird ebenso durch eine erhöhte Luftverschmutzung in Mitleidenschaft gezogen. Die Schäden werden gegenwärtig unterteilt in: forstwirtschaftliche Verluste, erhöhte Kosten der Waldbewirtschaftung, Beeinträchtigung der Erholungsfunktion der Wälder, Ertragseinbußen in der Landwirtschaft, der Verlust von Tier- oder Pflanzenarten und die Störung natürlicher Kreisläufe.

³²¹ [Becker 2001] S. 54

³²² [Becker 2000] S. 53

³²³ [Becker 2000] S. 43 ff.

Zur Abschätzung der Gesundheitskosten wurden bisher verschiedene Methoden entwickelt³²⁴. Zum einen können Schadenskostenansätze verwendet werden. Bei diesen wird, unter Zuhilfenahme von epidemiologischen Studien, die Zunahme von Erkrankungen bei steigenden Schadstoffkonzentrationen ausgewertet. Analog den Gesundheitskosten der Lärmbelastungen werden anschließend die mit den Erkrankungen verbundenen Kosten ermittelt. Eine weitere Möglichkeit der Kostenabschätzung ist der Vergleich der Höhe der Gesundheitskosten (mit Hilfe von Krankenkassendaten) in Gebieten mit viel und wenig Luftschadstoffbelastung³²⁵. Bei beiden Ansätzen ist die Ursache-Wirkungs-Beziehung schwer kalkulierbar, da die Gründe der auftretenden Gesundheitsschäden viele Ursachen besitzen können und nicht immer allein auf die Luftschadstoffe zurückzuführen sind.

Die Verwendung von Zahlungsbereitschaften, also wie viel die betroffenen Menschen für eine Verbesserung der Luftqualität und das damit verringerte Risiko einer luftschadstoffbedingten Erkrankung bereit sind zu bezahlen, stellt eine weitere Möglichkeit der Kostenkalkulation dar³²⁶. Kosten unter Zuhilfenahme von Vermeidungskostenansätzen stehen ebenso zur Verfügung³²⁷.

Gebäudeschäden werden ermittelt, indem die Kosten für die Renovierung von Fassenden an Standorten mit verschieden hoher Luftschadstoffbelastung verglichen werden. Ein anderer Ansatz ist die Ermittlung der Lebensdauerverkürzung von Bauteilen infolge der Schadstoffbelastung. Schäden an Kunstdenkmälern und ästhetische Beeinträchtigungen sind aufgrund gegenwärtig fehlender Monetarisierungsansätze nicht in den Kostensätzen enthalten³²⁸.

Bei den luftschadstoffbedingten Vegetationsschäden werden im allgemeinen nur die ökonomischen Wirkungen infolge von Ernteaufschlägen für die Landwirtschaft sowie Waldschäden berücksichtigt. Beeinträchtigungen von Erholungs- und ökologischen Funktionen sowie Verluste von Pflanzen- und Tierarten werden wegen fehlender Monetarisierungsansätze nicht mit einbezogen³²⁹. An dieser Stelle besteht noch Forschungsbedarf.

³²⁴ [Becker 2000] S. 44

³²⁵ [Becker 2001] S. 33 ff.

³²⁶ Die mit der Verwendung von Zahlungsbereitschaftsansätzen verbundenen Vor- und Nachteile wurde in Kapitel 5.3.2.1 erläutert.

³²⁷ siehe hierfür [Becker 2000] S. 47 ff.

³²⁸ [Becker 2000] S. 45

³²⁹ [Becker 2001] S. 39 ff.

Das Superkriterium „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“ wird durch die Summation der einzelnen Kostenanteile gebildet. Aufgrund der für die Monetarisierung notwendigen erforderlichen Abgrenzungen bzw. der Vielfältigkeit der Wirkungen und Wirkungszusammenhänge sollten die ermittelten Kosten immer unter Beachtung der verwendeten Monetarisierungsansätze betrachtet und interpretiert, bzw. durch Sensitivitätsanalysen sollte die Belastbarkeit der ermittelten Werte überprüft werden. Das Superkriterium ist in der nachfolgenden Tabelle noch einmal kurz charakterisiert:

Superkriterium	Zielwert	Maßeinheit	Indikatorart
Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten	möglichst gering	€/pro Jahr	nach oben offene kardinale Skala

Tabelle 5-6: Zusammenfassung des Superkriteriums „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“

5.3.3 Wertsynthese für das Superkriterium „Städtebauliche Effekte“

5.3.3.1 Ausgangssituation

Ab Kapitel 3.8 wurden Indikatoren für die Wirkungsfelder der städtebaulichen Effekte ausgewählt. Die Indikatoren setzen sich alle aus Teilkriterien zusammen, die in einem ersten Schritt aggregiert werden müssen. Dies geschieht mit den dafür in [BMV 1997] entwickelten Präferenzmatrizen und entspricht damit der in [BMV 1997] entwickelten Vorgehensweise. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist diese Wertsynthese in den Anlagen A bis D dargestellt. Durch die Wertsynthese ergibt sich für jedes Wirkungsfeld jeweils ein Indikator mit dem die Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts beurteilt werden kann. Die Sensibilität wird mit Hilfe einer 5-stufigen ordinalen Skala beurteilt. Die Interpretation ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Interpretation der Skala des Indikators:	
Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	
Wert	Bedeutung
1	Hohe städtebauliche Sensibilität/Ansprüche der Seitenbereiche auf Gewährleistung des städtebaulichen Effekts
⇓	⇓
5	Geringe städtebauliche Sensibilität/Ansprüche der Seitenbereiche auf Gewährleistung des städtebaulichen Effekts

Tabelle 5-7: Interpretation der Skala des Indikators bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts

Der zweite, sich ergebende Indikator dient zur Abschätzung der Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigung auf die Gewährleistung des städtebaulichen Effekts. Auch dieser wird ebenfalls mit Hilfe einer 5-stufigen ordinalen Skala beurteilt, deren Bedeutung in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich ist:

Interpretation der Skala des Indikators: Abschätzung der Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	
Wert	Bedeutung
1	Von der Verkehrsinfrastruktur gehen geringe verkehrliche Beeinträchtigungen aus. Die Realisierung des städtebaulichen Effekts ist nicht beeinträchtigt.
⇓	⇓
5	Von der Verkehrsinfrastruktur gehen hohe verkehrliche Beeinträchtigungen aus. Die Realisierung des städtebaulichen Effekts ist stark beeinträchtigt.

Tabelle 5-8: Interpretation der Skala des Indikators bezüglich der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts

Die Indikatoren selbst sowie die in die Indikatoren eingehenden Teilgrößen sind noch einmal in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet:

Bezeichnung des städtebaulichen Effekts	Sensibilität der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts		Abschätzung der Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	
	Indikator	eingehende Teilgrößen	Indikator	eingehende Teilgrößen
Aufenthaltsqualität	Aufenthaltsanspruch	Art der baulichen Nutzung, Verdichtung, Freiflächenangebot, Orientierung an der Bebauung	Soziale Brauchbarkeit	Flächenverfügbarkeit zur Realisierung nicht verkehrlicher Nutzungen, gestalterische Qualität der Flächen, vorhandene Verkehrsbelastung
Stadttraumqualität	Stadttraumsensibilität	Raumfolgen, Raumübergangsqualität, visuelle Querbezüge, Einzelbauwerke	Straßenqualität	Raum- und Querschnittsproportionen der Straße, vorhandene Verkehrsbelastung
Barrierewirkungen	Grunddurchlässigkeit	Räumlicher Verbund zwischen beiden Seiten der Straße, Verflechtung und Orientierung über das Raumband hinweg	Trennwirkung	Verkehrsbelastung, Qualität der Straße
Stadtökologische Effekte	Stadtklimatische Sensibilität	Grad der Verdichtung und Nutzung, Gemeindegröße	Stadtklimatische Qualität	Versiegelungsgrad der Straße und der umliegenden Bebauung, Vegetationsgrad der Straße

Tabelle 5-9: Indikatoren des Superkriteriums „Städtebauliche Effekte“

Aufbauend auf Kapitel 5.3.1.2 soll die Wertsynthese mittels einer Nutzwertanalyse der zweiten Generation mit dem Ziel der Erstellung einer Rangordnung der Planungsvarianten geschehen. Bei der vorliegenden Indikatorstruktur muss die Bildung der Rangordnung in zwei Schritten erfolgen:

1. Aggregation der beiden Indikatoren zu einem zusammenfassenden Indikator pro städtebaulichem Effekt bei jeder einzelnen Planungsvariante
2. Bestimmung der Rangordnung der untersuchten Planungsvarianten auf der Grundlage der vier städtebaulichen Indikatoren pro Planungsvariante

Für den ersten Schritt, die Aggregation der beiden Teilindikatoren pro städtebaulichem Effekt, stellt die Nutzwertanalyse der zweiten Generation die Methodik der Präferenzmatrix als logisches Kombinationsverfahren zur Verfügung³³⁰, so dass an dieser Stelle darauf zurückgegriffen werden soll. Die Werte innerhalb der Präferenzmatrix müssen vor der

³³⁰ siehe z. B. [Bechmann 1978] oder [Scholles 1998a]

Aggregation normativ festgelegt werden (nachfolgend werden hierfür verschiedene Vorschläge erarbeitet). Um dem normativen Element Rechnung tragen zu können, sollten die Werte von dem politisch zuständigen Entscheidungsgremium aber immer bestätigt werden.

Auf der Grundlage der sich ergebenden Indikatoren wird in einem zweiten Schritt die Rangordnung der Planungsvarianten bestimmt. Auch dafür werden in den nachfolgenden Kapiteln Verfahrensvorschläge entwickelt.

5.3.3.2 Ansätze zur Aggregation der Indikatoren pro städtebaulichem Effekt

Die Aggregation der beiden Teilindikatoren pro städtebaulichem Effekt liefert einen Indikator mit dem beurteilt werden kann, ob die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden verkehrlichen Beeinträchtigungen den Ansprüchen der Seitenbereiche der Verkehrsinfrastruktur bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts entgegenstehen³³¹.

Die Wertzuweisung innerhalb der Präferenzmatrix kann auf der Grundlage vielfältiger Ansätze und Prinzipien erfolgen, so dass es unmöglich ist, an dieser Stelle alle denkbaren Möglichkeiten zu diskutieren³³². Deshalb sollen anschließend drei grundsätzliche Ansätze erarbeitet werden, die in der Detailgenauigkeit der Aussagen jeweils zunehmen und je nach konkreter Situation vor Ort beliebig weiter spezifiziert werden können. Dies sind:

1. eine Aggregation, die Aussagen liefert, ob die Realisierung des städtebaulichen Effekts möglich ist oder nicht (einfache Ja/Nein Aussage),
2. eine Aggregation, die Aussagen liefert, ob die Realisierung des städtebaulichen Effekts möglich ist und falls nicht, wie stark die störende verkehrliche Beeinträchtigung ist,
3. eine Aggregation analog des Prinzips der ökologischen Risikoanalyse, mit der Aussagen getroffen werden können, wie groß das Risiko eingeschätzt werden muss, dass die Realisierung des städtebaulichen Effekts aufgrund der vorhandenen verkehrlichen Beeinträchtigungen nicht umgesetzt werden kann.

³³¹ Die Aggregation setzt immer voraus, dass es als grundsätzlich zulässig angesehen wird, die beiden ordinal vorliegenden Indikatoren untereinander zu vergleichen (siehe hierzu auch [Zangemeister 1970] S. 258).

³³² Hinweise zum generellen Vorgehen sind z. B. in [Cerwenka 1984], [Bechmann 1978], [Bachfischer 1978] oder [Scholles 1998] zu finden.

Variante 1: Aggregation zu einer Ja/Nein Aussage

Der erste Vorschlag ist eine Wertsynthese, die überprüft, ob die verkehrsbedingten Beeinträchtigungen eine Größe besitzen, bei der die Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts noch möglich ist. Der hinter der Wertsynthese stehende Ansatz lautet, dass der Indikator der Funktionserfüllung der Verkehrsinfrastruktur mindestens ebenso so gut sein muss wie der Indikatorwert der Sensibilität des städtebaulichen Effekts. Die Wertsynthese läuft somit auf eine Ja/Nein Entscheidung hinaus und der sich ergebende Indikator besitzt zwei Werte:

Indikatorwert	Bedeutung des Indikators
Ja	Die Ansprüche der Seitenbereiche auf Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts werden erfüllt.
Nein	Die Ansprüche der Seitenbereiche auf Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts werden nicht erfüllt, da die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Beeinträchtigungen zu groß sind.

Tabelle 5-10: Interpretation des Indikators bei Variante 1 der Wertsynthese der städtebaulichen Effekte

Auf der Grundlage des oben genannten Aggregationsansatzes ergeben sich damit nachfolgende Wertsyntheseregeln:

Der aggregierte Indikator bekommt den Wert Ja (J) zugewiesen, wenn der Grad der Funktionserfüllung mindestens so gut ist, wie der Grad der Sensibilität. Ist die Sensibilität der Seitenbereiche größer, als die der Funktionserfüllung, wird der aggregierte Indikator mit dem Wert nicht erfüllt belegt (N). Dies ist in den nachfolgenden Tabellen noch einmal dargestellt:

Wert des aggregierten Indikators des städtebaulichen Effekts = J
wenn Indikator Funktionserfüllung \leq Indikator Sensibilität der Seitenräume.

Tabelle 5-11: Wertsyntheseregeln 1 für Variante 1

Wert des aggregierten Indikators des städtebaulichen Effekts = N
wenn Indikator Funktionserfüllung $>$ Indikator Sensibilität der Seitenräume

Tabelle 5-12: Wertsyntheseregeln 2 für Variante 1

Die sich auf der Grundlage dieser Regeln ergebende Präferenzmatrix ist nachfolgend dargestellt:

Variante 1: Aggregation der Indikatoren zu einer Ja/Nein Entscheidung						
Empfindlichkeitsmerkmale der Seitenräume (Sensibilität/Ansprüche an die städtebauliche Funktion)		Ausstattungsmerkmale der Straßenräume/verkehrliche Beeinträchtigungen				
		sehr gute Funktionserfüllung*		⇒	sehr schlechte Funktionserfüllung**	
		1	2	3	4	5
sehr hoch ↓ sehr gering	1	J	N	N	N	N
	2	J	J	N	N	N
	3	J	J	J	N	N
	4	J	J	J	J	N
	5	J	J	J	J	J

* = dies entspricht geringen verkehrsbedingten Beeinträchtigungen

** = dies entspricht hohen verkehrsbedingten Beeinträchtigungen

Tabelle 5-13: Beispiel für die Präferenzmatrix bei Variante 1

Variante 2: Aggregation mit Aussagegenauigkeiten der Beeinträchtigungstärke

In einer nächsten, genaueren Stufe wäre es zudem noch möglich, im Falle der nicht Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts zu untersuchen, wie stark die Realisierung beeinträchtigt ist. Für diesen Fall reicht eine zweiteilige Skala nicht mehr aus. Da beide Ausgangsindikatoren in einer 5-teiligen Skala vorliegen, wird vorgeschlagen als Skala für den aggregierten neuen Indikator ebenfalls eine 5-teilige Skala zu verwenden. Grundsätzlich sind aber auch andere Einteilungen möglich. Auch dies sind normative Festlegungen, die vor der Bewertung mit den Entscheidungsträgern diskutiert und vereinbart werden sollten. Die Skalierung sollte von den Eigenschaften und der Genauigkeit, mit der der städtebauliche Effekt beurteilt werden soll, abhängig gemacht werden und kann sich aus diesem Grund von Effekt zu Effekt unterscheiden³³³. Da nicht angedacht ist, die einzelnen städtebaulichen Effekte zu aggregieren, sondern eine Rangreihung zu bilden, können verschieden skalierte Skalen pro städtebaulichem Effekt als unproblematisch angesehen werden³³⁴. In der nachfolgenden Tabelle ist die grundsätzlich angedachte Struktur der Skala dargestellt:

³³³ siehe hierfür z. B. Scholles http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_BewOera.htm#mittelfranken (aufgerufen am 19.10.2004)

³³⁴ Dies kann anders aussehen, wenn kardinal vorliegende Werte zu einem Indikator aggregiert werden sollen. In diesem Fall sollte versucht werden, gleiche Skalen zu verwenden um die Aggregation zu vereinfachen.

Indikatorwert	Bedeutung des Indikators
1	Die Ansprüche der Seitenbereiche auf Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts werden erfüllt.
2	Die Ansprüche der Seitenbereiche auf Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts werden nicht erfüllt, da die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Beeinträchtigungen geringfügig größer als vertretbar sind.
↓	↓
5	Die Ansprüche der Seitenbereiche auf Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts werden nicht erfüllt, da die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Beeinträchtigungen sehr viel größer als vertretbar sind.

Tabelle 5-14: Interpretation des Indikators bei Variante 2 der Wertsynthese der städtebaulichen Effekte

Auch hier lassen sich, basierend auf dem Aggregationsansatz, Wertsyntheseregeln ableiten:

Analog Variante 1 bekommt der aggregierte Wert den Bestwert (in diesen Fall ist dies der Wert 1) zugewiesen, wenn der Grad der Funktionserfüllung der Verkehrsinfrastruktur mindestens gleich oder besser als der Indikatorwert der Sensibilität der Seitenräume ist. Dies entspricht der Wertsyntheseregeln:

Wert des aggregierten Indikators des städtebaulichen Effekts = 1:
wenn Indikator Funktionserfüllung \leq Indikator Sensibilität der Seitenräume.

Tabelle 5-15: Wertsyntheseregeln 1 für Variante 2

Der schlechteste Wert (in diesem Fall der Wert 5) wird vergeben, wenn die beiden Indikatoren in ihrer Wertaussage maximal entgegenlaufen, d. h., eine sehr hohe Sensibilität der Seitenräume einer sehr hohen verkehrlichen Beeinträchtigung und damit einer sehr schlechten Funktionserfüllung gegenübersteht:

Wert des aggregierter Indikators des städtebaulichen Effekts = 5
wenn Indikator Funktionserfüllung = 5 und der Indikator Sensibilität der Seitenräume = 1

Tabelle 5-16: Wertsyntheseregeln 2 für Variante 2

Die Zwischenwerte (Werte 2, 3 und 4) des aggregierten Indikators werden je nach Größe des Unterschiedes zwischen der Sensibilität der Seitenräume und den verkehrlichen Beeinträchtigungen vergeben:

Wert des aggregierter Indikators des städtebaulichen Effekts = 2, 3, 4
wenn Indikator Funktionserfüllung $>$ Indikator Sensibilität der Seitenräume

Tabelle 5-17: Wertsyntheseregeln 3 für Variante 2

Das angedachte Prinzip der Wertsynthese ist in der nachfolgenden Matrix beispielhaft dargestellt:

Variante 2: Aggregation der Indikatoren zu einer Aussage über den Grad Beeinträchtigung						
Empfindlichkeitsmerkmale der Seitenräume (Sensibilität/Ansprüche an die städtebauliche Funktion)		Ausstattungsmerkmale der Straßenräume/verkehrliche Beeinträchtigungen				
		sehr gute Funktionserfüllung**		⇒	sehr schlechte Funktionserfüllung**	
		1	2	3	4	5
Sehr hoch ↓ sehr gering	1	1	2	3	4	5
	2	1	1	2	3	4
	3	1	1	1	2	3
	4	1	1	1	1	2
	5	1	1	1	1	1

* = dies entspricht geringen verkehrsbedingten Beeinträchtigungen

** = dies entspricht hohen verkehrsbedingten Beeinträchtigungen

Tabelle 5-18: Beispiel für die Präferenzmatrix bei Variante 2

Variante 3: Aggregation analog der ökologischen Risikoanalyse

Die dritte und detaillierteste Form der Wertsynthese ist eine städtebauliche Risikoanalyse, die auf dem Ansatz der von Bachfischer [Bachfischer 1978] entwickelten ökologischen Risikoanalyse aufbaut. Diese Form der Wertsynthese beurteilt das von der Verkehrsinfrastrukturmaßnahme ausgehende Risiko der Beeinträchtigung auf die Umsetzung des städtebaulichen Effekts (z. B. die Höhe des Risikos, dass der Aufenthaltsanspruch nicht gewährleistet werden kann oder dass die Straße der stadtklimatischen Sensibilität nicht gerecht wird).

Auch hier muss in einem ersten Schritt zunächst die Skalierung des sich ergebenden aggregierten Indikators normativ festgelegt werden. Für das hier beispielhaft vorgestellte Vorgehen wurde wieder analog Variante 2 eine 5-teilige ordinale Skala ausgewählt, deren Interpretation aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden kann:

Indikatorwert	Bedeutung des Indikators
1	kein Risiko der Beeinträchtigung
↓	↓
5	sehr hohes Risiko der Beeinträchtigung

Tabelle 5-19: Interpretation des Indikators bei Variante 3 der Wertsynthese der städtebaulichen Effekte

Es besteht kein Risiko der Beeinträchtigung (Indikatorwert = 1) des städtebaulichen Effekts, wenn entweder keine verkehrlichen Störungen vorhanden sind oder die Seitenbereiche unempfindlich gegenüber einer potentiellen Störung sind. Damit lässt nachfolgende Wertsyntheseregeln ableiten:

kein Risiko der Beeinträchtigung (Wert = 1)
wenn keine verkehrliche Beeinträchtigungen vorhanden sind (Indikator verkehrliche Beeinträchtigungen = 1)
oder
wenn die Seitenräume unempfindlich gegenüber der Beeinträchtigung sind (Indikator Sensibilität = 5)

Tabelle 5-20: Wertsyntheseregeln 1 für Variante 3

Ein sehr hohes Risiko (Indikatorwert = 5) dagegen besteht, wenn einer sehr hohen städtebaulichen Sensibilität eine ebenfalls sehr hohe verkehrliche Beeinträchtigung gegenübersteht. Dies entspricht der Wertsyntheseregeln:

sehr hohes Risiko der Beeinträchtigung (Wert = 5)
wenn eine sehr hohe verkehrliche Beeinträchtigung (sehr schlechte Funktionserfüllung) vorliegt (Indikatorwert = 5) und der Indikator Sensibilität der Seitenbereiche den Wert 1 besitzt (sehr sensibel gegenüber der Beeinträchtigung)

Tabelle 5-21: Wertsyntheseregeln 2 für Variante 3

Die Zwischenwerte (Werte 2, 3 und 4) des aggregierten Indikators werden je nach Größe des Unterschiedes zwischen der Sensibilität der Seitenräume und den verkehrlichen Beeinträchtigungen vergeben. In der nachfolgenden Tabelle ist eine beispielhafte Aggregation dargestellt:

Variante 3: Aggregation der Indikatoren mit Hilfe einer städtebaulichen Risikoanalyse						
Empfindlichkeitsmerkmale der Seitenräume Sensibilität/Ansprüche an die städtebauliche Funktion (entspricht der Empfindlichkeit gegenüber Beeinträchtigungen)		Ausstattungsmerkmale der Straßenräume/verkehrliche Beeinträchtigungen (entspricht der Intensität potenzieller Beeinträchtigung)				
		sehr gute Funktionserfüllung = geringe Beeinträchtigung		⇒	sehr schlechte Funktionserfüllung = hohe Beeinträchtigung	
		1	2	3	4	5
Sehr hoch = hohe Empfindlichkeit ↓ Sehr gering = geringe Empfindlichkeit	1	1	2	3	4	5
	2	1	2	3	4	4
	3	1	2	3	3	3
	4	1	2	2	2	2
	5	1	1	1	1	1

Tabelle 5-22: Beispiel für die Präferenzmatrix bei Variante 3

Wie in der ersten Spalte ersichtlich, ist das Risiko der Beeinträchtigung gering, wenn durch die Infrastruktur eine gute Funktionserfüllung gewährleistet ist. Hierbei ist der Grad der Empfindlichkeit unerheblich. Die Situation ändert sich, wenn durch die Verkehrsinfrastruktur eine hohe Beeinträchtigung bei der Funktionserfüllung festgestellt wird (siehe letzte Spalte in der Matrix). Die Höhe des dadurch entstehenden Risikos steigt mit der Empfindlichkeit des Stadtraumes gegenüber der Beeinträchtigung an.

5.3.3.3 Welche Variante sollte ausgewählt werden?

Die Anwendung aller drei Varianten ist grundsätzlich möglich. Die endgültige Entscheidung sollte deshalb in Abhängigkeit von der Genauigkeit der Ausgangswerte getroffen werden. Je detaillierter diese Informationen vorliegen, umso genauer kann auch der aggregierte Indikator bestimmt werden. Eine Zunahme der Aussagegenauigkeit bedingt ebenfalls eine Zunahme der in den Bewertungsprozess eingehenden normativen Festlegungen, da die Werte innerhalb der Präferenzmatrix immer detaillierter festgelegt werden müssen.

Eine Aussage, welche der drei Varianten grundsätzlich immer verwendet werden sollte, erscheint deshalb nicht sinnvoll. Die Wertsynthese der städtebaulichen Risikoanalyse (Variante 3) liefert die detailliertesten Ergebnisse und beruht auf der Methode der ökologischen Risikoanalyse. Die ökologische Risikoanalyse ist heute ein übliches und häufig angewendetes Verfahren, das sich in der ökologischen Umweltplanung etabliert hat³³⁵. Der Umgang mit dieser Art der Wertsynthese ist also bekannt. Wenn es die Qualität der Ausgangsindikatoren zulässt, erscheint es deshalb sinnvoll, mit Variante 3, der „städtebaulichen Risikoanalyse“, zu arbeiten. Unabhängig von der gewählten Variante sollte die Stabilität der Ergebnisse immer mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen überprüft werden.

5.3.3.4 Ansätze zur Bildung der Rangordnung

Nach Vorliegen eines aggregierten Indikators pro städtebaulichem Effekt muss im nächsten Schritt die Rangordnung der bewerteten Planungsalternativen ermittelt werden. Das Vorgehen hierbei ist wieder abhängig von der vorliegenden Datenstruktur.

Wenn die zu bewertende Infrastruktur durch Räume verläuft, die eine unterschiedliche Struktur bzw. Bebauung und damit verschiedene Raumstrukturnutzungen aufweisen³³⁶, kann es u. U. sinnvoll sein, die Infrastruktur in Teilstücke (Bewertungselemente) zu zerlegen, und diese zunächst einzeln zu bewerten. In diesem Fall liegen also mehrere Wertaussagen pro städtebaulichem Effekt vor. Nach der Begutachtung ist es notwendig, die Werte der Teilelemente pro städtebaulichem Effekt zu aggregieren, da anderenfalls die Bildung der Rangordnung extrem schwierig wird³³⁷. Somit sind zur Bildung der Rangordnung zwei Teilschritte erforderlich:

- A. Aggregation der Teilelemente
- B. Ermittlung der Rangordnung

Nachfolgend werden für beide Schritte Lösungsansätze aufgezeigt.

³³⁵ siehe z. B. [Scholles 1998b]

³³⁶ z. B.: Wenn der erste Teil der Straße durch ein hochwertiges Wohngebiet führt und der zweite Teil durch ein Industriegebiet, sollten beide Teile zunächst getrennt bewertet und anschließend aggregiert werden.

³³⁷ So betont z. B. auch Scholles, dass zumindest bis auf Schutzgutebene, d. h., in diesem Fall bis zur Ebene der einzelnen städtebaulichen Effekte aggregiert werden muss, wenn der Entscheider noch den Überblick behalten soll; siehe hierzu http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_BewOera.htm#mittelfranken (aufgerufen am 19.10.2004).

A. Aggregation der Teilelemente

An dieser Stelle werden nur Indikatoren zusammengefasst, die den gleichen Wertträger beschreiben und die innerhalb derselben Ordinalskala gemessen wurden (d. h., die Größe der numerischen Intervalle zwischen den einzelnen Wertstufen sind zwar nicht bekannt, es ist aber bekannt, dass sie bei allen zu aggregierenden Indikatoren gleich sind). Es werden also keine verschieden skalierten Skalen aggregiert. Deshalb wird sich für eine Aggregation mit Hilfe von Rechenoperationen entschieden³³⁸. Für die Aggregation stehen eine Reihe von Formeln zur Verfügung, die in Kapitel 4.2.2 vorgestellt und diskutiert worden sind. Für die hier vorzunehmende Aggregation erscheint aufbauend auf Kapitel 4.2.2 die nachfolgende Formel geeignet³³⁹, da mit dieser eine nichtlineare Gewichtung der einzelnen Teilelemente möglich ist, um z. B. besonders große oder kleine Teilabschnitte besonders zu gewichten.

$$Indikator_S = \frac{\sum_{i=1}^m S_x * f(SR_{xi})}{\sum_{i=1}^m f(SR_{xi})}$$

Gleichung 5-1: Bildung von Teilnutzwerten pro Indikator das für Superkriterium „Städtebauliche Effekte“

S_x	=	Indikatorwert des Teilelements i des städtebaulichen Effekts S
m	=	Anzahl der Teilelemente
$f(SR_{xi})$	=	maßgebende Strukturgröße des Bewertungselements

Die maßgebende Strukturgröße (SR_{xi}) ist die Größe, nach der die Bedeutung der einzelnen Teilelemente gewichtet wird. Dies könnte z. B. die Länge der einzelnen Straßenabschnitte sein oder die Anzahl der sich dort aufhaltenden Menschen usw. Diese Strukturgröße kann, falls als notwendig erachtet, noch mit einer Funktion $f(SR_{xi})$ gewichtet werden, wenn diese in nichtlinearer Form in das Bewertungsverfahren eingehen soll.

B Ermittlung der Rangordnung

Mittels der gebildeten Indikatoren ist es nun möglich, eine Reihenfolge der Varianten zu bilden. Für die Bildung der Rangordnung stehen wieder eine Reihe von möglichen Methoden zur Verfügung, so z. B.:

- freie Beurteilung analog einem nichtformalisierten Bewertungsverfahren,

³³⁸ Wird aus streng methodischen Gesichtspunkten eine solche Vorgehensweise abgelehnt, kann als Alternative auch auf eine Zerlegung der Verkehrsinfrastruktur in einzelne Teilstücke (Bewertungselemente) verzichtet werden.

³³⁹ Diese Formel ist abgeleitet von Gleichung 4-3.

- Kaskadenmethoden,
- Paarvergleiche und
- Rangsummen.

Die einfachste Methode ist eine freie Beurteilung (Abwägung) auf der Grundlage der vier Indikatorwerte. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Anwendung der Kaskadenmethode³⁴⁰. Sie kann verwendet werden, wenn die vier städtebaulichen Effekte als nicht gleichwertig betrachtet werden und somit auch hier eine Rangordnung vorliegt. In diesem Fall werden die Varianten zuerst nach dem bedeutendsten städtebaulichen Effekt geordnet. In der nächsten Stufe (Kaskade) wird der zweitwichtigste Effekt betrachtet und abgewogen, ob die Reihenfolge der Varianten geändert werden sollte. Dies ist dann der Fall, wenn die besser eingestufte Variante in der ersten Kaskade nur geringfügig besser als die ihr nachgeordnete ist, in der zweiten Kaskade aber viel schlechtere Werte aufzuweisen hat als die ihr nachgeordnete Variante.

Zur Erstellung der Rangordnung kann ebenso auf das in Kapitel 4.2.5 beschriebene Rangordnungsverfahren zurückgegriffen werden. Auch hier ist zur endgültigen Erstellung der Rangordnung eine Abwägung erforderlich.

Ein weiteres Verfahren zur Ordnung einzelner oder bereits aggregierter Indikatoren ohne Abwägungskomponenten stellt die Rangsummenregel dar³⁴¹. Bei dieser werden die Werte der einzelnen Indikatoren zu einer Rangfolge geordnet. Die Variante mit dem besten Wert bekommt den Rang 1, die zweitbeste den Rang 2 usw. Diese Rangfolge wird für jeden städtebaulichen Effekt gebildet. Zum Schluss werden die Punkte pro Variante addiert. Die Variante mit den geringsten Punkten belegt jeweils den ersten Platz³⁴².

Da an dieser Stelle des Bewertungsverfahrens die Bewertung noch formalisiert erfolgt und erst in der Stufe 2b eine Diskussion und Abwägung durch die Entscheidungsträger durchgeführt wird, erscheint ein formalisiertes Verfahren ohne Abwägungskomponenten geeignet. Deshalb wird vorgeschlagen, die Rangsummenregel zu verwenden. Am nachfolgenden Beispiel ist das Verfahren kurz dargestellt:

³⁴⁰ siehe z. B. [ASTRA 2003] S. 117

³⁴¹ Diese wird z. B. auch im NISTRA-Verfahren herangezogen (siehe [ASTRA 2003] S. 117).

³⁴² Es sind auch andere mathematische Vorgehen denkbar, die aber zum gleichen Ergebnis führen. So kann z. B. die Rangordnung ebenso über einen Paarvergleich erfolgen, indem alle Varianten paarweise jeweils getrennt pro städtebaulichem Effekt miteinander verglichen werden. Die bessere Variante bekommt einen Punkt. Nach Abschluss aller Vergleiche werden die Punkte addiert und die Varianten nach der Menge der vergebenen Punkte geordnet.

Städtebaulicher Effekt	Variante V1		Variante V2		Variante V3	
	Indikatorwert	Rang	Indikatorwert	Rang	Indikatorwert	Rang
Aufenthaltsqualität	2	2	1	1	4	3
Stadtraumqualität	1	1	2	2	3	3
Barrierewirkungen	2	1	3	2	3	2
Stadtökologische Effekte	3	2	4	3	1	1
Summe Rangpunkte		6		8		9

Tabelle 5-23: Beispiel für die Bildung der Rangordnung mittels Rangsummenregel

In dem Beispiel erhält Variante V1 6 Punkte, gefolgt von Variante V2 mit 8 und Variante V3 mit 9 Punkten. Die Rangordnung ist damit V1 vor V2 vor V3.

Damit ergibt sich für das Superkriterium der städtebaulichen Effekte eine Rangordnung aller untersuchten Planungsvarianten. Dies ist in der nachfolgenden Tabelle noch einmal zusammenfassend dargestellt:

Superkriterium	Indikatorart
Städtebauliche Effekte	Rangordnung der Varianten

Tabelle 5-24: Zusammenfassung des Superkriteriums „Städtebauliche Effekte“

5.3.4 Wertsynthese für das Superkriterium „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“

In dieses Superkriterium gehen nachfolgende Indikatoren ein:

Indikator	Zielwert	Maßeinheit	Indikatorart
Investitionskosten	möglichst gering	€/pro Jahr	quantitativer Messwert
Betriebs- und Unterhaltungskosten	möglichst gering	€/pro Jahr	quantitativer Messwert

Tabelle 5-25: Indikatoren des Superkriteriums „Kosten“

Die Bildung des Superkriteriums „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“ gestaltet sich einfach, da beide Indikatoren bereits in der gleichen Einheit (Euro pro Jahr) vorliegen und somit keine Transformation in eine andere Einheit notwendig wird. Beide Indikatoren können deshalb addiert werden. Es ergibt sich die nachfolgende Formel:

$$\text{Kosten pro Jahr} = K1 + K2$$

Gleichung 5-2: Wertsynthese des Superkriteriums „Kosten“

K1 = Investitionskosten pro Jahr

K2 = Unterhaltungs- und Betriebskosten pro Jahr

Superkriterium	Zielwert	Maßeinheit	Indikatorart
Investitions- Betriebs- und Unterhaltungs- kosten	möglichst gering	Euro	Nach oben offene kardinale Skala

Tabelle 5-26: Zusammenfassung des Superkriteriums „Kosten“

5.3.5 Zusammenfassung der gebildeten Superkriterien

In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal alle sieben Superkriterien mit den darin enthaltenen Indikatoren dargestellt.

Nr.	Superkriterium	Indikatoren	Einheit
1	Zugang	Akzeptanzwahrscheinlichkeit	%
2	Flächeninanspruchnahme	Flächeninanspruchnahme	m ²
3	Klimawirkung/ Energieverbrauch	CO ₂ (für Klimawirkung)	Tonnen pro Jahr
4	Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten	NO _x -Belastungen VOC-Belastungen Benzol-Belastungen Partikel-Belastungen Lärmbelastungen Unfallopfer Sachschäden Polizei- und Justizkosten	Euro pro Jahr
5	Städtebauliche Effekte	Soziale Brauchbarkeit (bezogen auf Aufenthaltsanspruch) Straßenqualität (bezogen auf Stadtraumsensibilität) Trennwirkung (bezogen auf Grunddurchlässigkeit) Stadtklimatische Qualität (bezogen auf stadtklimatische Sensibilität)	Rangordnung der Varianten
6	Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten	Investitionskosten Betriebs- und Unterhaltungskosten	Euro pro Jahr
7	Intragenerative Gerechtigkeit	Unterschiedliche Erreichbarkeiten zwischen den sozioökonomischen Gruppen	Nutzwert

Tabelle 5-27: Zusammenfassung der gebildeten Superkriterien

Nach der Aggregation der Indikatoren zu Superkriterien können die einzelnen Varianten mittels eines Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens basierend auf der Methodik von [FGSV 2002] (siehe Kapitel 4.2.5) in der Bewertungsstufe 2b untereinander abgewogen werden. Das dazu notwendige Verfahren wird im anschließenden Kapitel hergeleitet.

5.4 Bewertungsstufe 2b - Durchführung der Abwägung

Der Abwägungsvorgang ist die letzte Stufe im Bewertungsprozess und endet mit der Auswahl einer Variante, die zur Umsetzung empfohlen wird. Es wird vorgeschlagen, den Abwägungsprozess in die Phasen

- Vorbereitung der Abwägung,
- Durchführung der Abwägung durch die Entscheidungsträger und
- Erstellung der Rangordnung

zu unterteilen. In der Vorbereitungsphase werden zum einen die zur Abwägung zur Verfügung stehenden Informationen aufbereitet und zum anderen die Entscheidungsträger geschult. Die zweite Phase ist der eigentliche Abwägungsvorgang, in der die Entscheidungsträger über die Vorteilhaftigkeit zwischen jeweils zwei Varianten befinden. In der dritten Phase wird auf der Grundlage der Einzelentscheidungen die endgültige Rangordnung ermittelt. Nachfolgend werden alle drei Phasen näher erläutert.

5.4.1 Vorbereitung des Abwägungsprozesses

Die Abwägung zwingt die Entscheidungsträger, sich mit den Eigenschaften (Vor- und Nachteile) der einzelnen Varianten auseinanderzusetzen. Dies ist nur möglich, wenn die Bedeutung der Indikatoren bekannt ist. Deshalb sollte zur Vorbereitung der Abwägung eine Schulung der Entscheidungsträger erfolgen. In dieser werden die Indikatoren erklärt und es wird erläutert, wie die Indikatoren gemessen und welche Vereinfachungen und Abgrenzungen bei der Ermittlung der Werte angenommen wurden.

In der Vorbereitungsphase sollten zudem alle zur Verfügung stehenden Informationen zweckdienlich aufbereitet werden, um so die Voraussetzungen für einen sachlich richtigen Abwägungsprozess zu schaffen. Hierfür wird vorgeschlagen, die Indikatoren in einzelnen Datenblättern darzustellen. Diese können während des eigentlichen Abwägungsprozesses zur Entscheidungsfindung verwendet werden. Es erscheinen nachfolgende Datenblätter denkbar:

- Datenblatt der Superkriterien zum Vergleich der Vor- und Nachteile,

Mit Hilfe dieses Datenblattes werden die Superkriterien pro bewerteter Planungsvariante auf deren Vorteil- und Nachteilhaftigkeit bewertet.

Da sich die Entscheidungsträger mit den Vor- und Nachteilen der einzelnen Varianten auseinandersetzen müssen, erscheint es hilfreich, Informationen über die hinter den Superkriterien stehenden Teilwerte anzubieten. Diese zusätzlichen Informationen können herangezogen werden, falls die Entscheidung über die Vorteil- und Nachteilhaftigkeit der einzelnen Planungsvarianten schwierig ist, wenn beispielsweise die Superkriterien nur sehr kleine Unterschiede aufweisen. Hierfür erscheinen zwei Datenblätter denkbar. Zum einen ein

- Datenblatt mit Detailinformationen über die Zugangsmaße pro sozioökonomischer Gruppe.

Aus diesem Datenblatt ist erkennbar, wie sich der Zugang für jede einzelne sozioökonomische Gruppe verändert. In einem zweiten Datenblatt werden die

- Detailinformationen der Superkriterien „Städtebauliche Effekte“, „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“ und „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“

für jede einzelne Planungsvariante dargestellt. Dadurch sind Informationen über die hinter den Superkriterien stehenden Einzelindikatoren verfügbar. Nachfolgend sind die einzelnen Datenblätter näher erläutert.

Datenblatt der Superkriterien

In das Datenblatt werden die Werte der Superkriterien pro bewerteter Planungsvariante eingetragen und auf deren Vorteil- und Nachteilhaftigkeit bewertet. Ein Datenblatt ist zur Verdeutlichung auf der nachfolgenden Seite dargestellt. Darin werden beispielhaft drei Varianten einer Infrastrukturmaßnahme bewertet. Die Variante V0 stellt die Nullvariante dar. Bei den Varianten V1 und V2 handelt es sich um Planungsvarianten. Als beispielhafte Indikatorwerte sind zur Verdeutlichung bewusst sehr kleine Werte genommen worden, da an dieser Stelle das Prinzip der Abwägung verdeutlicht werden soll.

Datenblatt der Superkriterien zum Vergleich der Vor- und Nachteile										
Spalte Zeile	1	2	3	4	5			6	7	8
1	Nr.:	Superkriterium	Indikatorart	möglicher Zielwert	Indikatorwerte der Varianten			Vergleich		
					Vorher V0	Variante V1	Variante V2	V0 vor V1?	V0 vor V2?	V1 vor V2?
2	1	Zugang	Wahrscheinlichkeit	1	0,69	0,73	0,72	Nachteil	Nachteil	Vorteil
3	2	Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten	Euro pro Jahr	möglichst gering	8	9	7	Vorteil	Nachteil	Nachteil
4	3	Klimawirkung/Energieverbrauch	CO ₂ -Tonnen pro Jahr	möglichst gering	6	6	5	Gleich	Nachteil	Nachteil
5	4	Flächeninanspruchnahme	m ²	möglichst gering	10	10	9	Gleich	Nachteil	Nachteil
6	5	Städtebauliche Effekte	Rangordnung	-	3	2	1	Nachteil	Nachteil	Nachteil
7	6	Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten	Euro pro Jahr	möglichst gering	3	12	11	Vorteil	Vorteil	Nachteil
8	7	Intragenerative Gerechtigkeit	Notenskala zwischen 1 und 5	1	3	2	2	Nachteil	Nachteil	Gleich

Tabelle 5-28: Darstellung der Superkriterien für die Anwendung des Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens in der zweiten Stufe der Bewertung

In das Datenblatt werden zunächst die Indikatorwerte der zu bewertenden Varianten eingetragen. Dies geschieht in der Spalte 5. In den Spalten 6, 7 und 8 erfolgt der Vergleich der Varianten pro Superkriterium. Hierfür werden alle Varianten untereinander verglichen. Bei n Varianten ergeben sich somit $n \cdot (n-1)/2$ Abwägungsentscheidungen. Bei dem hier dargestellten Beispiel von 2 Varianten und der Nullvariante ergeben sich 3 notwendige Vergleiche. Dies sind:

- Vergleich der Vorher-Variante (V0) mit der ersten Planungsvariante (V1),
- Vergleich der Vorher-Variante (V0) mit der zweiten Planungsvariante (V2) und
- Vergleich der ersten Planungsvariante (V1) mit der zweiten Planungsvariante (V2)

Der Vergleich geschieht, indem überprüft wird ob je Superkriterium

- V0 besser als V1,
- V0 besser als V2 und
- V1 besser als V2

ist³⁴³. Das Ergebnis des Vergleichs (Vorteil, Nachteil, Gleich) wird in die Spalten 6, 7 und 8 eingetragen. Die Ergebnisse der Vergleiche werden zur Entwicklung eines Datenblattes (Abwägungsbogen) verwendet, mit dem die Entscheidungsfinder die Abwägung durchführen können (der Abwägungsbogen wird im Kapitel 5.4.2 Durchführung des Abwägungsprozesses erläutert).

Detailinformationen über die Zugangsmaße pro sozioökonomischer Gruppe

In diesem Datenblatt werden die Zugangsmaße pro sozioökonomischer Gruppe (Spalten 1, 2 und 4) aufgeführt. Durch diese Information wird erkennbar, welche sozioökonomische Gruppe sich bei welcher Planungsvariante verschlechtert oder verbessert. Um die Veränderungen des Zugangs deutlich sichtbar werden zu lassen, wird vorgeschlagen, bei den Planungsvarianten zudem immer die Differenzen zum Null-Fall auszuweisen. Dies geschieht in dem dargestellten Beispiel in den Spalten 3 und 5. Nachfolgend ist der Entwurf für ein Datenblatt dargestellt:

³⁴³ Die Reihenfolge der Bewertung ist unerheblich. Es kann als ebenso gefragt werden, ob V1 besser als V0, V2 besser als V0 und V2 besser als V1 ist.

Datenblatt mit Detailinformationen der Erreichbarkeitsmaße pro sozioökonomischer Gruppe									
Spalte					1	2	3	4	5
sozioökonomische Gruppen					Vorher-Fall V0	Variante V1		Variante V2	
Nr.:	Alter in Jahren a	Berufstätigkeit	Kfz- Verfüg- barkeit	Anzahl Personen je Gruppe	Zugangs- maß	Zugangs- maß	Differenz zum Vorher-Fall	Zugangs- maß	Differenz zum Vorher-Fall
1	a < 6	nicht berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
2	6 ≤ a < 16	nicht berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
3	16 ≤ a < 18	nicht berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
4	18 ≤ a < 45	berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
5	18 ≤ a < 45	berufstätig	mit	X	x	x	x	x	x
6	18 ≤ a < 45	nicht berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
7	18 ≤ a < 45	nicht berufstätig	mit	X	x	x	x	x	x
8	45 ≤ a < 60/65*	berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
9	45 ≤ a < 60/65*	berufstätig	mit	X	x	x	x	x	x
10	45 ≤ a < 60/65*	nicht berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
11	45 ≤ a < 60/65*	nicht berufstätig	mit	X	x	x	x	x	x
12	a ≥ 60/65*	berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
13	a ≥ 60/65*	berufstätig	mit	X	x	x	x	x	x
14	a ≥ 60/65*	nicht berufstätig	ohne	X	x	x	x	x	x
15	a ≥ 60/65*	nicht berufstätig	mit	X	x	x	x	x	x

Tabelle 5-29: Datenblatt mit Detailinformationen der Erreichbarkeitsmaße pro sozioökonomischer Gruppe

*= Erläuterung der Altersgrenze 60/65: 60 Jahre für weibliche Personen, 65 Jahre für männliche Personen.

Detailinformationen der Superkriterien „Städtebauliche Effekte“, „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“ und „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“

In dem dritten Datenblatt werden die Einzelindikatoren, aus denen sich die Superkriterien „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“, „Städtebauliche Effekte“ und „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“ zusammensetzen, dargestellt:

Datenblatt mit Detailinformationen über die Superkriterien Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten, Städtebauliche Effekte und Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten				
Wirkungsfeld	Maßeinheit	Vorher-Fall V0	Variante V1	Variante V2
Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten				
Luftschadstoffe	Euro pro Jahr	x	x	x
Lärm	Euro pro Jahr	x	x	x
Verkehrssicherheit	Euro pro Jahr	x	x	x
Städtebauliche Effekte				
Aufenthaltsqualität	Note	x	x	x
Stadtraumqualität	Note	x	x	x
Barrierewirkungen	Note	x	x	x
Stadtökologische Effekte	Note	x	x	x
Investitions—Betriebs- und Unterhaltungskosten				
Investitionskosten	Euro pro Jahr	x	x	x
Betriebs- und Unterhaltungskosten	Euro pro Jahr	x	x	x

Table 5-30: Datenblatt mit Detailinformationen über die Superkriterien „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“, „Städtebauliche Effekte“ und „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“

Auf der Grundlage dieser aufbereiteten Informationen kann der Abwägungsprozess beginnen.

5.4.2 Durchführung des Abwägungsprozesses

Die eigentliche Abwägung erfolgt durch die Entscheidungsträger³⁴⁴ und wird von Gutachtern beratend unterstützt. Die Guthaber haben die Aufgabe, die von den Entscheidungsträgern getroffenen Abwägungsentscheidungen zu dokumentieren und damit auch für nicht am Entscheidungsprozess beteiligte Personen nachvollziehbar zu machen. Für die Abwägung selbst wird der nachfolgende Abwägungsbogen vorgeschlagen (in diesem ist zum besseren Verständnis eine beispielhafte Abwägung dargestellt):

³⁴⁴ wer diese Entscheidungsträger sein können - siehe Kapitel 4.3.2 (auch Fußnote 273)

Abwägungsbogen					
Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
Frage zur Abwägung	Vorteile	Nachteile	Gleich	Entscheidung	Begründung
V0 besser als V1?	Schadstoffe, Lärm, Unfälle (V0 = 8 € V1 = 9 €) Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten (V0 = 3 € V1 = 12 €)	Zugang (V0 = 0,69; V1 = 0,73) Städtebauliche Effekte (V0 = Platz 3, V1 = Platz 2) Intragenerative Gerechtigkeit (V0 = 3, V1 = 2)	CO2 (V0 = 6 t; V1 = 6 t) Flächeninanspruchnahme (V0 = 10 m ² , V1 = 10 m ²)	V1 vor V0	Die Variante V0 (Ist-Zustand) weist gegenüber der Variante V1 den Vorteil geringerer Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten auf. Auch die finanziellen Aufwendungen sind aufgrund der nicht notwendigen Investitionsmittel geringer. Dem stehen aber bei der Variante V1 Verbesserungen des Zugangs, bessere städtebauliche Funktionen und eine Steigerung der intragenerativen Gerechtigkeit gegenüber. Deshalb wird Variante V1 gegenüber V0 als besser geeignet abgewogen.
V0 besser als V2?	Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten (V0 = 3 € V2 = 11 €)	Zugang (V0 = 0,69; V2 = 0,72) Schadstoffe, Lärm, Unfälle (V0 = 8 € V2 = 7 €) CO2 (V0 = 6 t; V2 = 5 t) Flächeninanspruchnahme (V0 = 10 m ² ; V2 = 9 m ²) Städtebauliche Effekte (V0 = Platz 3; V2 = Platz 1) Intragenerative Gerechtigkeit (V0 = 3, V2 = 2)		V2 vor V0	Die Variante V0 (Ist-Zustand) weist gegenüber der Variante V2 aufgrund der nicht notwendigen Investitionsmittel lediglich den Vorteil geringerer finanzieller Aufwendungen auf. Alle anderen Superkriterien sind in V2 besser. Deshalb wird Variante V2 gegenüber V0 als besser geeignet abgewogen.
V1 besser als V2?	Zugang (V1 = 0,73; V2 = 0,72)	Schadstoffe, Lärm, Unfälle (V1 = 9 € V2 = 7 €) CO2 (V1 = 6 t; V2 = 5 t) Flächeninanspruchnahme (V1 = 10 m ² ; V2 = 9 m ²) Städtebauliche Effekte (V1 = Platz 2; V2 = Platz 1) Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten (V1 = 12 € V2 = 11 €)	Intragenerative Gerechtigkeit (V1 = 2, V2 = 2)	V2 vor V1	Die Variante V1 weist gegenüber der Variante V2 lediglich den Vorteil eines besseren Zugangs auf. Alle anderen Superkriterien sind in V2 besser bzw. das Superkriterium Intragenerative Gerechtigkeit ist in beiden Varianten gleich. Deshalb wird Variante V2 gegenüber V1 als besser geeignet abgewogen.

Tabelle 5-31: Abwägungsbogen zur Durchführung des Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens

Der dargestellte Abwägungsbogen wird von Gutachtern vorbereitet, indem in die Spalten 2, 3 und 4 die Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten eingetragen werden. Damit ersichtlich ist, wie stark die jeweiligen Vor- und Nachteile ausgeprägt sind, werden in die Spalten ebenso die Indikatorwerte eingetragen. Ausgangsbasis hierfür ist das Datenblatt der Superkriterien.

Im Abwägungsprozess entscheiden die Entscheidungsträger über die Vorteilhaftigkeit zwischen jeweils zwei Varianten. Dies sind die in der Spalte 1 dargestellten Entscheidungsfragen. Das Ergebnis der Abwägungen wird im Abwägungsbogen in die Spalte 5 (Entscheidung der Reihenfolge) und Spalte 6 (Begründung der Entscheidung) eingetragen.

Die Entscheidungsträger müssen sich immer zwischen zwei Alternativen entscheiden. In dem dargestellten Beispiel sind dies die Abwägungsfragen:

- Ist Variante V0 besser als Variante V1?
- Ist Variante V0 besser als Variante V2?
- Ist Variante V1 besser als Variante V2?

Das Ergebnis der Abwägung ist in Spalte 5 ersichtlich. In der hier durchgeführten beispielhaften Abwägung sind nachfolgende Entscheidungen gefallen:

- Variante V1 ist besser als Variante V0
- Variante V2 ist besser als Variante V0
- Variante V2 ist besser als Variante V1

Aus den Einzelentscheidungen ergibt sich im nächsten Schritt die Rangordnung der Varianten. Diese wird bestimmt, indem die Einzelentscheidungen zusammengefasst werden.

5.4.3 Erstellung der Rangordnung

Die Rangordnung der untersuchten Varianten wird erstellt, indem Abwägungspaar für Abwägungspaar miteinander in Beziehung gesetzt wird. Eine logische Reihenfolge ergibt sich auf der Grundlage der getroffenen einzelnen Abwägungsentscheidungen der Entscheidungsträger, wenn diese konsistent abgewogen haben. Eine inkonsistente Abwägung liegt vor, wenn die Entscheidungsträger ihre Wertvorstellungen innerhalb des Abwägungsprozess unbewusst oder bewusst ändern. In diesem Fall bilden sich

Zirkelbezüge³⁴⁵ und es kann keine eindeutige Reihenfolge der Planungsvarianten mehr gebildet werden. Wird so ein Fall festgestellt, ist die Abwägung zu wiederholen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Bildung einer Rangordnung exemplarisch dargestellt. In Spalte 1 befinden sich die von den Entscheidungsträgern getroffenen Abwägungen. In Spalte 3 ergibt sich daraufhin die Rangordnung aller Varianten. In diesem Bewertungsschritt fließen demzufolge keine normativen Entscheidungen mehr ein.

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3
Abwägungspaar	Neu hinzukommende Variante	Rangordnung der Varianten
V1 vor V0	V1, V0	(V1 vor V0)
V2 vor V0	V2	(V1 vor V2 vor V0) oder (V2 vor V1 vor V0)
V2 vor V1	-	(V2 vor V1 vor V0)

Tabelle 5-32: Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (dritter Teil)

Nach Erstellung der Rangordnung ist die zweite Stufe der Bewertung beendet und eine Variante zur Realisierung ausgewählt worden. Damit ist der gesamte Prozess der Bewertung abgeschlossen. Die ausgewählte Variante kann nun durch die gesetzlich legitimierten Entscheidungsträger per Beschlussfassung zur Umsetzung verabschiedet werden.

³⁴⁵ siehe Kapitel 4.2.5

6 Fazit und Ergebnisse der Arbeit

6.1 Zusammenfassung der Arbeit

Die Steigerung der Lebens- und Umweltqualität ist u. a. Ziel jeder Verkehrsplanungsmaßnahme. Darüber und dass diese Verbesserung einen dauerhaften Charakter besitzen sollte, existiert ein breiter Konsens. Dies wurde z. B. von der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages³⁴⁶ formuliert. Die Gewährleistung einer dauerhaft umweltgerechten Mobilität ist somit auch ein Ziel der Verkehrspolitik in Deutschland. Zur Beurteilung, ob eine geplante Verkehrsinfrastruktur diesen Zielen gerecht wird, dienen Bewertungsverfahren, mit deren Hilfe Aussagen über die Vor- und Nachteile von geplanten Verkehrsinfrastrukturinvestitionen möglich werden.

Ein Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten für kleine lokale, innerhalb von bebauten Gebieten und auf der kommunalen Ebene zu treffende Entscheidungen, existiert bis jetzt nicht. Einen Ansatz dafür zu entwickeln, ist Ziel dieser Arbeit.

Dafür wird zunächst in einem ersten Schritt der Begriff einer nachhaltigen Entwicklung definiert:

Nachhaltige Entwicklung wird als ein Bündel gewünschter gesellschaftlicher Ziele verstanden, die eine Gesellschaft versucht zu erhalten oder zu maximieren. Das Zielbündel setzt sich dabei aus ökologischen, ökonomischen und sozialen Teilzielen zusammen.

Als Ausgangsbasis für ein Bewertungsverfahren ist die Definition noch nicht konkret genug. Aus diesem Grund wird ein nachhaltiger Entwicklungsprozess mit dem aus der ökologischen Ökonomie stammenden Konzept der kritischen Nachhaltigkeit³⁴⁷ weiter konkretisiert. Mit diesem theoretischen Modell besteht die Möglichkeit, Prozesse auf deren Nachhaltigkeit zu untersuchen. Deshalb wird unter Nutzung des Modells ein Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung in Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur entworfen.

³⁴⁶ [Bundestag 1998] S. 27 ff.

³⁴⁷ [Lerch 2001]

In dem Konzept der kritischen Nachhaltigkeit wird u. a. davon ausgegangen, dass eine Nutzung (und damit verbundene Reduzierung) von natürlichen Ressourcen möglich ist, solange dadurch die Überlebensfähigkeit des gesamten (Öko)Systems nicht gefährdet wird. Um die Überlebensfähigkeit des (Öko)Systems sicherzustellen, existieren im Modell der kritischen Nachhaltigkeit Nutzungsregeln für den Umgang und den Verbrauch von natürlichen Ressourcen. Wegen nicht vollständig vorhandener Informationen können die sich ergebenden Regeln aber in der Realität nicht auf deren Einhaltung überprüft werden.

Aus diesem Grund wird in [Pearce 1990]³⁴⁸ empfohlen, eine Risikovermeidungsstrategie zu wählen und sich das Ziel zu setzen, solange wie es nicht möglich ist den zulässigen Verbrauch einer natürlichen Ressource zu bestimmen, die existierende Menge als Optimum zu betrachten, d. h., die Ressource überhaupt nicht zu verbrauchen. Diese Risikovermeidungsstrategie ist aber praktisch nicht umsetzbar, da Leben als auch Produktionsprozesse immer mit der Reduzierung von natürlichen Ressourcen einhergehen.

Als Konsequenz ergibt sich, dass der Risikovermeidungsstrategie zwar nicht vollständig entsprochen werden kann, es sollte aber versucht werden, sich dieser so gut wie möglich anzunähern. Hierfür ist ein Entwicklungspfad von sich langsam aber ständig verschärfenden Grenzwerten bezüglich der Nutzung der natürlichen Ressourcen notwendig, mit dem Ziel, den Verbrauch langsam und stetig zu reduzieren. Nicht ein einzelner Grenzwert wird also benötigt, sondern eine Kette sich ständig langsam verschärfender Werte. Wird der Strategie gefolgt, kann die Einhaltung der jeweils geltenden maximalen Ressourcenverbrauchsgrenzwerte als eine Mindestanforderung an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess definiert werden. Dies ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

³⁴⁸ [Pearce 1990]

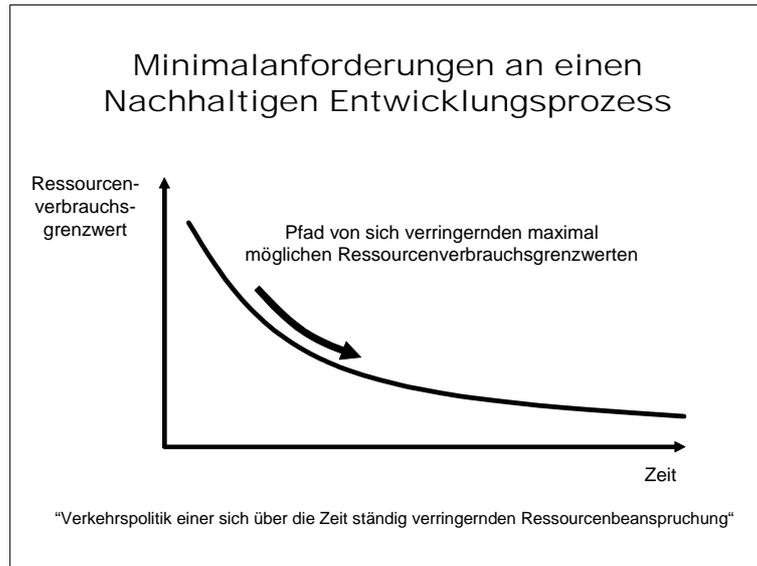


Abbildung 6-1: Minimalanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess

Die sich dadurch ergebenden Ressourcenverbrauchsgrenzwerte können in einem Bewertungsverfahren überprüft werden. Dies bedeutet aber, dass nicht mehr festgestellt wird, wie sich das gesamte Gesellschafts- oder Wirtschaftssystem in Richtung Nachhaltigkeit verändert, sondern es wird untersucht, ob die Wirkungen eines einzelnen Verkehrsprojekts mit den Anforderungen, die sich aus dem globalen Konzept der nachhaltigen Entwicklung ergeben, vereinbar sind.

Durch diese Herangehensweise werden Analysen bezüglich nachhaltiger Entwicklung auf Betrachtungen des natürlichen Ressourcenverbrauchs begrenzt. Diese sehr eingegrenzte Betrachtung erscheint für ein Bewertungsverfahren nicht ausreichend. Es existieren eine Vielzahl von Effekten, die unter dem Gesichtspunkt globaler nachhaltiger Entwicklung, weniger bedeutsam erscheinen. Diese Effekte können aber lokal überaus wichtig sein (wie z. B. die Lebens- und Wohnqualität in den Seitenbereichen einer Straße) und sollten deshalb in der Betrachtung nicht vernachlässigt werden.

Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Bewertung in zwei Stufen zu untergliedern. Der erste Schritt ist die Überprüfung der Verkehrsinfrastruktur auf die Einhaltung der ökologischen Mindestanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess, d. h. die Überprüfung des Ressourcenverbrauchs. Sind diese Mindestanforderungen eingehalten, ist die grundsätzliche Vereinbarkeit der bewerteten Verkehrsinfrastruktur mit dem (globalen) Konzept einer nachhaltigen Entwicklung festgestellt. Ist dies nicht der Fall, muss die untersuchte Verkehrsinfrastruktur bereits an dieser Stelle als unzulässig abgelehnt werden und scheidet damit aus der weiteren Bewertung aus.

Sind die ökologischen Mindestanforderungen eingehalten, werden in einer zweiten Bewertungsstufe weitere Charakteristiken der Verkehrsinfrastruktur untersucht. Dies sind Eigenschaften, bei denen kein direkter Einfluss auf den Ressourcenverbrauch festgestellt werden kann, die aber lokal bedeutsam sind und/oder basierend auf nationalen und internationalen Beschlüssen und Leitfäden für eine nachhaltige Entwicklung (wie z. B. Rio-Declaration der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung – Agenda 21³⁴⁹ oder der Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland – Perspektiven für Deutschland³⁵⁰) in Nachhaltigkeitsbetrachtungen integriert werden sollten.

Der sich damit ergebende grundsätzliche Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur in Bewertungsverfahren ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

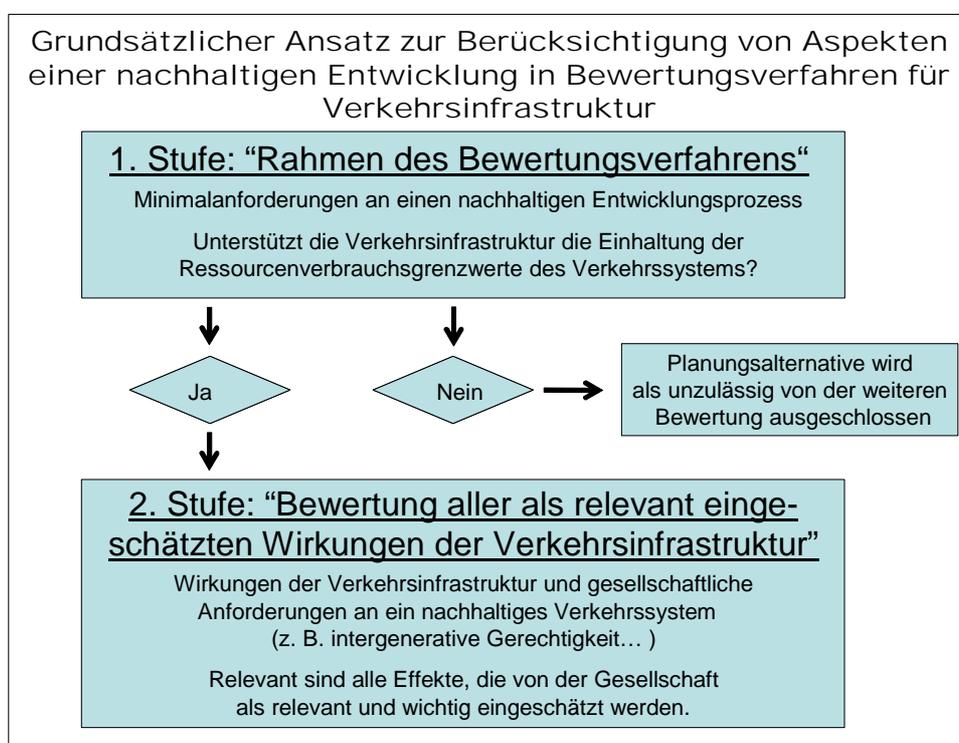


Abbildung 6-2: Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur

Nach der Formulierung eines Ansatzes, mit dem Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung in ein Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastruktur integriert werden können, müssen nun Wirkungen und Effekte gesucht werden, die jeweils in der ersten und zweiten Stufe der Bewertung berücksichtigt werden sollten.

³⁴⁹ [UN 1992]

³⁵⁰ [Bund 2002]

Die Auswahl der Wirkungen und Effekte geschieht, indem untersucht wird, welche charakteristischen Wirkungen das heute in Deutschland existierende Verkehrssystem besitzt und welche politischen Zielvorstellungen bezüglich nachhaltiger Entwicklung gegenwärtig vorhanden sind.

Den Ausgangspunkt für die Auswahl der Wirkungen der Verkehrsinfrastruktur bildet der Wirkungskatalog der Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (EAHV 93)³⁵¹. Basierend auf diesem Wirkungskatalog werden zunächst die charakteristischen Wirkungsfelder von heute in Deutschland innerhalb von bebauten Gebieten existierender Verkehrsinfrastruktur abgeleitet. Am Ende dieses Arbeitsschrittes steht ein erster Ur-Katalog von Wirkungen, mit dem es möglich sein soll, die Wirkungen einer Straße innerhalb eines bebauten Gebietes zu charakterisieren.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der Ur-Katalog weiter präzisiert, indem untersucht wird, ob er umfassend genug ist, um Aspekte einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung mit diesem charakterisieren zu können. Hierfür wird untersucht, ob sich mit dem Ur-Katalog die OECD-Anforderungen für einen nachhaltigen Verkehr³⁵² beschreiben lassen. Gelingt es nicht, werden zusätzliche Wirkungsfelder in den Katalog integriert. Der OECD Forderungskatalog für einen nachhaltigen Verkehr wird gewählt, da die OECD-Kriterien im Jahr 2001 von den Umweltministern der OECD-Staaten bestätigt wurden und somit innerhalb der OECD-Staaten als ein akzeptierter Handlungsleitfaden für die Gestaltung eines nachhaltigen Verkehrssystems aufgefasst werden können.

Im Ergebnis der Betrachtungen ergeben sich insgesamt 14 Wirkungsfelder, die in dem Bewertungsverfahren berücksichtigt werden sollten und für die Indikatoren zur Messung gesucht werden. Die ausgewählten Wirkungsfelder sowie deren Indikatoren sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

³⁵¹ [FGSV 1993]

³⁵² [OECD 1997]

Nr.	Superkriterium	Indikatoren
1	Nutzen der Infrastruktur für die Verkehrsnutzer (in Abhängigkeit der Nutzerkosten)	Zugang (Akzeptanzwahrscheinlichkeit)
2	Ressourcennutzung	CO ₂ (für Energieverbrauch) Flächeninanspruchnahme
3	Klimawirkung	CO ₂ (für Klimawirkung)
4	Schadstoffbelastungen	NO _x -Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten) VOC-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten) Benzol-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten) Partikel-Belastungen (bezogen auf Betroffenheiten)
5	Lärmbelastungen	Lärmbelastungen (bezogen auf Betroffenheiten)
6	Verkehrssicherheit	Unfallopfer Sachschäden Polizei- und Justizkosten
7	Aufenthaltsqualität	soziale Brauchbarkeit = f (Flächenverfügbarkeit zur Realisierung nicht verkehrlicher Nutzungen, gestalterische Qualität der Flächen, vorhandene Verkehrsbelastung) bezogen auf: Aufenthaltsanspruch = f (Art der baulichen Nutzung, Verdichtung, Freiflächenangebot, Orientierung an der Bebauung)
8	Stadtraumqualität	Straßenqualität = f (Raum- und Querschnittsproportionen der Straße, vorhandene Verkehrsbelastung) bezogen auf: Stadtraumsensibilität = f (Raumfolgen, Raumübergangsqualität, visuelle Querbezüge, Einzelbauwerke)
9	Barrierewirkungen	Trennwirkung = f (Verkehrsbelastung, Qualität der Straße) bezogen auf: Grunddurchlässigkeit = f (Räumlicher Verbund zwischen beiden Seiten der Straße, Verflechtung und Orientierung über das Raumband hinweg)
10	Stadtökologische Effekte	Stadtklimatische Qualität = f (Versiegelungsgrad der Straße und der umliegenden Bebauung, Vegetationsgrad der Straße) bezogen auf Stadtklimatische Sensibilität = f (Grad der Verdichtung und Nutzung, Gemeindegröße)
11	Investitionskosten	Investitionskosten
12	Betriebs- und Unterhaltungskosten	Betriebs- und Unterhaltungskosten
13	Intragenerative Gerechtigkeit	Unterschiedliche Erreichbarkeiten zwischen den sozioökonomischen Gruppen
14	Intergenerative Gerechtigkeit	NO _x -Belastungen (absolut) VOC-Belastungen (absolut) Benzolbelastungen (absolut) Partikelbelastungen (absolut) CO ₂ -Belastungen (absolut) Flächeninanspruchnahme (absolut)

Tabelle 6-1: Zusammenfassung ausgewählter Wirkungsfelder sowie deren Indikatoren

Im nächsten Schritt ist es notwendig, eine Systematik zu erarbeiten, mit der die ausgewählten Indikatoren sinnvoll aggregiert werden können und somit eine bewertende Aussage ermöglichen.

Hierfür werden zunächst einzelne grundlegende Bewertungsmethoden (Kosten-Nutzen-Analyse, Nutzwertanalyse usw.) sowie deren Vor- und Nachteile analysiert und daran anschließend eine Struktur für das zu erstellende Bewertungsverfahren entwickelt.

Dies geschieht unter Verwendung des entwickelten grundsätzlichen Ansatzes zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur in Bewertungsverfahren. Hierfür wird untersucht, mit welchen Bewertungsmethoden der Ansatz umgesetzt werden kann. Die sich dabei ergebende Struktur des Bewertungsverfahrens ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

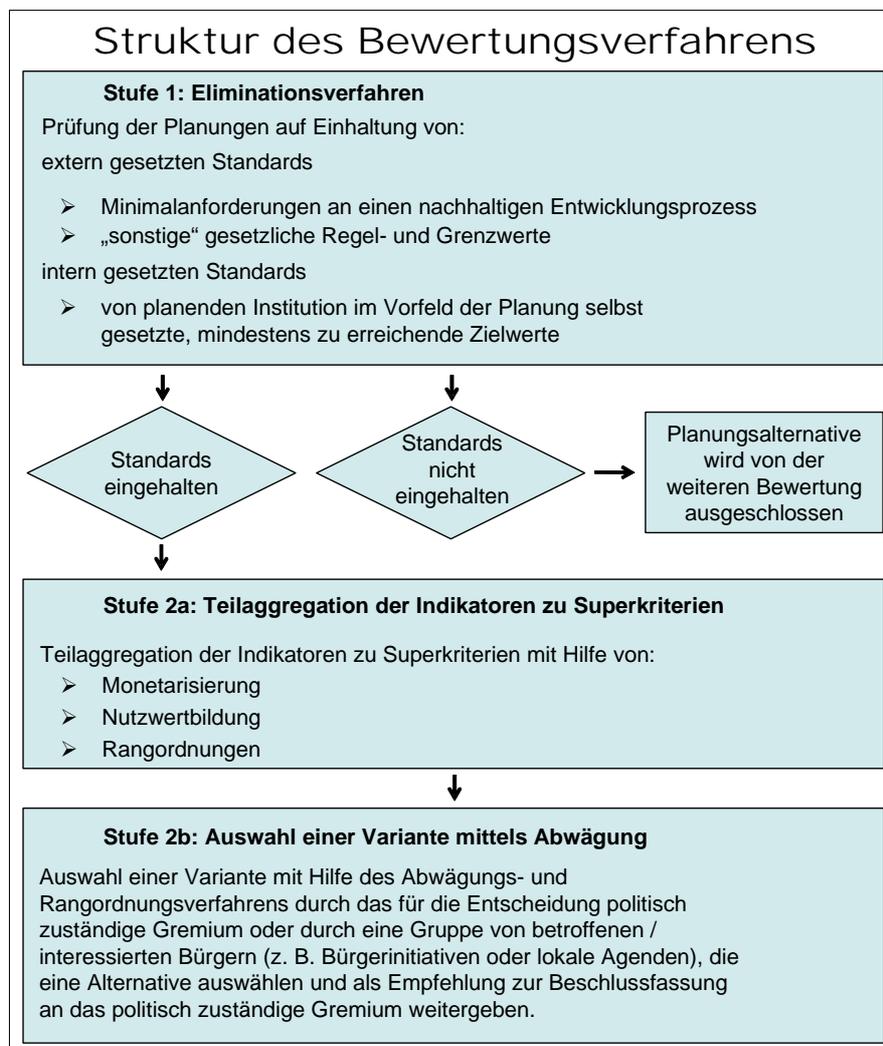


Abbildung 6-3: Struktur des Bewertungsverfahrens

Die erste Stufe der Bewertung ist ein Eliminationsverfahren, das die Aufgabe besitzt, die Verkehrsinfrastruktur auf Ausschlusskriterien hinsichtlich extern und intern gesetzter Standards zu überprüfen.

Extern gesetzte Standards sind für dieses Bewertungsverfahren zum einen die definierten Ressourcenverbrauchsgrenzwerte. Zudem existieren andere gesetzlichen Regel- und Grenzwerte (z. B. Lärm- oder Schadstoffimmissionsgrenzwerte), die natürlich ebenso berücksichtigt werden müssen. In der nachfolgenden Tabelle sind die sich damit ergebenden extern gesetzten Ausschlusskriterien dargestellt:

Indikator	Ausschlusskriterium bezüglich vorhandener gesetzlicher Grenzwerte	Ausschlusskriterium bezüglich der Nutzung des natürlichen Kapitalstocks
NO _x -Belastungen	X	X
VOC-Belastungen		X
Benzolbelastungen	X	X
Partikelbelastungen	X	X
CO ₂ -Belastungen		X
Flächeninanspruchnahme		X
Lärmbelastungen	X	

Tabelle 6-2: Denkbare Ausschlusskriterien bezüglich extern gesetzter Standards (gesetzliche Grenzwerte bzw. Nutzung des natürlichen Kapitalstocks)

Intern vereinbarte Standards sind von planenden Institution im Vorfeld der Planung gesetzte Zielvorstellungen, die durch die Planungsmaßnahme mindestens erreicht werden sollen. Diese Zielvorstellungen können sich auf alle in der Bewertung berücksichtigten Indikatoren und Wirkungsfelder erstrecken. Das Verfehlen von extern als auch intern gesetzten Standards muss eine Zurückweisung, d. h., die Elimination der entsprechenden Planungsvariante zur Folge haben.

Nach der Elimination aller unzulässigen Varianten befinden sich nur noch Planungen in der Bewertung, die alle „ökologisch nachhaltig“ sind. Aus diesen muss in der zweiten Stufe der Bewertung eine Variante zur Realisierung vorgeschlagen werden. Dies soll auf der Grundlage eines Abwägungsprozesses geschehen. Dieser wird gewählt, um den Anforderungen an den Bewertungsprozess zu entsprechen, die sich aus Forderungskatalogen der Lokalen Agenda³⁵³, der Europäischen Verkehrsministerkonferenz³⁵⁴ als auch der OECD bezüglich eines

³⁵³ siehe hierfür z.B.: <http://www.nachhaltigkeit.aachener-stiftung.de/110135995721445/Geschichte/ Weltgipfel %20Rio%20de%20Janeiro%201992/Agenda%2021.htm> (aufgerufen am 23.12.2004) oder <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=52> (aufgerufen am 23.12.2004) bzw. [BMU 1993] S. 231 ff.

³⁵⁴ [ECMT 2004]

nachhaltigen Verkehrssystems (Vancouver-Kriterien) ableiten lassen und die laut Aufgabenstellung der Arbeit in das Bewertungsverfahren eingehen sollen.

Die Voraussetzung für eine Abwägung ist, den Entscheidungsfindern die wichtigsten Wirkungen der Maßnahme und die mit den Maßnahmen verbundenen Zielkonflikte, Risiken und Unsicherheiten zu verdeutlichen. Dies bedeutet, die Informationen zu verdichten und damit die Menge der Einzelinformationen zu reduzieren, da Menschen in der Regel nicht mehr als fünf bis neun verschiedene Kriterien gegeneinander abwägen können³⁵⁵. Werden mehr Kriterien angeboten, droht die Gefahr, dass die Übersicht verloren geht und es dadurch zu falschen Abwägungen kommt. Deshalb werden in einem nächsten Schritt Indikatoren, bei denen eine Aggregation unkritisch scheint, zu Superkriterien zusammengefasst und so die Informationsfülle reduziert. Diese Teilaggregation der Indikatoren wird als Bewertungsstufe 2a bezeichnet. Hierfür wurde der in der nachfolgenden Tabelle aufgezeigte Vorschlag entwickelt:

³⁵⁵ [Fürst, Scholles 2001] S. 31.

Nr.	Superkriterium	Indikatoren	Einheit
1	Zugang	Akzeptanzwahrscheinlichkeit	%
2	Flächeninanspruchnahme	Flächeninanspruchnahme	m ²
3	Klimawirkung/Energieverbrauch	CO ₂ (für Klimawirkung)	Tonnen pro Jahr
4	Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten	NO _x -Belastungen VOC-Belastungen Benzol-Belastungen Partikel-Belastungen Lärmbelastungen Unfallopfer Sachschäden Polizei- und Justizkosten	Euro pro Jahr
5	Städtebauliche Effekte	Soziale Brauchbarkeit (bezogen auf Aufenthaltsanspruch) Straßenqualität (bezogen auf Stadtraumsensibilität) Trennwirkung (bezogen auf Grunddurchlässigkeit) Stadtklimatische Qualität (bezogen auf stadtklimatische Sensibilität)	Rangordnung der Varianten
6	Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten	Investitionskosten Betriebs- und Unterhaltungskosten	Euro pro Jahr
7	Intragenerative Gerechtigkeit	Unterschiedliche Erreichbarkeiten zwischen den sozioökonomischen Gruppen	Nutzwert

Tabelle 6-3: Zusammenfassung der Superkriterien

Auf der Grundlage dieses Vorschlages wurden für die Superkriterien „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“, „Städtebauliche Effekte“ und „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“ Vorschläge zur Wertsynthese erarbeitet. Für das Superkriterium der „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“ wurde die Aggregation mittels einer Monetarisierung gewählt. Die Bildung des Superkriteriums „Städtebauliche Effekte“ erfolgt mit Hilfe einer Nutzwertanalyse der zweiten Generation und die „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“ werden durch eine Addition der Kostenkomponenten gebildet.

Nach der Aggregation der Indikatoren zu Superkriterien folgt die Bewertungsstufe 2b, der eigentliche Abwägungsprozess. Der Abwägung kann durch das für die Entscheidung politisch zuständige Gremium selbst erfolgen, oder um der Forderung nach Einbezug von

Öffentlichkeit und Interessenverbänden nachzukommen auch durch eine Gruppe von betroffenen/interessierten Bürgern (z. B. Bürgerinitiativen oder lokale Agenden) durchgeführt werden, die eine Alternative auswählen und als Empfehlung zur Beschlussfassung an das politisch zuständige Gremium weitergeben.

Der Abwägungsprozess basiert auf dem formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahren³⁵⁶. Hierfür wurde ein Abwägungsbogen entwickelt, mit dessen Hilfe die Entscheidungsträger die Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten untereinander abwägen können. Im Abwägungsprozess entscheiden die Entscheidungsträger über die Vorteilhaftigkeit zwischen jeweils zwei Varianten. Dies bedeutend, dass alle Varianten untereinander abgewogen werden. Die Entscheidungsträger entscheiden also nicht, indem sie gefragt werden, welche Variante sie für die beste halten, sondern müssen immer zwischen zwei Alternativen auswählen. Bei n Varianten ergeben sich somit $n \cdot (n-1) / 2$ Abwägungsentscheidungen. Nachfolgend ist ein Abwägungsbogen mit einer beispielhaften Bewertung von drei Alternativen dargestellt:

³⁵⁶ [FGSV 2002]

Abwägungsbogen					
Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
Frage zur Abwägung	Vorteile	Nachteile	Gleich	Entscheidung	Begründung
V0 besser als V1?	Schadstoffe, Lärm, Unfälle (V0 = 8 €, V1 = 9 €) Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten (V0 = 3 €, V1 = 12 €)	Zugang (V0 = 0,69; V1 = 0,73) Städtebauliche Effekte (V0 = Platz 3, V1 = Platz 2) Intragenerative Gerechtigkeit (V0 = 3, V1 = 2)	CO2 (V0 = 6 t; V1 = 6 t) Flächeninanspruchnahme (V0 = 10 m ² , V1 = 10 m ²)	V1 vor V0	Die Variante V0 (Ist-Zustand) weist gegenüber der Variante V1 den Vorteil geringerer Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten auf. Auch die finanziellen Aufwendungen sind aufgrund der nicht notwendigen Investitionsmittel geringer. Dem stehen aber bei der Variante V1 Verbesserungen des Zugangs, bessere städtebauliche Funktionen und eine Steigerung der intragenerativen Gerechtigkeit gegenüber. Deshalb wird Variante V1 gegenüber V0 als besser geeignet abgewogen.
V0 besser als V2?	Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten (V0 = 3 €, V2 = 11 €)	Zugang (V0 = 0,69; V2 = 0,72) Schadstoffe, Lärm, Unfälle (V0 = 8 €, V2 = 7 €) CO2 (V0 = 6 t; V2 = 5 t) Flächeninanspruchnahme (V0 = 10 m ² ; V2 = 9 m ²) Städtebauliche Effekte (V0 = Platz 3; V2 = Platz 1) Intragenerative Gerechtigkeit (V0 = 3, V2 = 2)		V2 vor V0	Die Variante V0 (Ist-Zustand) weist gegenüber der Variante V2 aufgrund der nicht notwendigen Investitionsmittel lediglich den Vorteil geringerer finanzieller Aufwendungen auf. Alle anderen Superkriterien sind in V2 besser. Deshalb wird Variante V2 gegenüber V0 als besser geeignet abgewogen.
V1 besser als V2?	Zugang (V1 = 0,73; V2 = 0,72)	Schadstoffe, Lärm, Unfälle (V1 = 9 €, V2 = 7 €) CO2 (V1 = 6 t; V2 = 5 t) Flächeninanspruchnahme (V1 = 10 m ² ; V2 = 9 m ²) Städtebauliche Effekte (V1 = Platz 2; V2 = Platz 1) Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten (V1 = 12 €, V2 = 11 €)	Intragenerative Gerechtigkeit (V1 = 2, V2 = 2)	V2 vor V1	Die Variante V1 weist gegenüber der Variante V2 lediglich den Vorteil eines besseren Zugangs auf. Alle anderen Superkriterien sind in V2 besser bzw. das Superkriterium Intragenerative Gerechtigkeit ist in beiden Varianten gleich. Deshalb wird Variante V2 gegenüber V1 als besser geeignet abgewogen.

Tabelle 6-4: Abwägungsbogen zur Durchführung des Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens

Aus den Einzelentscheidungen ergibt sich im nächsten Schritt die Rangordnung der Varianten. Diese wird bestimmt, indem aus den Einzelentscheidungen eine logische Reihenfolge der gesamten bewerteten Varianten gebildet wird.

Die zweite Stufe der Bewertung ist mit der Erstellung der Rangordnung beendet. Damit ist ebenso der gesamte Prozess der Bewertung abgeschlossen. Die ausgewählte Variante kann nun durch die gesetzlich legitimierten Entscheidungsträger per Beschlussfassung zur Umsetzung verabschiedet werden.

6.2 Ausblick

Während der Bearbeitung wurde offensichtlich, dass im Bereich der Messung von Nachhaltigkeit z. Z. wesentliche Wissenslücken vorhanden sind. So existieren keine anwendungsfähigen Methoden, um den Wert von natürlichem und künstlichem Kapital befriedigend genau zu bestimmen. Eine vollständige Ermittlung erscheint wegen der Komplexität von Öko- Wirtschafts- und Gesellschaftssystemen problematisch. Es könnten aber Methoden (weiter)entwickelt werden, mit denen eine Wertbestimmung besser als bisher möglich ist. Dies gilt insbesondere für Möglichkeiten, mit denen die Regeln für die Nutzung des natürlichen Kapitalstocks (die für das Modell der kritischen Nachhaltigkeit notwendig sind) auf deren Einhaltung überprüft werden können.

In der Arbeit wurden Mindestanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess definiert, die auf eine Reduzierung des natürlichen Ressourcenverbrauchs hinauslaufen. Hierfür sind konkrete Grenzwerte erforderlich. Zudem muss eine Strategie entwickelt werden, wie die Ausweitung der Emissionszertifikate auf den Verkehrsbereich erfolgen könnte.

Bürgerbeteiligung wurde während der Bearbeitung als eine wesentliche Anforderung an den Bewertungsprozess erkannt. Partizipation kann nicht durch das Bewertungsverfahren selbst sichergestellt werden, sondern nur die Voraussetzungen dafür bereitstellen. In diesem Punkt spielen rechtliche Aspekte eine große Rolle, die über das hier diskutierte Bewertungsverfahren weit hinausgehen, da die Pflicht zur Beteiligung von Öffentlichkeit und Interessenverbänden gesetzlich verankert werden sollte. Nur so kann die Partizipation rechtlich formal sichergestellt werden. Deshalb sollte untersucht werden, wie der Einbezug von Öffentlichkeit und Interessenverbänden in den gesamten Prozess der Verkehrsplanung (nicht nur in Bewertungsverfahren) weiter verbessert werden kann.

In dieser Arbeit wurde ein Katalog von Wirkungsfeldern ausgewählt, der das heute in Deutschland vorhandene Verkehrssystem und die momentan im Bereich der Nachhaltigkeit als wichtig erachteten Wirkungen berücksichtigt. Wenn sich das Verkehrssystem oder die Wertvorstellungen der Gesellschaft bezüglich nachhaltiger Entwicklung verändern, müssen sich auch die im Bewertungsverfahren berücksichtigten Wirkungsfelder wandeln. Darum sollten die in das Bewertungsverfahren eingehenden Wirkungen und Indikatoren regelmäßig aktualisiert werden.

Das hier entwickelte Verfahren ist für die Bewertung von einzelnen wenigen Varianten innerhalb von bebauten Gebieten gedacht. Es sollte darum in weitergehenden Forschungsarbeiten untersucht werden, wie Nachhaltigkeitsgesichtspunkte auch in anderen Bewertungen (z. B. bei überregionalen Planungen oder bei Bewertungen von vielen Einzelvarianten) besser als bisher üblich berücksichtigt werden könnten.

Bewertungsverfahren sind zudem nur ein kleiner Teil des Planungsprozesses von Verkehrsinfrastruktur. Deshalb erscheint es wichtig, auch hier weitergehende Überlegungen anzustellen, wie der gesamte Planungsprozess bezüglich einer verstärkten Integration von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten weiter verbessert werden kann. Dies erscheint besonders im Hinblick einer verstärkten Integration von Raum- und Verkehrsplanung, da damit die Nachfrage nach Verkehr direkt beeinflusst werden kann.

Verzeichnis der Quellen

- **[Aberle 2003]:** Aberle, G.: *Transportwirtschaft*, München: Oldenbourg, 2003.
- **[AIPCR 2003]:** World Road Association; *Decision-making process in the implementation of sustainable road transport policies*; ISBN: 2-84060-148-6; 2003.
- **[ASTRA 2003]:** Schweizerisches Bundesamt für Straßen (ASTRA): *NISTRA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Straßeninfrastrukturprojekte*; Bundesamt für Straßen; Eidg. Dep. für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation; Bern, 2003.
- **[Bachfischer 1978]:** Bachfischer, R.: *Die ökologische Risikoanalyse, eine Methode zur Integration natürlicher Umweltfaktoren in die Raumplanung*; Dissertation am Lehrstuhl für Raumforschung, Raumordnung und Landesplanung der TU München, 1978.
- **[Bayer 2003]:** Bayer, S.: *Generelle Nichtdiskontierung als Bedingung für eine nachhaltige Entwicklung?*; IAW Diskussionspapiere, Nr. 13; Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung; Tübingen, 2003.
- **[BBR 2000]:** Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; *Bewertung der räumlichen Entwicklung und Planung in Deutschland im Licht der Anforderungen der Agenda 21*; Heft 49; Bonn 2000;
- **[Bechmann 1978]:** Bechmann, A.; *Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung*; ISBN 3-258-02694-8; Verlag Paul Haupt Bern und Stuttgart; 1978.
- **[Beckmann 1998]:** Beckmann; K. J.; *Skript der Vorlesung Grundlagen der Verkehrsplanung*; Kap. 16.5 Lehrstuhl für Stadtbauwesen der RWTH Aachen. Stand SS. 1998. im Internet unter: <http://www.isb.rwth-aachen.de/lehre/Umdrucke/VP-Grundlagen-Kap16-SS98-korr.pdf> (aufgerufen am 01.10.2004)
- **[Becker 1999]:** Becker, U., Gerike, R., Völlings, A.; *Gesellschaftliche Ziele von und für Verkehr*; Dresdner Institut für Verkehr und Umwelt e.V.; Studie im Auftrag der Dr. J. und H. Schmidt Stiftung für Verkehr und Umwelt; Dresden, 1999.
- **[Becker 2000]:** Becker, U.; Gerike, R.; Rau, A.; et. al.; *Ermittlung der Kosten und Nutzen von Verkehr in Sachsen*, Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden; *Methodenstudie im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG)*; Dresden 2000.
- **[Becker 2000a]:** Becker, U.; *Verkehr als System: Zu den Rahmenbedingungen von Verkehr und Mobilität*; in: *Neue Wege zu nachhaltigem Konsumverhalten: eine Veranstaltung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zur Expo 2000*; ISBN 3-503-05925-3; Berlin: Erich Schmid; 2000.
- **[Becker 2001]:** Becker, U.; Gerike, R.; Rau, A.; et. al.; *Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden; Ermittlung der Kosten und Nutzen von Verkehr in Sachsen; Hauptstudie, Bericht: Arbeitsstand 11/2001*; im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG); Dresden 2001.
- **[Becker 2004]:** Becker, U.; Rau, A.: *Neue Ziele für Verkehrsplanungen*. In: *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*, 38. Ergänzungslieferung 2004; Kapitel 3.2.10.3 *Konzepte einer nachhaltigen Verkehrsplanung*; Herbert Wichmann Verlag Heidelberg. ISBN 3-87907-400-3
- **[Beckmann 2000]:** Beckmann, K.; *Bewertungsverfahren weiter auf dem bisherigen Weg? Erfordernisse eines Methoden Mix*; Institut für Stadtbauwesen an der RWTH Aachen; in [Martens 2000] (siehe dort.)
- **[Beckmann 2005]:** Beckmann, K.; *Hinweise zur Anwendung von Entscheidungsverfahren der Verkehrsplanung*; Arbeitspapier des FGSV Arbeitskreises 1.5.8; Düsseldorf 2005.
- **[Bleisch 2003]:** Bleisch, A.; et. al.; *Die Erreichbarkeit von Regionen, IBC Modul Erreichbarkeit Phase 1, Schlussbericht*, (Hg.) BAK Basel Economics, Basel, 2003, (Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung,

- Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, 2003), http://www.ivt.baug.ethz.ch/vrp/arbeitsberichte_d.html*
- **[BMU 1993]:** *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorssicherheit (Hrsg) Umweltpolitik; Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro.*
 - **[BMV 1989]:** *EMNID-Institut GmbH; KONTIV 1989 - Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten; Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr (BMV).*
 - **[BMV 1993]:** *Bundesministerium für Verkehr; Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrsweeinvestitionen, Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992; Heft 72; Essen - Bonn 1993.*
 - **[BMV 1997]:** *Bundesministerium für Verkehr; Fortschreibung der Methodik zur Bewertung Städtebaulicher Effekte in der Bundesverkehrswegeplanung; Endbericht; Forschungsvorhaben FE-Nr.: 90425/94; Aachen, Wuppertal 1997.*
 - **[BMVBW 2000]:** *Intraplan Consult GmbH, Prof. Dr.-Ing. G. Heimerl, Verkehrswissenschaftliches Institut der Universität Stuttgart; Standardisierte Bewertung von Verkehrsweeinvestitionen des ÖPNV und Folgekostenrechnung, Version 2000; erstellt im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000.*
 - **[BMVBW 2003]:** *Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.); Bundesverkehrswegeplan 2003 Grundzüge einer gesamtwirtschaftlichen Bewertungsmethodik; Berlin 2003.*
 - **[BMVBW 2003a]:** *Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.); Bundesverkehrswegeplan 2003; Beschluss der Bundesregierung von 2. Juli 2003, Berlin 2003.*
 - **[BMVBW 2004]:** *Infas; DIW Berlin; Mobilität in Deutschland 2002, Ergebnisbericht; Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW); 2004.*
 - **[BMVBW 2003a]:** *Infas; DIW Berlin; Mobilität in Deutschland 2002, Ergebnisbericht; Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW); Tabellenband, Basisstichprobe; Forschungsprogramm Stadtverkehr, des BMVBW; 2003.*
 - **[Borken 2000]:** *Borken. J, Höpfner U.; Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu-Institut); Sustainable mobility – nachhaltig verkehrt? in: 20 Jahre ifeu-Institut ISBN 3-528-06980-5; Verlag Vieweg & Sohn; Braunschweig/Wiesbaden 1998.*
 - **[Bund 2002]:** *Die Bundesregierung; Perspektiven für Deutschland; Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung; Berlin 2002.*
 - **[BUND/MISEREOR 96]:** *BUND/MISEREOR (Hrsg.); Zukunftsfähiges Deutschland, Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung; Birkhäuser Verlag 1996.*
 - **[Bundestag 1998]:** *Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.); Konzept Nachhaltigkeit; Vom Leitbild zur Umsetzung; Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages; Bonn 1998.*
 - **[Carlowitz 1713]:** *Carlowitz, C.; Sylvicultura Oeconomica; Anweisung zur wilden Baumzucht; Reprint der Ausgabe Leipzig: Braun, 1713; TU Bergakademie Freiberg; Freiberg 2000.*
 - **[Cerwenka 1984]:** *Cerwenka, P.; Ein Beitrag zur Entmythologisierung des Bewertungshokuspokus; Landschaft und Stadt 16, (4) 1984; S. 220 – 227.*
 - **[Church 2000]:** *A. Church; at. al.; Transport and Social Exclusion in London; Transport Policy, Vol. 7, Nr. 3; 2000, S. 195-205.*
 - **[DETR 1998]:** *A new deal for Transport White Paper; Department of The Environment, Transport and the Regions (DETR), 1998.*

- **[DIW 2000]:** Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung; *Wegekosten und Wegekostenrechnung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 1997*; Berlin, 2000.
- **[Dobeschinsky 2000]:** Dobeschinsky, H.; *Stand der Anwendung Bewertungsverfahren im Schienenpersonenverkehr, Bundesverkehrswegeplanung und Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen; Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart*; in [Martens 2000] (siehe dort.)
- **[Durth 1989]:** Durth, W.; *Städtebauliche und umweltgerechte Integration städtischer Hochleistungsstraßen (Kategoriengruppe B); Forschungsauftrag des Bundesministers für Verkehr; FE-Nr.: 77048/87; Darmstadt 1989.*
- **[Eberle 1981]:** Eberle, D.; *Fallbeispiele zur Weiterentwicklung der Standardversion der Nutzwertanalyse; Akademie für Raumforschung und Landesplanung; Band 51; Hermann Schroebel Verlag KG Hannover 1981.*
- **[ECMT 2004]:** *European Conference of Ministers of Transport; Assessment & Decision Making for Sustainable Transport; Paris 2004.*
- **[Enquete-Kommission 1994]:** *Deutscher Bundestag 12. Wahlperiode; Bericht der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft"; Drucksache 12/8260*
- **[ExternE 1996]:** *European Commission, DG XII; ExternE - Externalities of Energy, Vol. 1 - 8, Office for Official Publications of the European Communities, EUR 16520, Luxemburg 1995.*
- **[FGSV 1985]:** *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.; Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen EAE 85/95 Köln 1985.*
- **[FGSV 1993]:** *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.; Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen EAHV 93; Köln 1993.*
- **[FGSV 1997]:** *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.; Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen; Köln 1997.*
- **[FGSV 1997a]:** *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.; Kommentar Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen; Köln 1997.*
- **[FGSV 2001]:** *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, Leitfaden für Verkehrsplanungen, Ausgabe 2001. Köln 2001.*
- **[FGSV 2002]:** *FGSV- Arbeitspapier Nr. 58; Beurteilungs- und Abwägung mit Hilfe des Formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens (FAR) Ausgabe 2002. Köln 2002.*
- **[FGSV 2003]:** *FGSV- Arbeitspapier Nr. 59; Nachhaltige Verkehrsentwicklung Ausgabe 2003. Köln 2003.*
- **[Friedrich 1996]:** *Friedrich, R., et al.; Externe Kosten der Stromerzeugung, Stand der Diskussion, Energiewirtschaftliche Studien 7, Frankfurt, 1996.*
- **[Fürst, Scholles 2001]:** *Fürst, D.; Scholles F.; Handbuch Theorie + Methoden der Raum- und Umweltplanung; Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur; Dortmund, 2001.*
- **[Gerike 2004]:** *Gerike R.; Aufgabenbereiche nachhaltiger Verkehrsentwicklung: Wie können die Mobilitätsbedürfnisse der Menschen von heute und morgen befriedigt werden? Dissertation (Entwurfassung); Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden, Dresden 2004.*
- **[Gerike 2004a]:** *Gerike R.; Wie kann das Leitbild nachhaltiger Verkehrsentwicklung konkretisiert werden? Ableitung grundlegender Aufgabenbereiche; Dissertation Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden, Dresden 2004.*

- **[Gronemann 2001]:** Gronemann, S.; Döring, R.; *Nachhaltigkeit und Diskontierung*; in *Zeitschrift für Wirtschafts-, und Unternehmensethik*; Ausgabe 2.2001, S. 233 – 256.
- **[Habekost, 2000]:** Habekost, T.; *Nutzungsmöglichkeiten des Internets als Instrument der Partizipation (Beteiligung/Mitbestimmung) privater Personen und Gruppen an kommunalen Planungsprozessen*; Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover; (<http://www.stadtgeographie.de/index.html>)
- **[Handy und Niemeier 1997]:** Handy and Niemeier; *Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives*; in *Environment and Planning A* Vol. 29; S 1175- 1194, 1997.
- **[Hanisch 2002]:** Hanisch, J.; *Die Nutzwertanalyse; Texte und Materialien zur Vorlesung „Wissenschafts-Planungs- und Entscheidungstheorie und Methodik, übernommen aus: Arnim Bechmann; Nutzwertanalyse Bewertungstheorie und Planung 1978.; Hamburg 2002.*
- **[Hanusch 1994]:** *Nutzen-Kosten-Analyse 2. Auflage*; WiSo Kurzlehrbücher, Reihe Volkswirtschaft; Verlag Wahlen 1994.
- **[Hauff 1987]:** Hauff, V. (Hrsg); *Unsere gemeinsame Zukunft - Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*, Greven 1987.
- **[Hauger 2003]:** Hauger G.; *Grundlagen der Verkehrsökologie*; Österreichischer Kunst- und Kulturverlag; Wien 2003.
- **[Hohmeyer 1996]:** Hohmeyer, O.; *Externe Kosten möglicher Klimaveränderungen –Grenzen und Schwierigkeiten der Kostenschätzungen*, in: *VDI-Gesellschaft Energietechnik; Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr*, 1996, S. 107-120.
- **[Hook 1998]:** Hook, W.; *Implementing the Kyoto Protocol in the Transport Sector*; Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) zu finden in: <http://www.itdp.org/pub.html> (aufgerufen am 30.05.2005)
- **[Huber 1990]:** Huber F.; *Entwurfs- und Bewertungsmethoden zur Einbeziehung städtebaulicher Effekte in die Verkehrsinfrastrukturplanung*; Institut für Stadtbauwesen, RWTH Aachen, B40; Aachen, 1990
- **[Infras, DIW Berlin 2003]:** *Infras, DIW Berlin 2003; Mobilität in Deutschland (MID) 2002, Tabellenband, Basisstichprobe; Forschungsprogramm Stadtverkehr, des BMVBW; Juli, 2003.*
- **[IVU 1993]:** *Gesellschaft für Informatik, Verkehrs- und Umweltplanung mbH, im Auftrag der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz; Studie zur ökologischen und stadtverträglichen Belastbarkeit der Berliner Innenstadt durch den Kfz-Verkehr; Arbeitshefte Umweltverträglicher Stadtverkehr: 4; Berlin 1993.*
- **[KOM 2000]:** *Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Mitteilung der Kommission; Bericht über das Programm Autoöl II; KOM(2000) 626 endgültig; Brüssel, den 05.10.2000*
- **[IÖW 20/88]:** Beckenbach, F; Hampike, U.; Schulz, W.; *Möglichkeiten und Grenzen der Monetarisierung von Natur und Umwelt; Schriftenreihe des IÖW 20/88.*
- **[Koch]:** Koch, C., *Internalisierung externer Kosten im Energie- und Transportsektor, Erfahrungen in Industrieländern und deren Anwendung auf Entwicklungsländer – GTZ, Abteilung 44, Arbeitsfelder „Nachhaltige Energiesysteme“ „Transport und Mobilität“*
- **[Krüll 1993]:** Krüll, J. et al.; *Studie zur ökologischen und stadtverträglichen Belastbarkeit der Berliner Innenstadt durch Kfz-Verkehr; Arbeitshefte Umweltverträglicher Stadtverkehr: 4 ; Hrsg.: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz; Referat Öffentlichkeitsarbeit; Berlin 1993.*
- **[Leichtle 1994]:** Leichtle, Barbara: *Partizipatives Bau – Planen*; 1994

- **[Lerch 2001]:** *Lerch, A.; Nutzinger, G; Nachhaltigkeit in Wirtschaftsethischer Perspektive zu finden in: www.editiononline.de/verlag/rubriken/sachfach/rundbrief/10112001/lerch_nutzinger.pdf*
- **[Litman 2004]:** *TDM Encyclopedia des Victoria Transport Policy Institute (Canada); Basic Access and Basic Mobility Meeting Society's Most Important Transportation Needs unter: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm103.htm>*
- **[Litman 2004a]:** *TDM Encyclopedia des Victoria Transport Policy Institute (Canada); Equity Evaluation, Perspectives and Methods for Evaluating the Equity Impacts of Transportation; TDM unter: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm13.htm>*
- **[Lohse 1997]:** *Lohse, D., Teichert, H.; Dugge, B.; Bachner, G.; Ermittlung von Verkehrsströmen mit n-linearen Gleichungssystemen – Verkehrsnachfragesimulierung -; TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr; Heft 5; Dresden 1997.*
- **[Lohse 2004]:** *Lohse, D., TU Dresden, Foliensammlung zur Vorlesung Theoretische Verkehrsplanung in der Studienrichtung „Verkehrsplanung und Verkehrstechnik“ Teil 1, Dresden 2004.*
- **[Maggi 2000]:** *Maggi, R., et. al.; Nutzen des Verkehrs, Nationales Forschungsprogramm NFP 41, Bericht D10; Bern 2000.*
- **[Makri]:** *Makri, M. C.; Accessibility Measures for Analyses of Land Use and Travelling with Geographical Information Systems; Lund Institute of Technology; Lund University Sweden.*
- **[Martens 2000]:** *Martens, S., Brenner J.; Bewertungsverfahren im Verkehrswesen: Rechenstift gegen Argumente? Ergebnisse der Veranstaltung Nr. XII der Workshopreihe im Themenbereich Verkehr und Raumstruktur der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg; ISBN 3-934629-31-8; Dezember 2000.*
- **[Meadows 1972]:** *Meadows D., H.; The Limits of Growth; A Report of the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind; New York: Universe Books 1972.*
- **[NFP 41 C5 1998]:** *Ernst Basler + Partner AG; Nachhaltigkeit: Kriterien im Verkehr; Bericht C5; Verkehr und Umwelt, Nationales Forschungsprogramm 41 der Schweiz; Bern 1998.*
- **[Nutzinger 1995]:** *Nutzinger H. G.(Hrsg); Nachhaltige Wirtschaftsweise und Energieversorgung; Marburg; Metropolis-Verlag 1995.*
- **[OECD 1996]:** *OCDE (Hrsg.); Environmental Criteria for Sustainable Transport, Report on Phase 1 of the Project on Environmentally Sustainable Transport (EST); OECD - Environment Directorate, Paris 1996.*
- **[OECD 1997]:** *OECD Proceedings; Towards Sustainable Transportation, The Vancouver Conference; Paris, 1997.*
- **[Pearce 1998]:** *Pearce D. W.; Economics and Environment, Edward Elgar; Cheltenham 1998.*
- **[Pearce 1990]:** *Pearce, D.; et. al.; Sustainable Development; Economics and Development in the Third World; Blueprint for a Green Economy. London 1990.*
- **[RatSach 1994]:** *Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen; Umweltgutachten 1994 - Für eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung, 1994.*
- **[RatSach 2002]:** *Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen; Umweltgutachten 2002; Für eine neue Vorreiterrolle; Kurzfassung, März, 2002.*
- **[Repetto 1986]:** *Repetto, R.; World Enough and Time; New Haven, Conn.; Yale University Press; 1986.*

- **[Ross 2000]:** Ross, W. .; *Mobility and Accessibility: the yin and yang of planning; Institute for Sustainability & Technology Policy; Murdoch University, Perth, Australia in World Transport Policy & Practice Volume 6 Nr. 2; S. 13-19. 2000.*
- **[Ruske 1988]:** Ruske; *Intermodale Bewertung zur Beurteilung von Verkehrs-System-Management Maßnahmen. Begleitveröffentlichung zur Tagung: Straße und Verkehr 2000, 1A -19, Berlin 1988.*
- **[SACTRA 1999]:** Mackay, E.; et. al.; *Transport And The Economy; The Standing Advisory Committee On Trunk Road Assessment; Department of the Enviornment, Transport and the Regions; August 1999.*
- **[Salzwedel 1997]:** Salzwedel, J.; *Untersuchungen zur Einordnung der verkehrsplanerischen Berechnung des Güter- und Wirtschaftsverkehrs in das Modell und Programmsystem PEVA; Diplomarbeit; Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr der TU Dresden, 1997.*
- **[Schmitz 1994]:** Schmitz, B. B.: *Mobilitätsmotive: Warum ist der Mensch mobil?, in: Flade, A. (Hrsg.): Mobilitätsverhalten; Bedingungen und Veränderungsmöglichkeiten aus umweltpsychologischer Sicht; Weinheim 1994.*
- **[Schnabel, Lohse 1997]:** Schnabel, W.; Lohse, D.; *Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung; Band 2; Verlag für Bauwesen, Berlin, 1997.*
- **[Scholles 1998]:** Scholles, F.; *Institut für Landesplanung und Raumforschung der Universität Hannover, Skript zur Vorlesung Gesellschaftswissenschaftliche Grundlagen, Planungsmethoden, 7.5 Die Nutzwertanalyse und ihre Weiterentwicklung; im Internet unter: http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_BewNwa.htm#ablauf2. (aufgerufen am 10.08.2004)*
- **[Scholles 1998a]:** Scholles, F.; *Institut für Landesplanung und Raumforschung der Universität Hannover, Skript zur Vorlesung Gesellschaftswissenschaftliche Grundlagen, Planungsmethoden, 7.2 Der Relevanzbaum; im Internet unter: http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_BewBaum.htm. (aufgerufen am 13.08.2004)*
- **[Scholles 1998b]:** Scholles, F.; *Institut für Landesplanung und Raumforschung der Universität Hannover, Skript zur Vorlesung Gesellschaftswissenschaftliche Grundlagen, Planungsmethoden, 7.7 Die Ökologische Risikoanalyse und ihre Weiterentwicklung; im Internet unter: http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_BewOera.htm (aufgerufen am 01.10.2004)*
- **[Scholles 1998c]:** Scholles, F.; *Institut für Landesplanung und Raumforschung der Universität Hannover, Skript zur Vorlesung Gesellschaftswissenschaftliche Grundlagen, Planungsmethoden, 7.9 Grundfragen der Bewertung; im Internet unter: http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_Bewertung.htm (aufgerufen am 27.11.2004)*
- **[Schuh 2001]:** Schuh, H.; *Entscheidungsorientierte Umsetzung einer nachhaltigeren Entwicklung; Empirische Analyse, theoretische Fundierung und Systematisierung am Beispiel der natürlichen Ressource Wasser; dissertation.de; Berlin 2001.*
- **[Schuh 2001a]:** Schuh, H.; *Herausgeber: Die Professoren der Fachgruppe Betriebswirtschaftslehre, TU Dresden; Entscheidungsverfahren zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung; Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre Nr. 45/01 ISSN 0945-4810 Dresden 2001.*
- **[SEU 2003]:** *Office of the Deputy Prime Minister; Making the Connections: Transport and Social Exclusion, Social Exclusion Unit; London 2003.*
- **[Schreiner 2003]:** Schreiner, J.; *Bewertungsverfahren in der Verkehrsplanung, Raum und Mobilität, Arbeitspapiere des Fachgebietes Verkehrswesen und Raumplanung 9; Universität Dortmund; Dortmund 2003.*
- **[Schütt 1993]:** Schütt, A.; *Bürgerbeteiligung an der städtebaulichen Planung; Hochschulschrift Leipzig, Technische Hochschule, Dissertation; 1993.*

- **[SUMMA 2003]:** *Setting the Context for Defining Sustainable Transport and Mobility FINAL . version 2.0, Forschungsprojekt Rahmen des R&D Programme "Competitive and Sustainable Growth". Key action "Sustainable Mobility and Intermodality" der EU unter der Federführung von RAND Europe (Netherlands), 2003 (im Internet verfügbar unter: <http://www.summa-eu.org/>)*
- **[Skoupil 1991]:** *Skoupil, G., Böhn, V., Müller, P.; Topp, H. H.; Straßenraum und Verkehrsverträglichkeit - Praxisnahes Verfahren zur Beurteilung von Verkehrsverlagerungen durch Verkehrsberuhigung; Hrsg: Bundesanstalt für Straßenwesen; Bergisch Gladbach; 1991.*
- **[Steierwald 2000]:** *Nehring, M; Steierwald, M.; Bewertung verkehrlicher Infrastruktur, Standortbestimmung und Ableitung einer Situativen Bewertung; Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart; in [Martens 2000] (siehe dor)*
- **[Stiglitz 1989]:** *Stiglitz, J. E.; Schönfelder, B.; Finanzwissenschaft; Oldenbourg Verlag München Wien; ISBN: 3-486-21224-9; München 1989.*
- **[Stockholm 1972]:** *United Nations; Report of the United Nations Conference on the Human Environment in Stockholm 1972; im Internet unter: <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=97> (aufgerufen am 17.11.2004).*
- **[TU Dresden 2003]:** *Verkehrs- und Infrastrukturplanung; Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SRV 2003“; Stadt Dresden; Dresden 2003.*
- **[TU Dresden 2004]:** *Verkehrs- und Infrastrukturplanung; Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SRV 2003“ Städtepegel; Dresden, 2004.*
- **[UBA 1997]:** *Umweltbundesamt (Hrsg.); Nachhaltiges Deutschland, Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung; Berlin 1997.*
- **[UBA 1998]:** *Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität Karlsruhe; Entwicklung eines Verfahrens zur Aufstellung umweltorientierter Fernverkehrskonzepte als Beitrag zur Bundesverkehrswegeplanung; im Auftrag des Umweltbundesamtes F+E Vorhaben Nr.: 105066001; März 1998.*
- **[UBA 1999]:** *Umweltbundesamt (Hrsg.); Durchführung eines Risikovergleiches zwischen Dieselmotoremissionen und Ottomotoremissionen hinsichtlich ihrer kanzerogenen und nicht-kanzerogenen Wirkungen; UBA FB 99 033; Erich Schmidt Verlag, Berlin 1999.*
- **[UBA 2001]:** *BPI Consult, Planungsbüro Richter-Richard; Erstellung eines Kataloges technischer und planerischer Qualitätsziele; Arbeitsbericht 2, Ziel und Indikatorensysteme einer nachhaltigen Mobilität; im Auftrag des Umweltbundesamtes; 2001.*
- **[UBA 2001a]:** *BPI Consult, Planungsbüro Richter-Richard; Erstellung eines Kataloges technischer und planerischer Qualitätsziele; Endbericht Teil 1: Grundlagen nachhaltige Entwicklung und Mobilität; im Auftrag des Umweltbundesamtes; 2001.*
- **[UBA 2002]:** *Umweltbundesamt (Hrsg.); Dauerhaft umweltgerechter Verkehr; Deutsche Fallstudie zum OECD Projekt Environmental Sustainable Transport (EST); Berlin, 2002.*
- **[UBA 2002a]:** *Böhm, E.; et. al.; Kosten-Wirksamkeitsanalysen von nachhaltigen Maßnahmen im Gewässerschutz; Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe; Im Auftrag des Umweltbundesamtes; Berlin 2002.*
- **[UIC 1994]:** *Maibach, M. et. al.; External Costs of Transport, Infrac Zürich, IWW Karlsruhe; im Auftrag der International Union of Railways (UIC); Paris, 1994.*
- **[UIC 2000]:** *Maibach, M. et. al.; External Costs of Transport, Infrac Zürich, IWW Karlsruhe; im Auftrag der International Union of Railways (UIC); Paris, 2000.*

- **[UN 1992]:** *United Nations; Rio Declaration on Environment and Development, Agenda 21; The United Nations Conference on Environment and Development; Rio de Janeiro 1992.*
- **[UN 1997]:** *United Nation; Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change; Kyoto, 1997*
- **[EuUm 2004]:** *Europas unbändiger Verkehr – nicht nur Kinder missraten, wenn ihnen keine Grenzen gesetzt werden. Die Klimagasstatistik der Europäischen Umweltagentur; in: Wuppertal Bulletin Ausgabe Nr. 1 2004 ISSN 1618-3959.*
- **[Verhoef 1997]:** *Verhoef, E. T.; at al.; Transport, spatial economy, and the global environment; in: environment and planning; volume 29 number 7, 1997; ISSN 0308 518X.*
- **[Voß 99]:** *Prof. Dr.-Ing. Alfred Voß, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart; Nachhaltigkeit in der Energieversorgung - Relevante Stromerzeugungstechniken auf dem Prüfstand; in: http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/1999/373/pdf/373_1.pdf*
- **[Weiland 1994]:** *Weiland, U.; Strukturierte Bewertung in der Bauleitplan-UVP - ein Konzept zur Rechnerunterstützung der Bewertungsdurchführung in UVP-Spezial 9, Dortmund 1994.*
- **[Zangemeister 1970]:** *Zangemeister, C.; Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Planungsalternativen; Verlagskommission: Wittmannsche Buchhandlung; Berlin 1970.*

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 0-1:	Prozess der Verkehrsplanung aus [FGSV 2001] S. 15.....	14
Abbildung 0-2:	Darstellung des Ablaufes der Arbeit	17
Abbildung 1-1:	Minimalanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess	29
Abbildung 1-2:	Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur	31
Abbildung 2-1:	Zielfelder von Verkehrsinfrastruktur der EAHV 93([FGSV 1993] S. 10).....	36
Abbildung 2-2:	Ausgewählte Wirkungsfelder bei Analyse des Kriterienkatalogs der EAHV 93	43
Abbildung 3-1:	Systematik der verwendeten verkehrlichen Begriffe	56
Abbildung 3-2:	Beispielhafte Darstellung einer Bewertungsfunktion des Aufwandes (Grafik in Anlehnung an [Lohse 2004] S. 42).....	60
Abbildung 3-3:	Beispielhafte Darstellung von Bewertungsfunktionen des Aufwandes (Grafik in Anlehnung an [Schnabel, Lohse 1997] S. 97)	61
Abbildung 3-4:	Beispiel 1 für die Interpretation des Zugangsmaßes	80
Abbildung 3-5:	Strukturdaten für Beispiel 2	81
Abbildung 3-6:	spezifisches Verkehrsaufkommen	81
Abbildung 3-7:	Wahrscheinlichkeitsmatrizen für den ÖV und MIV im Vorher-Fall.....	82
Abbildung 3-8:	Wahrscheinlichkeitsmatrizen für den ÖV und MIV im Nachher-Fall	83
Abbildung 3-9:	theoretische Nachfrageverteilung ohne Berücksichtigung des Verkehrswiderstandes	83
Abbildung 3-10:	Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher-Fall....	84
Abbildung 3-11:	Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Nachher-Fall..	84
Abbildung 3-12:	Zusammenfassende Darstellung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen.....	85
Abbildung 3-13:	Darstellung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen für die einzelnen sozioökonomischen Gruppen	85
Abbildung 3-14:	Veränderung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall für die einzelnen QZG und VM.....	86
Abbildung 3-15:	Veränderung der Akzeptanzwahrscheinlichkeit für die Annahme der Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall für Beispiel 2	87
Abbildung 3-16:	Anteil der sich innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden nachgefragten Raumstrukturgrößen im Vorher- und Nachher-Fall	88
Abbildung 4-1:	Ablauf der Kosten-Nutzen-Analyse, aus [Fürst, Scholles 2001] S. 222 übernommen.....	127
Abbildung 4-2:	Struktur der Nutzwertanalyse aus [Schnabel, Lohse 1997]: S. 386	129
Abbildung 4-3:	Wichtungsfunktion einer Strukturgröße (aus [Schnabel, Lohse 1997]: S. 395).....	132
Abbildung 4-4:	Beispiel für Wichtungsfunktionen von Zielerreichungsgraden.....	132
Abbildung 4-5:	Darstellung einer Präferenzmatrix	135
Abbildung 4-6:	Relevanzbaum für die Klassifikation der Schutzwürdigkeit (nach [Bachfischer 1978]: S. 209) übernommen aus [Scholles 1998a]	136
Abbildung 4-7:	Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (erster Teil).....	137
Abbildung 4-8:	Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (zweiter Teil).....	138
Abbildung 4-9:	Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (dritter Teil).....	138
Abbildung 4-10:	Struktur des Bewertungsverfahrens	147
Abbildung 6-1:	Minimalanforderungen an einen nachhaltigen Entwicklungsprozess	194
Abbildung 6-2:	Ansatz zur Berücksichtigung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung für Verkehrsinfrastruktur	195
Abbildung 6-3:	Struktur des Bewertungsverfahrens	198

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 0-1:	Kritikpunkte bei den heute verwendeten standardisierten Bewertungsverfahren für Verkehrswegeinvestitionen.....	11
Tabelle 2-1:	Vancouver-Kriterium Nr. 1.....	44
Tabelle 2-2:	Vancouver-Kriterium Nr. 2.....	45
Tabelle 2-3:	Vancouver-Kriterium Nr. 3.....	45
Tabelle 2-4:	Vancouver-Kriterium Nr. 4.....	46
Tabelle 2-5:	Vancouver-Kriterium Nr. 5.....	46
Tabelle 2-6:	Vancouver-Kriterium Nr. 6.....	48
Tabelle 2-7:	Vancouver-Kriterium Nr. 7.....	48
Tabelle 2-8:	Vancouver-Kriterium Nr. 8.....	48
Tabelle 2-9:	Vancouver-Kriterium Nr. 9.....	49
Tabelle 2-10:	Relevante Wirkungsfelder für dieses Bewertungsverfahren.....	50
Tabelle 3-1:	Wirkungsfelder des Verkehrs im entwickelten Bewertungsverfahren.....	53
Tabelle 3-2:	Sozioökonomische Gruppen nach MID 2002.....	63
Tabelle 3-3:	Sozioökonomische Gruppen nach SRV 2003.....	64
Tabelle 3-4:	Beispielhafte Darstellung von 4 Aktivitäten (von insgesamt 17 gefragten) pro sozioökonomischer Gruppe (SRV Städtepegel 2003) (Teil I).....	66
Tabelle 3-5:	Beispielhafte Darstellung von 4 Aktivitäten (von insgesamt 17 gefragten) pro sozioökonomischer Gruppe (SRV Städtepegel 2003) (Teil 2).....	67
Tabelle 3-6:	Ausgewählter Indikator für das Wirkungsfeld „Nutzen der Infrastruktur für Verkehrsnutzer“.....	88
Tabelle 3-7:	Schadensarten der verkehrlichen Abgasemissionen.....	89
Tabelle 3-8:	Relative Abgasbestandteile, geordnet nach ihrer Bedeutung für die Parameter Emissionen, toxische und kanzerogene Potenz für die menschliche Gesundheit aus [UBA 1999] S. 239 ...	90
Tabelle 3-9:	Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Schadstoffbelastung“.....	92
Tabelle 3-10:	Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Klimawirkung“.....	92
Tabelle 3-11:	Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Ressourcenverbrauch“.....	95
Tabelle 3-12:	Ausgewählter Indikator für das Wirkungsfeld „Lärmbelastungen“.....	98
Tabelle 3-13:	Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Verkehrssicherheit“.....	100
Tabelle 3-14:	Indikatoren zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität.....	105
Tabelle 3-15:	Indikatoren zur Beurteilung der Stadtraumqualität.....	109
Tabelle 3-16:	Indikatoren zur Beurteilung der Barrierewirkungen.....	113
Tabelle 3-17:	Indikatoren zur Beurteilung der stadttökologischen Effekte.....	115
Tabelle 3-18:	Ausgewählte Indikatoren für die Wirkungsfelder „Investitions-, Unterhaltungs- und Betriebskosten“.....	117
Tabelle 3-19:	Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und der intergenerativen Gerechtigkeit“.....	119
Tabelle 3-20:	Anteil der sich innerhalb der Akzeptanzwahrscheinlichkeit befindenden nachgefragten Raumstrukturgrößen.....	122
Tabelle 3-21:	Vorschlag für den Indikator „Intragenerative Gerechtigkeit“.....	122
Tabelle 3-22:	Ausgewählter Indikator für das Wirkungsfeld „Intragenerative Gerechtigkeit“.....	122
Tabelle 3-23:	Ausgewählte Indikatoren für die Wirkungsfelder.....	124
Tabelle 4-1:	Vor- und Nachteile von formalisierten Bewertungsverfahren, beruhend auf [Beckmann 2000] S .58.....	140
Tabelle 4-2:	Vor- und Nachteile von teil-formalisierten Bewertungsverfahren, beruhend auf [Beckmann 2000] S. 58 - 59.....	141
Tabelle 5-1:	Denkbare Ausschlusskriterien bezüglich extern gesetzter Standards (Gesetzliche Grenzwerte bzw. Nutzung des natürlichen Kapitalstocks).....	149
Tabelle 5-2:	Denkbare Ausschlusskriterien bezüglich intern gesetzter Standards.....	150

Tabelle 5-3:	Zusammenfassung aller ausgewählten Indikatoren.....	152
Tabelle 5-4:	Vorschlag zur Bildung der Superkriterien	159
Tabelle 5-5:	Indikatoren des Superkriteriums „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“	160
Tabelle 5-6:	Zusammenfassung des Superkriteriums „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“.....	167
Tabelle 5-7:	Interpretation der Skala des Indikators bezüglich der Umsetzung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	167
Tabelle 5-8:	Interpretation der Skala des Indikators bezüglich der verkehrlichen Beeinträchtigungen auf die Gewährleistung des jeweiligen städtebaulichen Effekts	168
Tabelle 5-9:	Indikatoren des Superkriteriums „Städtebauliche Effekte“	169
Tabelle 5-10:	Interpretation des Indikators bei Variante 1 der Wertsynthese der städtebaulichen Effekte...	171
Tabelle 5-11:	Wertsyntheseregeln 1 für Variante 1	171
Tabelle 5-12:	Wertsyntheseregeln 2 für Variante 1	171
Tabelle 5-13:	Beispiel für die Präferenzmatrix bei Variante 1	172
Tabelle 5-14:	Interpretation des Indikators bei Variante 2 der Wertsynthese der städtebaulichen Effekte...	173
Tabelle 5-15:	Wertsyntheseregeln 1 für Variante 2	173
Tabelle 5-16:	Wertsyntheseregeln 2 für Variante 2	173
Tabelle 5-17:	Wertsyntheseregeln 3 für Variante 2	173
Tabelle 5-18:	Beispiel für die Präferenzmatrix bei Variante 2.....	174
Tabelle 5-19:	Interpretation des Indikators bei Variante 3 der Wertsynthese der städtebaulichen Effekte...	175
Tabelle 5-20:	Wertsyntheseregeln 1 für Variante 3	175
Tabelle 5-21:	Wertsyntheseregeln 2 für Variante 3	175
Tabelle 5-22:	Beispiel für die Präferenzmatrix bei Variante 3.....	176
Tabelle 5-23:	Beispiel für die Bildung der Rangordnung mittels Rangsummenregel.....	180
Tabelle 5-24:	Zusammenfassung des Superkriteriums „Städtebauliche Effekte“	180
Tabelle 5-25:	Indikatoren des Superkriteriums „Kosten“	180
Tabelle 5-26:	Zusammenfassung des Superkriteriums „Kosten“	181
Tabelle 5-27:	Zusammenfassung der gebildeten Superkriterien	182
Tabelle 5-28:	Darstellung der Superkriterien für die Anwendung des Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens in der zweiten Stufe der Bewertung	185
Tabelle 5-29:	Datenblatt mit Detailinformationen der Erreichbarkeitsmaße pro sozioökonomischer Gruppe	187
Tabelle 5-30:	Datenblatt mit Detailinformationen über die Superkriterien „Schadstoff-, Lärm- und Unfallkosten“, „Städtebauliche Effekte“ und „Investitions-, Betriebs- und Unterhaltungskosten“	188
Tabelle 5-31:	Abwägungsbogen zur Durchführung des Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens.....	189
Tabelle 5-32:	Ablauf des Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens (dritter Teil).....	191
Tabelle 6-1:	Zusammenfassung ausgewählter Wirkungsfelder sowie deren Indikatoren	197
Tabelle 6-2:	Denkbare Ausschlusskriterien bezüglich extern gesetzter Standards (gesetzliche Grenzwerte bzw. Nutzung des natürlichen Kapitalstocks).....	199
Tabelle 6-3:	Zusammenfassung der Superkriterien.....	201
Tabelle 6-4:	Abwägungsbogen zur Durchführung des Abwägungs- und Rangordnungsverfahrens.....	203

Verzeichnis der Gleichungen

Gleichung 3-1: Erreichbarkeit nach ISTP.....	71
Gleichung 3-2: Lagegunstkennwerte für einen Quellverkehrsbezirk.....	72
Gleichung 3-3: Lagegunstkennwerte für einen Zielverkehrsbezirk.....	72
Gleichung 3-4: Lagegunstkennwert für ein Gebiet.....	72
Gleichung 3-5: Verteilung der potentiellen Raumstrukturgrößenverflechtungen im Untersuchungsgebiet.....	73
Gleichung 3-6: Bewertungswahrscheinlichkeit für eine Ortsveränderung für eine QZG und ein Verkehrsmittel in der Verkehrsbeziehung ij.....	74
Gleichung 3-7: Lagegunstkennwert ($LG_{QZG\ VM}$) für eine QZG ein Verkehrsmittel in der Verkehrsbeziehung ij.....	74
Gleichung 3-8: prozentualer Anteil der Wege einer QZG und einem Verkehrsmittel für die Verkehrsbeziehung ij pro sozioökonomischer Gruppe R.....	74
Gleichung 3-9: Zugangsmaß der sozioökonomischen Gruppe R für eine QZG ein VM und die Verkehrsbeziehung ij.....	75
Gleichung 3-10: Zugangsmaß für das Untersuchungsgebiet.....	75
Gleichung 3-11: Ansatz zur Kopplung des spezifischen Verkehrsaufkommens mit den Quellstrukturgrößen... ..	76
Gleichung 3-12: Basisformel für das Zugangsmaß für eine QZG und ein VM und für die Verkehrsbeziehung ij bezogen auf die sozioökonomische Gruppe R.....	76
Gleichung 3-13: Zugangsmaß für die QZG vom Typ 1 und ein VM für die Verkehrsbeziehung ij bezogen auf die sozioökonomische Gruppe R.....	77
Gleichung 3-14: Zugangsmaß für die QZG vom Typ 1 für das Untersuchungsgebiet.....	77
Gleichung 3-15: Wert des Zugangsmaßes ohne Beachtung der Bewertungswahrscheinlichkeit.....	77
Gleichung 3-16: Summation über alle Quellstrukturgrößen.....	78
Gleichung 3-17: Summation über alle Zielstrukturgrößen.....	78
Gleichung 3-18: Theoretische Nachfrageverteilung pro sozioökonomischer Gruppe bei Vernachlässigung der Bewertungswahrscheinlichkeit.....	79
Gleichung 4-1: Berechnung eines Teilnutzwertes bei linearer Berücksichtigung der maßgebenden Strukturgröße [Schnabel, Lohse 1997]: S. 393.....	130
Gleichung 4-2: Berechnung des Gesamtnutzwertes bei linearer Berücksichtigung der Gewichte und der maßgebenden Strukturgrößen [Schnabel, Lohse 1997]: S. 396.....	131
Gleichung 4-3: Berechnung des Gesamtnutzwertes bei nichtlinearer Berücksichtigung der Gewichte und maßgebenden Strukturgrößen [Schnabel, Lohse 1997]: S. 397.....	131
Gleichung 5-1: Bildung von Teilnutzwerten pro Indikator das für Superkriterium „Städtebauliche Effekte“.....	178
Gleichung 5-2: Wertsynthese des Superkriteriums „Kosten“.....	181

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage A:** Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Aufenthaltsqualität: **S. 219**
- Anlage B:** Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Stadtraumqualität: **S. 223**
- Anlage C:** Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Barrierewirkungen: **S. 226**
- Anlage D:** Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Stadtökologische Effekte: **S. 228**
- Anlage E:** Guidelines for good assessment and decision making support: **S. 230**

Anlagen

Anlage A: Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Aufenthaltsqualität

Wertsynthese für den Indikator „Soziale Brauchbarkeit“

Die hier zu aggregierenden Indikatoren beschreiben z. Z. sehr subjektive Eigenschaften (z. B. Räumlicher Verbund, Verflechtung und Orientierung, Orientierung an der Bebauung usw.) Zu deren Einstufung wurde in BMV 1997 (Anlage 2) ein Einstufungsleitfaden entwickelt, mit dessen Hilfe diese subjektiven Indikatoren (an Hand von beispielhaften Darstellungen und Bildern) beurteilt werden können. Diese Darstellungen sind hier aus Platzgründen nicht mit aufgeführt. Hierfür wird auf die entsprechenden Originalquellen verwiesen (zu finden in [BMV 1997], Anlage 2.)

Die Wertsynthese entspricht in der Grundstruktur dem Vorschlag von [BMV 1997]. Da der Indikator „Gestalterische Qualität der Flächen“ in [BMV 1997] nicht verwendet wird, wurde ein eigener Vorschlag der Wertsynthese entwickelt, der allerdings auf dem prinzipiellen Vorgehen von [BMV 1997] aufbaut.

Die Wertsynthese des Indikators „Soziale Brauchbarkeit“ mit Hilfe der Präferenzmatrix erfolgt in zwei Stufen. In einem ersten Schritt, werden die Kriterien „Flächenverfügbarkeit“ und deren „gestalterische Qualität“ zusammengefasst. Diese sich daraus ergebende Beurteilung wird anschließend in einem zweiten Schritt mit dem Kriterium „vorhandene Verkehrsbelastung“ in Beziehung gesetzt. Der damit gebildete, ordinale Indikator kann die Werte 1 bis 5 annehmen. Je größer der Wert ist, desto schlechter ist die soziale Brauchbarkeit der bewerteten Infrastruktur.

Wertsynthese für den Indikator „Aufenthaltsanspruch“

Die Wertsynthese des Indikators „Aufenthaltsanspruch“ erfolgt ebenfalls in zwei Stufen und entspricht dem von [BMV 1997]: Anlage 2, S. 17 ff. entwickelten Vorgehen. In der ersten Stufe werden die Indikatoren „Art der baulichen Nutzung“ und „Verdichtung / Freiflächenangebot“ aggregiert. Der sich ergebende Zwischenindikator wird im zweiten Schritt mit dem Indikator „Orientierung an der Bebauung“ zusammengefasst. Der sich ergebende Indikator „Aufenthaltsanspruch“ wird mit Hilfe einer 5-teiligen ordinalen Skala bewertet. Der Wert 1 zeigt hierbei einen sehr hohen und der Wert 5 einen sehr geringen Aufenthaltsanspruch an, d. h., der sich ergebende 5-skalige Wert wird größer, je unbedeutender der Aufenthaltsanspruch ist.

Ermittlung des Aufenthaltsanspruch (erste Stufe)							
Art der baulichen Nutzung	Kleinsiedlungsgebiete	Wohngebiete / Sondergebiete für sensible Nutzungen	Mischgebiete	Dorfgebiete	Kerngebiete	Gewerbegebiete Sondergebiete für weniger sensible Nutzungen	Industriegebiete
1	2	3	4	5	6	7	
-	12	13	-	15	16	17	1 höhere Verdichtung / ohne Freiflächen
-	22	23	-	25	26	27	2 höhere Verdichtung / mit Freiflächen
31	32	33	34	-	36	37	3 geringere Verdichtung
12	13	15	=>			Aufenthaltsanspruch (erste Stufe) = 1	
22	23	25	31	32	=> Aufenthaltsanspruch (erste Stufe) = 2		
33	34	=>				Aufenthaltsanspruch (erste Stufe) = 3	
16	26	36	=>			Aufenthaltsanspruch (erste Stufe) = 4	
17	27	37	=>			Aufenthaltsanspruch (erste Stufe) = 5	

Abbildung A-3: 1. Stufe der Wertsynthese für den Indikator „Aufenthaltsanspruch“ [BMV 1997]: Anlage 2, S. 17

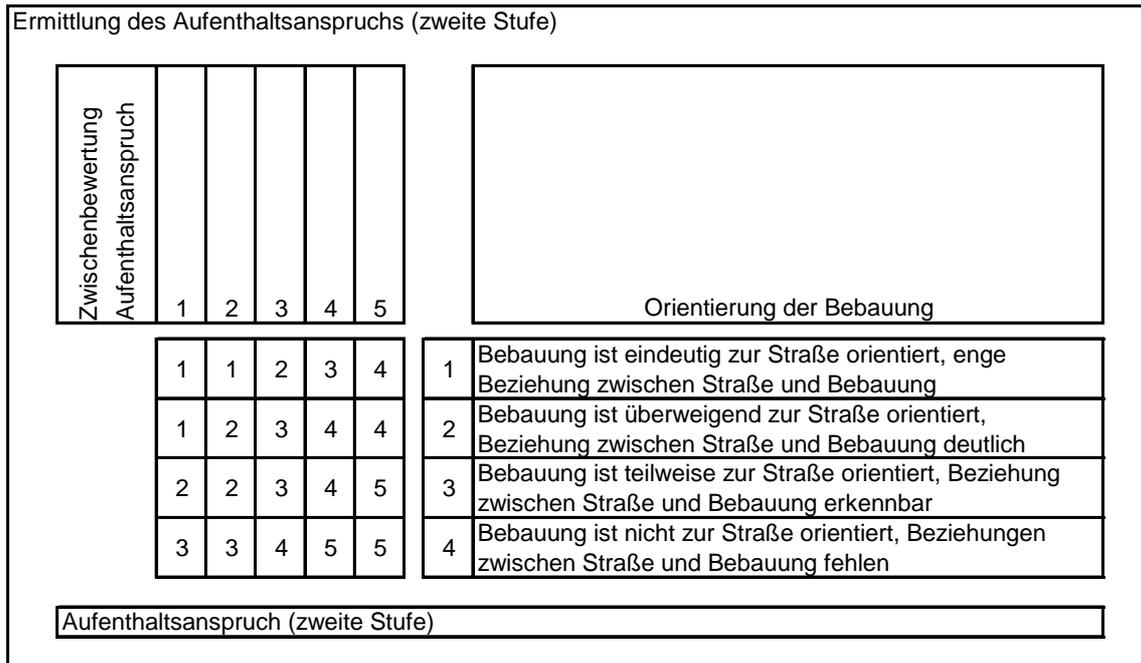


Abbildung A-4: 2. Stufe der Wertsynthese für den Indikator „Aufenthaltsanspruch“ [BMV 1997]: Anlage 2, S. 17

Damit ergeben sich die nachfolgenden Indikatoren für das Wirkungsfeld Aufenthaltsqualität:

Indikatoren zur Beurteilung des Wirkungsfeldes		
Indikator	Indikatorart	Maßeinheit
Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen		
Soziale Brauchbarkeit	qualitativer Messwert	5-skaliiger, ordinaler Wert 1 = sehr gut bis 5 = ungenügend
Sensibilität der Seitenbereiche		
Aufenthalts- anspruch	qualitativer Messwert	5-skaliiger, ordinaler Wert 1 = hoch bis 5 = gering

Tabelle A-1: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Aufenthaltsqualität“

Anlage B: Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Stadtraumqualität

Wertsynthese für den Indikator Straßenqualität

Zur Bildung des Indikators Straßenqualität werden die Kriterien „Raum- und Querschnittsproportionen der Straße“ und die „betriebsbedingten Beeinträchtigungen durch die Straße (vorhandene Verkehrsbelastung)“ aggregiert. Dies ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt und basiert auf [BMV 1997] Anlage 2, S. 12. Der sich ergebende 5-stufige ordinale Wert bewertet die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Störungen auf den Stadtraum. Beim Vorliegen des Wertes 5 liegen sehr große bzw. bei dem Wert 1 sehr geringe Störungen vor.

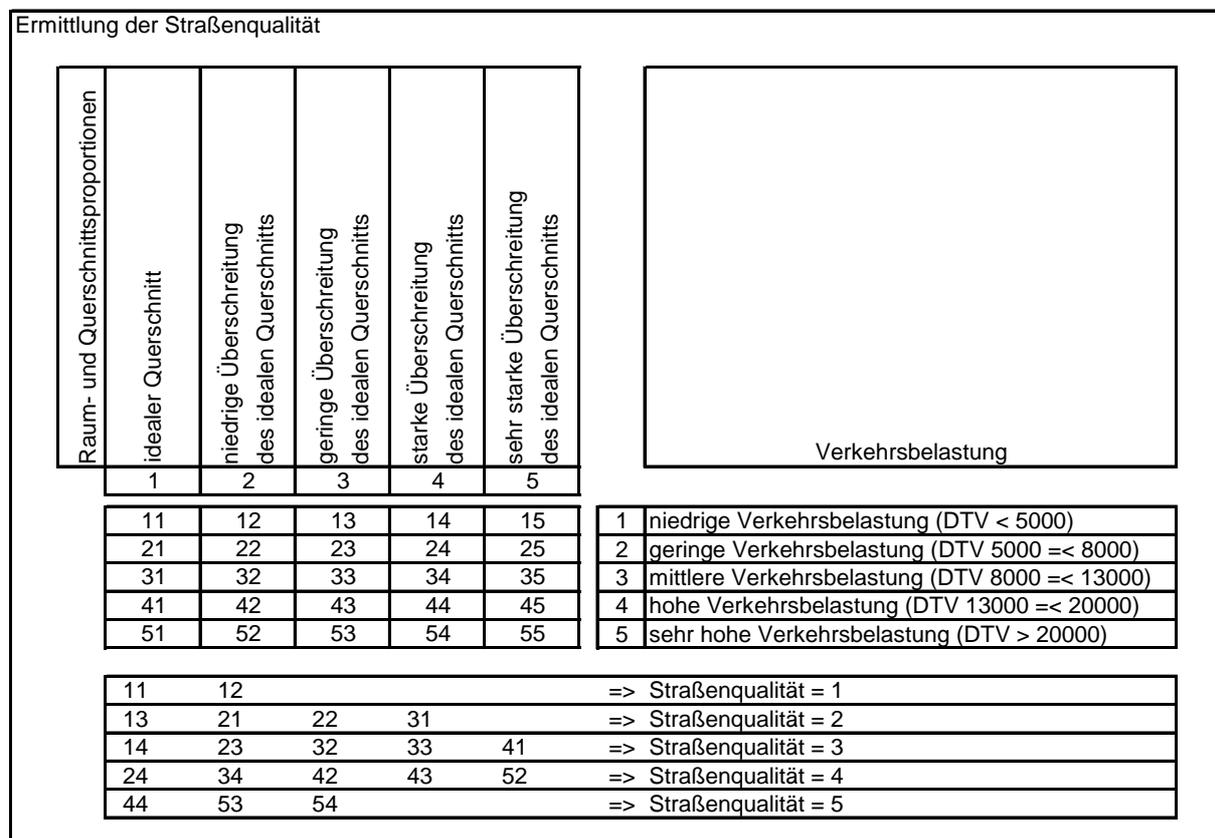


Abbildung A-5: Wertsynthese für den Indikator „Straßenqualität“ [BMV 1997] Anlage 2, S. 12

Wertsynthese für den Indikator Stadtraumsensibilität

In den Indikator Stadtraumsensibilität fließen vier Teilindikatoren ein. Aus diesem Grund erfolgt die Wertsynthese in drei Stufen. In der ersten Stufe werden die Indikatoren „Raumfolgen“ und „Raumübergangsqualität“ zu einem Zwischenwert aggregiert. In der zweiten wird der Zwischenwert mit dem Indikator „visuelle Querbezüge“ und in der dritten

Stufe mit dem Punkt „Einzelbauwerke“ zusammengefasst. Die gesamte Wertaggregation ist in den nachfolgenden Grafiken ersichtlich und basiert auf [BMV 1997]: Anlage 2, S. 5 ff.). Der sich ergebende 5-skalige ordinale Wert bewertet die Sensibilität der Raumstruktur gegenüber den von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Störungen. Der Wert 1 bedeutet eine hohe Sensibilität, d. h., die von der Verkehrsinfrastruktur ausgehenden Störungen sind als besonders schädlich zu betrachten. Beim Vorliegen des Wertes 5 sind die Störungen der Verkehrsinfrastruktur als wenig problematisch anzusehen, da nur eine geringe Stadtraumsensibilität vorliegt.

Ermittlung der Stadtraumsensibilität (erste Stufe)

Raumfolgen	geschlossener Entwurf Entstehung in prägender Epoche	teilweise geschlossene Bebauung, Gestaltung ist nicht angepasst	kein geschlossener Entwurf, Gestaltung ist bedingt angepasst	kein geschlossener Entwurf, Gestaltung ist nicht angepasst	Raumübergangsqualität	
	1	2	3	4		
	11	12	13	14		1 stark differenzierende, spannungsreiche Raumübergänge in kurzer Folge
	21	22	23	24		2 deutliche Raumübergänge in überschaubarer Folge
31	32	33	34	3 keine ablesbaren, nur unausgeprägte, diffuse Raumübergänge		
11	12	21	=> Stadtraumsensibilität (erste Stufe) = 1			
13	22	31	=> Stadtraumsensibilität (erste Stufe) = 2			
14	23	32	=> Stadtraumsensibilität (erste Stufe) = 3			
24	33		=> Stadtraumsensibilität (erste Stufe) = 4			
34			=> Stadtraumsensibilität (erste Stufe) = 5			

Abbildung A-6: 1. Stufe der Wertsynthese für den Indikator „Stadtraumsensibilität“ [BMV 1997]: Anlage 2, S. 5

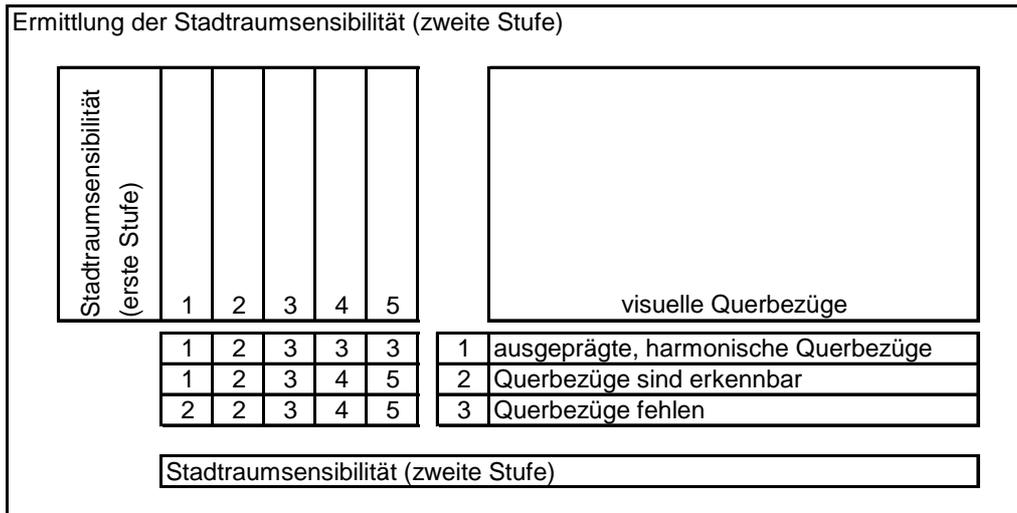


Abbildung A-7: 2. Stufe der Wertsynthese für den Indikator „Stadtraumsensibilität“ [BMV 1997]: Anlage 2, S. 5

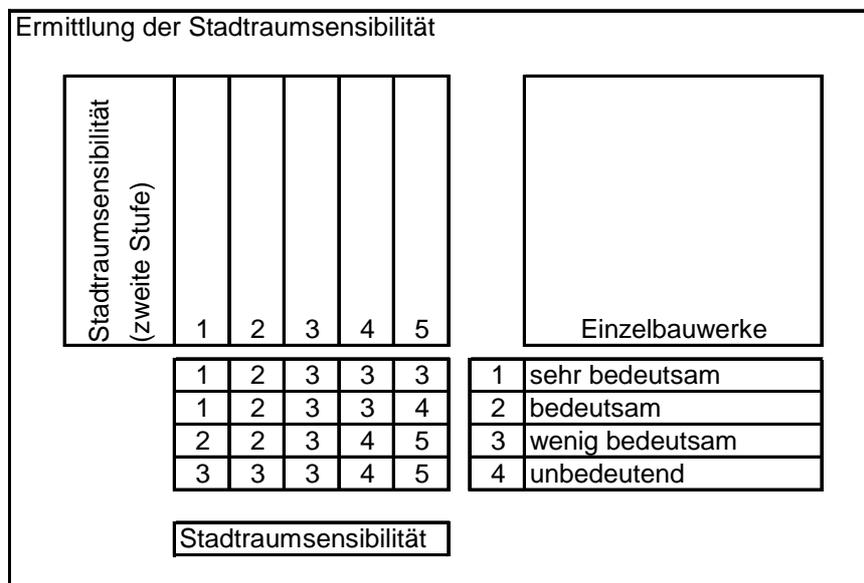


Abbildung A-8: 3. Stufe der Wertsynthese für den Indikator „Stadtraumsensibilität“ [BMV 1997]: Anlage 2, S. 5

Damit ergeben sich nachfolgende Indikatoren:

Indikatoren zur Beurteilung des Wirkungsfeldes		
Indikator	Indikatorart	Maßeinheit
Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen		
Stadtraumqualität	qualitativer Messwert	5-skaliger, ordinaler Wert 1 = sehr gut bis 5 = ungenügend
Sensibilität der Seitenbereiche		
Stadtraumsensibilität	qualitativer Messwert	5-skaliger, ordinaler Wert 1 = hoch bis 5 = gering

Tabelle A-2: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Stadtraumqualität“

Anlage C: Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Barrierewirkungen

Wertsynthese für den Indikator „Grunddurchlässigkeit“

Der Indikator „Grunddurchlässigkeit“ ergibt sich durch die Aggregation der Kriterien „Räumlicher Verbund“ und „Verflechtung und Orientierung“. Die Methodik hierfür stammt aus [BMV 1997]: Anlage 2, S. 27. Der sich ergebende 5-skalige ordinale Wert erhält den Wert 1, wenn enge Austauschbeziehungen zwischen beiden Seiten der Verkehrsinfrastruktur existieren, d. h., die umgebende Raumstruktur als Einheit betrachtet werden muss, in der von der Verkehrsinfrastruktur ausgehende Trennwirkungen störend wirken. Der Wert 5 wird vergeben, wenn die Grunddurchlässigkeit sehr gering einzuschätzen ist, d. h. die an beiden Seiten der Verkehrsinfrastruktur angrenzenden Raumstrukturen bilden keine Einheit.

Ermittlung der Grunddurchlässigkeit										
Räumlicher Verbund	Raumband wirkt als Verbindung (Raumklammer)	Raumband wirkt teilweise als Verbindung	Raumband wird durch Trennlinie zerteilt, Verbindungen sind erkennbar	Raumband wirkt als Zäsur	Raumband wirkt als Zäsur und wird durch Trennlinie zerteilt	Verflechtung und Orientierung				
	1	2	3	4	5					
	11	12	13	14	15	1	Bereiche sind über das Raumband hinweg orientiert und verflochten			
	21	22	23	24	25	2	Bereiche sind vorwiegend über das Raumband hinweg orientiert und verflochten			
	31	32	33	34	35	3	Bereiche sind zum geringen Teil über das Raumband hinweg orientiert und verflochten			
	41	42	43	44	45	4	zwischen den Bereichen gibt es keine Verflechtung und keinen Austausch			
	11 21					=>	Grunddurchlässigkeit = 1			
	12 22 31					=>	Grunddurchlässigkeit = 2			
	13 14 23 32 33 41					=>	Grunddurchlässigkeit = 3			
	15 24 25 34 42 43					=>	Grunddurchlässigkeit = 4			
	35 44 45					=>	Grunddurchlässigkeit = 5			

Abbildung A-9: Wertsynthese für den Indikator „Grunddurchlässigkeit“ [BMV 1997]: Anlage 2, S. 27

Wertsynthese für den Indikator „Trennwirkung“

Der Indikator Trennwirkung wird durch die Kriterien „Verkehrsbelastung“ und „Qualität der Straße“ charakterisiert. Bei geringen bzw. vernachlässigbaren Trennwirkungen ergibt sich der Bestwert 1, innerhalb einer 5-skaligen ordinalen Skala. Der Wert 5 sagt dagegen aus, dass die Verkehrsinfrastruktur eine hohe Trennwirkung aufweist. In der nachfolgenden Präferenzmatrix ist die Wertsynthese beispielhaft dargestellt. Die Werte innerhalb der Matrix wurden von der Wertsynthese der Indikatoren „Soziale Brauchbarkeit“ und „Straßenqualität“ abgeleitet bzw. in Anlehnung an [BMV 1997]: Anlage 2, S. 29:

Ermittlung der Trennwirkung															
Qualität der Straße	plangleiche Querung im Abstand < 200 m möglich	plangleiche Querung im Abstand 200 m - 500 m möglich	plangleiche Querung im Abstand > 500 m möglich	nur planfreie Querung möglich im Abstand < 1 km möglich	nur planfreie Querung möglich im Abstand > 1 km möglich	Verkehrsbelastung									
	1	2	3	4	5										
	1	2	3	5	-										
	2	3	4	5	5										
	3	4	4	5	5										
4	5	5	5	5											
Trennwirkung															
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>niedrige Verkehrsbelastung (DTV < 5000)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>geringe Verkehrsbelastung (DTV 5000 =< 8000)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>mittlere Verkehrsbelastung (DTV 8000 =< 13000)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>hohe Verkehrsbelastung (DTV 13000 =< 20000)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>sehr hohe Verkehrsbelastung (DTV > 20000)</td> </tr> </table>						1	niedrige Verkehrsbelastung (DTV < 5000)	2	geringe Verkehrsbelastung (DTV 5000 =< 8000)	3	mittlere Verkehrsbelastung (DTV 8000 =< 13000)	4	hohe Verkehrsbelastung (DTV 13000 =< 20000)	5	sehr hohe Verkehrsbelastung (DTV > 20000)
1	niedrige Verkehrsbelastung (DTV < 5000)														
2	geringe Verkehrsbelastung (DTV 5000 =< 8000)														
3	mittlere Verkehrsbelastung (DTV 8000 =< 13000)														
4	hohe Verkehrsbelastung (DTV 13000 =< 20000)														
5	sehr hohe Verkehrsbelastung (DTV > 20000)														

Abbildung A-10: Wertsynthese für den Indikator „Trennwirkung“ in Anlehnung an [BMV 1997]: Anlage 2, S. 29

Damit ergeben sich die nachfolgenden Indikatoren für das Wirkungsfeld „Barrierewirkungen“:

Indikatoren zur Beurteilung des Wirkungsfeldes		
Indikator	Indikatorart	Maßeinheit
Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen		
Trennwirkung	qualitativer Messwert	5-skaliger, ordinaler Wert 1 = sehr gering bis 5 = sehr hoch
Sensibilität der Seitenbereiche		
Grunddurchlässigkeit	qualitativer Messwert	5-skaliger, ordinaler Wert 1 = sehr hoch bis 5 = sehr gering

Tabelle A-3: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Barrierewirkungen“

Anlage D: Wertsynthese für die Indikatoren des Wirkungsfeldes Stadtökologische Effekte

Wertsynthese für den Indikator „Stadtklimatische Sensibilität“

Die stadtklimatische Sensibilität wird aus den Kriterien „Gemeindegröße“ und dem „Lagetyp“ gebildet. Der sich ergebende Indikator wird auf einer 5-stufigen ordinalen Skala eingestuft. Der Wert 1 sagt aus, dass eine sehr hohe stadtklimatische Sensibilität vorliegt und demzufolge der Beitrag der Verkehrsinfrastruktur zur Verbesserung der stadtkologischen Effekte als sehr wichtig eingeschätzt wird. Der Wert 5 zeigt dagegen eine geringe stadtklimatische Sensibilität an, d. h., die bewertete Verkehrsinfrastruktur braucht keinen großen Beitrag zur Verbesserung der stadtkologischen Effekte zu leisten. Die nachfolgend dargestellte Präferenzmatrix und die Skalierung des Indikators stammen aus [BMV 1997]: Anlage 2, S.32.:

Lagetyp								
Industriebereich (produzierendes Gewerbe)	Gewerbebereich (Technologie, Verwaltung)	Wohnen im Außen- und Dorfbereich	Wohnen in Orts- und Stadtrandlage	stadtkernahe Wohn- und Geschäftsbereiche, Ortskernbereich	Stadtkernbereich	Gemeindegröße in Einwohnern (EW)		
1	2	3	4	5	6			
11	12	13	14	-	-	1	Landgemeinde < 2.000 EW	
21	22	23	24	25	26	2	Landstadt 2.000 <= 5.000 EW	
31	32	33	34	35	36	3	kleine Mittelstadt 5.000 <= 10.000 EW	
41	42	43	44	45	46	4	Mittelstadt 10.000 <= 100.000 EW	
51	52	53	54	55	56	5	Großstadt > 100.000 EW	
36	45	46	55	56	=> Stadtökologische Sensibilitätsklasse = 1			
26	35	53	54	=> Stadtökologische Sensibilitätsklasse = 2				
14	24	25	33	34	43	44	=> Stadtökologische Sensibilitätsklasse = 3	
13	22	23	32	42	52	=> Stadtökologische Sensibilitätsklasse = 4		
11	12	21	31	41	51	=> Stadtökologische Sensibilitätsklasse = 5		

Abbildung A-11: Wertsynthese für den Indikator „Stadtklimatische Sensibilität“ [BMV 1997]: Anlage 2, S.32

Wertsynthese für den Indikator „Stadtklimatische Qualität“

Der Indikator „Stadtklimatische Qualität“ wird aus den Einzelwerten „Versiegelungsgrad der Straße und der umliegenden Bebauung“ und dem „Vegetationsgrad der Straße (Art des Bewuchses)“ gebildet. Der sich ergebende Indikator zeigt an, inwieweit durch die

Verkehrsinfrastruktur die stadtökologischen Effekte positiv beeinflusst werden können. Der Indikator liegt in einer 5-stufigen ordinalen Skala vor. Der Wert 5 sagt aus, dass die Verkehrsinfrastruktur nicht in der Lage ist, das Kleinklima positiv zu beeinflussen. Beim Vorliegen des Wertes 1 kann dagegen davon ausgegangen werden, dass durch die Verkehrsinfrastruktur die stadtökologischen Effekte positiv verändert werden können. Die Präferenzmatrix und die Skalierung des Indikators stammen aus [BMV 1997]: Anlage 2, S. 35.

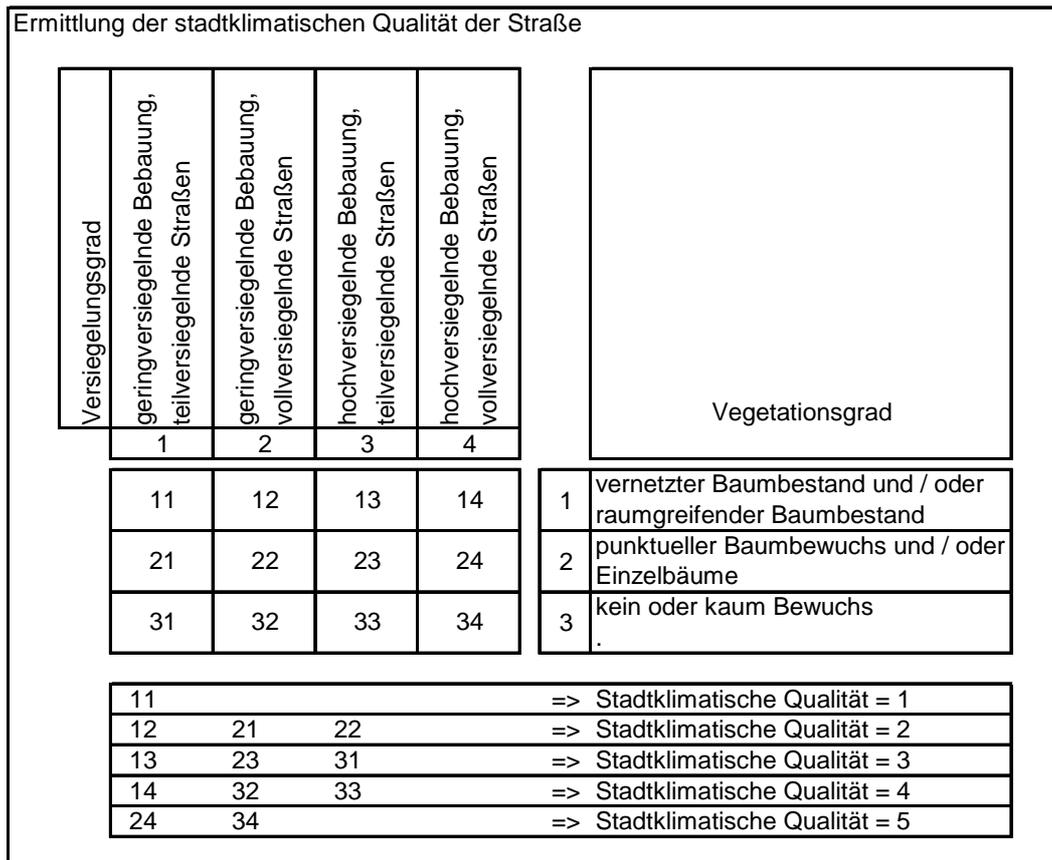


Abbildung A-12: Wertsynthese für den Indikator Stadtklimatische Qualität [BMV 1997]: Anlage 2, S. 35.

Damit ergeben sich die nachfolgenden Indikatoren für das Wirkungsfeld „Stadtökologische Effekte“:

Indikatoren zur Beurteilung des Wirkungsfeldes		
Indikator	Indikatorart	Maßeinheit
Höhe der verkehrlichen Beeinträchtigungen		
Stadtklimatische Qualität	qualitativer Messwert	5-skaliger, ordinaler Wert 1 = sehr gut bis 5 = sehr schlecht
Sensibilität der Seitenbereiche		
Stadtklimatische Sensibilität	qualitativer Messwert	5-skaliger, ordinaler Wert 1 = sehr sensibel bis 5 = nicht sensibel

Tabelle A-4: Ausgewählte Indikatoren für das Wirkungsfeld „Stadtökologische Effekte“

Anlage E: Guidelines for good assessment and decision making

European Conference of Ministers of Transport ([ECMT 2004] S. 232 f.)

Guidelines for good assessment and decision making support

Overall

- Systematic evaluation of economic, social and environmental effects should underpin all transport plans, programs and all major transport sector investments, as part of integrated assessment procedures developed in place of isolated economic, environmental, health and social evaluations.
- As far as possible, similarly integrated evaluation should be incorporated into transport policy making.
- Decision makers should be engaged in establishing the wider objectives that transport projects are intended to deliver for the economy and the community, through consultations with transports experts, planners, stakeholders and the public, early in the planning process in order to establish consensus and avoid challenges to project objectives at a later stages with potentially high costs.

In relations to decision making support

- Assessments should be presented in a way that directs decisions makers to the key factors to weigh in their decision, highlighting trade-offs, risks and uncertainties, rather than making judgments in place of the decision maker.
- The results of the project, plan, and program assessments should be presented to decision makers in a way that is simple, concise and clearly communicates the key issues.
- Traceability must be assured and this can be done by referencing summary results to supporting analysis in successive layers of detail.

In relation to institutional arrangements and procedures

- Assessments should be linked directly to the decision making procedures of elected and technical decision makers for full effect – integrated assessment as part of planning processes are therefore likely to be more effective than separate assessments undertaken in isolation.
- Consultation with stakeholders and the general public is critical to the legitimacy of assessments and the durability of their results, it should begin early and be professionally conducted in order successfully to engage participation, and elicit and address the true concerns of the public.
- Evaluations of infrastructure investments should be undertaken with equal rigor whatever the mode of transport concerned.
- Cross border consultations should be undertaken where necessary.
- Ex post evaluations are important for verifying the results of assessments and for improving future project assessments.
- Transport and land-use planning agencies may need training, support and additional expertise in the newer disciplines of environmental and health impact assessment; institutional capacity building is desirable in respect of existing procedures.

In relation to the contents of assessment

- Integrated assessments should aim at a systematic presentation of all relevant welfare effects (economic, health, environment, safety), where possible these should be quantified, otherwise they should be qualitatively described in a transparent way.
- Assessments should contain explicit consideration of alternatives including the “non-implementation” option.
- The uncertainties and limits of assessment should be made clear.
- Assessments should explicitly account for significant distortions in the pricing of transport services and in the markets they serve as much distortions results in wider economic effects, both positive or negative, than captured in conventional cost benefit analysis.
- Where additional positive effects, for example in term of regioo0nal development , are important to the overall benefits of a project, the specific mechanisms by which they are delivered must be identified in order to be sure that the intended result are likely to be achieved.
- Distributional impacts should be reported in sufficient detail, as the indirect benefits of regional development accrue to different people and places than the initial transport benefits and their incidence is likely to change over time.