Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

School of
Management and Law

# Treiber und Barrieren auf dem Weg zu einer Smart City
# Erkenntnisse aus Theorie und Praxis

## Energy Governance Working Paper Nr. 7

Evelyn Lobsiger-Kägi, Theresia Weiss Sampietro, Ursula Eschenauer, Vicente Carabias, Lukas Braunreiter, Adrian Müller

**IMPRESSUM**

**Herausgeber**
ZHAW School of Management and Law
Stadthausstrasse 14
Postfach
8401 Winterthur
Schweiz

Abteilung General Management
www.zhaw.ch/agm

**Projektleitung, Kontakt**
Vicente Carabias
vicente.carabias@zhaw.ch

Februar 2016

# Dank

Für die grosszügige Förderung der angewandten Forschung zu dem Projekt «Entwicklungsprozesse von Smart Cities and Regions in der Schweiz» wird der ZHAW, der Stadt Winterthur, dem Bundesamt für Energie sowie dem Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (COST-Projekt C13.0147) gedankt. Den drei Reviewern danken wir für die wertvollen Rückmeldungen zu einer früheren Version des Manuskripts.

# Management Summary

Städte nehmen eine Schlüsselrolle in der Umsetzung der Energiestrategie 2050 («Energiewende») ein. Einerseits steigt der Energieverbrauch von Städten infolge der Urbanisierung, welche als einer der wichtigsten globalen Trends angesehen wird, weiter an. Andererseits haben Städte durch die vorhandene Infrastruktur mehrere Möglichkeiten, sich aktiv für die Energiewende einzusetzen. Zudem können Städte durch ihre Vorbildfunktion in den Bereichen Energieversorgung, Mobilität, Arealentwicklung oder bei der Sanierung von Gebäuden wichtige Impulse setzen. Städte stehen in enger Beziehung und Abhängigkeit zu Wirtschaft und Bevölkerung. Sie können Rahmenbedingungen schaffen, welche diese Akteure zu Energieeffizienz oder -suffizienz motivieren.

Das Konzept Smart City birgt vielfältige Möglichkeiten, durch intelligente Vernetzung von Handlungsbereichen bessere Bedingungen für eine nachhaltige und moderne Stadtentwicklung zu schaffen. Mit dem integrativen Ansatz soll die Lebensqualität der Bewohnerinnen und Bewohner einer Stadt erhöht und die Mitwirkung relevanter Anspruchsgruppen ermöglicht werden. Gleichzeitig wird eine Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs in Städten angestrebt. Smart City ist daher als Lösungsansatz für die zukünftigen Herausforderungen in Städten zu verstehen. In der Schweiz wurde das Konzept allerdings bisher erst in wenigen Städten im Rahmen von einzelnen Projekten berücksichtigt und angewandt.

In diesem Working Paper wird der Frage nach den Barrieren und Treibern innerhalb der Transformationsprozesse zu einer Smart City und den vordringlichen Handlungsfeldern mit ihren Akteuren nachgegangen. Auf der Grundlage einer Literatur-Studie zu Forschungs- und Praxisansätzen, einer mehrstufigen Delphi-Befragung von Schweizer Experten zu Smart Cities 2035 sowie der Teilnahme an konkreten «Smart City Winterthur»-Teilprojekten, welche in den Jahren 2014-2015 durchgeführt wurden, wurden Treiber und Barrieren identifiziert und daraus weiterer Handlungs- und Forschungsbedarf abgeleitet.

Als wesentliche Treiber für die Umsetzung von Smart-City-Konzepten sind sowohl die Zusammenarbeit relevanter Akteure, die Förderung von Pilot- als auch das Aufzeigen von konkreten Smart-City-Projekten identifiziert worden, die kosten- und ressourceneffizienter sind. Damit sollen Investoren und Unternehmen zur Unterstützung solcher Projekte motiviert werden. Fehlende politische und rechtliche Rahmenbedingungen sowie die vertikalen, städtischen Verwaltungsstrukturen wirken beim integrativen Ansatz des Smart-City-Konzepts als Barrieren. Zukünftige Smart-City-Projekte sollten den Einbezug der Bevölkerung stärker berücksichtigen, insbesondere bei der Verwendung von Daten. Nebst praxisbezogenen Empfehlungen werden Hinweise zum Forschungsbedarf in der Thematik genannt.

Keywords: Smart City, Transformation, Akteure, Treiber, Barrieren, Handlungsfelder, Forschungsbedarf

# Inhaltsverzeichnis

# 1. Einleitung

Das Projekt «Entwicklungsprozesse von Smart Cities and Regions in der Schweiz» ist Teil des Gesamtprojektes «Energy Governance» und untersucht Aktionsfelder, Akteure sowie Entwicklungspfade von Städten, die sich in Richtung Smart City bewegen wollen. In diesem Artikel werden Treiber und Barrieren in der Umsetzung von Smart-City-Projekten sowie erste Handlungsempfehlungen, wichtige Akteure und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt.

## 1.1. BEDEUTUNG DES URBANEN RAUMS FÜR DIE ENERGIEWENDE

Die Energiestrategie 2050 (ES 2050) des Bundes hat zum einen eine Senkung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Endenergie und zum anderen eine markante Erhöhung an Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen zum Ziel. Sollen diese Ziele erreicht werden, muss sich die sogenannte «Energiewende» in den nächsten Jahren vom theoretischen Konzept zur gelebten Praxis wandeln. Da knapp drei Viertel der Schweizer Bevölkerung im urbanen Raum leben (Städteverband, 2014) und in Städten die meiste Energie konsumiert wird (Nabil, 2013), sind Städte für die Umsetzung der Energiewende besonders wichtig. Ausserdem steigt der Energieverbrauch von Städten (Madlener & Sunak, 2011) infolge der Urbanisierung, welche als einer der wichtigsten globalen Trends angesehen wird, weiter an (Carabias-Hütter et al., 2014). In der Schweiz werden seit längerem Städte und Gemeinden für ihre überdurchschnittlichen Leistungen in der Energie- und Umweltpolitik mit Labeln wie «Energiestadt» ausgezeichnet. Das Smart-City-Konzept kann als eine Weiterentwicklung dieses Labels für energiepolitisch fortschrittliche Städte und Gemeinden verstanden werden. Es beinhaltet die Ziele der Energie- und Ressourcenschonung bei gleichzeitiger Erhöhung der Lebensqualität ihrer Bewohnerinnen und Bewohner. Dies soll durch den Einbezug der IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) sowie durch eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Akteuren (Gemeinden, Unternehmen, Bevölkerung, Hochschulen) verwirklicht werden. Fast alle Ziele der ES 2050 sind nur unter aktiver Mitwirkung der Bevölkerung umzusetzen. Um den Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch zu verringern, den Stromanteil aus erneuerbaren Quellen zu erhöhen (z.B. mittels Demand-Side-Management[1] oder dem Prosumer-Prinzip[2]) und die schrittweise Einführung von Smart Grids zu ermöglichen, benötigt es die Beteiligung aller Akteure aus Wirtschaft und Politik inklusive der Bevölkerung. Daher ist das Konzept Smart City, welches die Bevölkerung gezielt miteinbezieht, ein geeigneter Ansatz für die Umsetzung der ES 2050. In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass durch den Einsatz von IKT Energie eingespart werden kann (Kramers, Höjer, Lövehagen, & Wangel, 2014). Auch durch das Teilen von Infrastruktur oder Dienstleistungen können Energie und Ressourcen gespart werden. Dies ist allerdings wissenschaftlich derzeit noch wenig untersucht[3].

## 1.2. ZIEL UND FRAGESTELLUNG

Dieses Working Paper fokussiert auf Treiber und Barrieren für die Initiierung und Umsetzung von Smart-City-Prozessen und -Projekten. Dabei handelt es sich um komplexe und zielgerichtete Vorgehensweisen, die jeweils ein ganzes System mit verschiedenen Akteuren betreffen, sowie verschiedene Aspekte und Bereiche des Smart-City-Konzepts umfassen. Die Kenntnis über Treiber und Barrieren soll den verschiedenen Akteuren Hinweise für eine erfolgreiche Umsetzung geben. Politiker, welche oftmals einen Smart-City-Prozess anstossen, müssen Barrieren und Treiber besser kennen, um die nötigen Rahmenbedingungen für die langfristige Umsetzung zu schaf-

[1] Als Demand-Side-Management wird die Steuerung der Nachfrage nach netzgebundenen Dienstleistungen bei Abnehmern in Industrie, Gewerbe und Privathaushalten bezeichnet.
[2] Ein Prosumer tritt gleichzeitig sowohl als Produzent als auch als Konsument auf, zum Beispiel von Strom.
[3] In Deutschland läuft ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Projekt zu diesem Thema (http://www.i-share-economy.org/).

fen. Für die Unternehmen geben Treiber und Barrieren Hinweise auf die Bedürfnisse der Städte, die sie in die Produktentwicklung frühzeitig und kundengerecht miteinbeziehen sollten.

Das Ziel dieses Working Papers ist es, Treiber und Barrieren für die Umsetzung des Smart-City-Konzepts aus der Literatur zu identifizieren und diese mit bestehenden Erfahrungen aus der Schweiz, z.B. dem lokalen Smart-City-Prozess in Winterthur, zu vergleichen. Da in der Schweiz die Umsetzung von Smart-City-Prozessen noch am Anfang steht, kann hier von den Erfahrungen aus anderen Ländern profitiert werden. Damit werden Handlungsempfehlungen für die Initiierung und Umsetzung eines Smart-City-Prozesses in der Schweiz abgeleitet. Bisher existiert keine einheitliche Vorgehensweise, wie eine Stadt zu einer Smart City werden kann. Dieses Working Paper leistet somit einen Beitrag dazu, welche Vorgehensweisen im Zusammenhang mit der Umsetzung einer Smart City geeignet erscheinen. Zudem wird aufgezeigt, in welchen Bereichen weiterer Forschungsbedarf besteht.

Folgende Fragen werden untersucht:

- Was wird unter einer Smart City verstanden und wie sieht deren Umsetzung in der Schweiz aus?
- Was sind Treiber und was Barrieren für die Umsetzung einer Smart City bzw. von Smart-City-Projekten in der Schweiz?
- Welche Handlungsfelder und Akteure lassen sich aufgrund der bisherigen Ergebnisse und Erfahrungen identifizieren?

In diesem Artikel stehen in erster Linie die Initiierung und die Umsetzung von Smart-City-Prozessen im Vordergrund. Treiber und Barrieren liessen sich auch noch in anderen Bereichen nachweisen, z.B. bei der Verstetigung und den Veränderungen im System einer Smart City.

Dieser Artikel orientiert sich bei der Analyse weitgehend an den Bereichen, die gemäss Chourabi et al. (Chourabi, Nam, Walker, & Gil-Garcia, 2012) bei der Umsetzung von Smart-City-Initiativen berücksichtigt werden sollten: 1) Management und Organisation, 2) Technologie, 3) Governance (im Smart-City-Prozess), 4) Politischer Kontext, 5) Gesellschaft 6) Ökonomie 7) Infrastruktur und 8) Umwelt.

# 2. Was ist eine Smart City?

Um dem sehr breiten Smart-City-Konzept gerecht zu werden, sind sowohl das Verständnis der Wissenschaft als auch das der Praxis miteinzubeziehen, um darauf aufbauend ein umfassendes Konzept zu präsentieren. Dafür wird zunächst auf die internationale Ebene Bezug genommen. Danach wird auf die Entwicklung und Umsetzung des Smart-City-Konzeptes in der Schweiz eingegangen.

## 2.1. DEFINITION VON SMART-CITY-KONZEPTEN UND IHREN TREIBERN UND BARRIEREN

In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen einer Smart City (siehe Nam & Pardo, 2011 und Giffinger et al., 2007) und  für eine Übersicht). Schlüssel-Aspekte einer Smart City lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Berücksichtigung der wechselnden Bedürfnisse der Bewohner und Bewohnerinnen sowie der Nutzer und Nutzerinnen
- Nutzung von smarten Technologien (v.a. IKT), welche die Infrastruktur miteinander vernetzen
- Verbindung von smarten Wirtschaftsformen, smarten Personen[4], Smart Governance, smarten Mobilitätsformen, smarter Nutzung von natürlichen Ressourcen und hoher Lebensqualität
- Mitwirkung der Bewohner und Bewohnerinnen an Entscheidungen und an der Gestaltung ihrer Smart City

Die folgende Definition von Caragliu et al. (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011) bringt die verschiedenen Aspekte treffend zum Ausdruck:

> «We believe a city to be smart when investments in human and social capital and traditional (transport) and modern (ICT) communication infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance.» (p. 70)

Eine Untersuchung zum Verständnis einer Smart City in der Wissenschaft und in Umsetzungsprojekten in verschiedenen Städten zeigt zwei Ausprägungen von Smart Cities (Moser, Wendel, & Carabias-Hütter, 2014).

Zum einen unterscheiden sich die Ansätze im Grad der Integration von verschiedenen Technologien und Aktionsfeldern und zum anderen im Grad der sozio-technischen Verankerung, d.h. bezüglich der Mitwirkung der Bevölkerung und anderer Stakeholder bei der Entwicklung hin zu einer Smart City.

Die Recherchen zu diesem Artikel haben gezeigt, dass in den betrachteten Umsetzungsprojekten aus der Schweiz, Österreich und Deutschland oftmals die Beteiligung der Bevölkerung fehlt. Dies wird in der wissenschaftlichen Literatur , die sich mit Smart-City-Ansätzen auseinandersetzt, bestätigt. Die Integration der verschiedenen Technologien wird jedoch in fast allen Konzepten betont und auch in der Praxis eher umgesetzt. Es gibt aber auch da Smart-City-Projekte, welche sich nur auf eine Technologie beschränken und keinen integrativen Charakter haben.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung hin zu einer Smart City existieren sehr unterschiedliche Motivationen, Rahmenbedingungen und gesellschaftliche Entwicklungen, welche als Treiber oder Barrieren für die Umsetzung

[4] Der Begriff  «Smart People» ist nicht nur durch einen hohen Ausbildungslevel beschrieben, sondern auch durch die Qualität des sozialen Netzwerks, der Integration ins öffentliche Leben und der Offenheit gegenüber anderen Lebenswelten (Giffinger et al., 2007)

dieses Konzepts wirken können. Eine Einteilung der Treiber und Barrieren auf zwei Ebenen wurde in einer Delphi-Befragung zum Aufbau eines Smart Grid in England erstellt (Xenias et al., 2015). Zum einen werden Treiber und Barrieren aus dem Umfeld erwähnt, welche bei der Entwicklung hin zu einer Smart City als Motivation oder Hinderungsgrund wirken. Dies sind bei den Treibern Herausforderungen wie z.B. der demographische Wandel oder die Verkehrsprobleme der Innenstädte, zu denen Entscheidungsträger Lösungen aus dem Smart-City-Konzept erwarten. Zum anderen werden Treiber und Barrieren aufgezählt, welche den Prozess der Umsetzung beeinflussen können. Eine vertikale Verwaltungsstruktur (bei der jede Einheit weitgehend für sich arbeitet und entscheidet) ist z.B. eher hinderlich für die Umsetzung des Smart-City-Konzepts, das auf Synergiepotentiale durch themenübergreifende Vernetzung setzt. Hingegen wirkt eine klare Führung bzw. ein sich eigenständig koordinierender Verantwortungsbereich im Smart-City-Prozess als Treiber.

## 2.2. SMART CITY IN DER SCHWEIZ

Mit dem Konzept «Smart City Schweiz», das in der Schweiz 2012 eingeführt wurde, liegt ein zukunftsorientiertes Konzept für energiepolitisch fortschrittliche Schweizer Städte und Gemeinden vor, die sich hin zu einer Smart City entwickeln möchten. Konsequenterweise wurde damit das Konzept «Smart City Schweiz» zu einem wichtigen Bestandteil des Programms «EnergieSchweiz für Gemeinden». Das Konzept lehnt sich an die Themenbereiche des Energiestadtprozesses (vgl. Info in der Box) an und kann auf den dort gemachten Erfahrungen aufbauen.

Energiestädte sind Schweizer Städte und Gemeinden, denen aufgrund ihrer überdurchschnittlichen und vorbildlichen Leistungen in der kommunalen Energie- und Umweltpolitik das Label Energiestadt verliehen wurde. Sie setzen auf eine effiziente Nutzung der Ressourcen und fördern erneuerbare Energien sowie eine umweltverträgliche Mobilität. Sie haben damit Vorbildcharakter und sind durch ihre Orientierung an den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft Vorreiter für eine nachhaltige Energiezukunft. Die langfristige Ausrichtung und erfolgreiche Verankerung der nachhaltigen Energie- und Umweltpolitik in der Gemeinde wird durch ein kommunales Qualitätsmanagement und alle vier Jahre durch eine Re-Zertifizierung sichergestellt (EnergieSchweiz, 2015).
Der Energiestadtprozess untersucht den kommunalen energiepolitischen Handlungsspielraum in sechs Themenbereichen: Entwicklungsplanung und Raumordnung, Kommunale Gebäude und Anlagen, Ver- und Entsorgung, Mobilität, interne Organisation sowie Kommunikation und Kooperation.

Die Themenbereiche der Energiestadt wurden für das Smart-City-Konzept weitgehend übernommen und entsprechend den Anforderungen von Smart Cities weiterentwickelt. Für die Weiterentwicklung des Energiestadtprozesses legt das Smart-City-Konzept grossen Wert auf die verstärkte Vernetzung der einzelnen Themenbereiche untereinander: städtische Energie-Masterplanung, smarte Gebäude, Smart Grids und Energieversorgung, intelligente Mobilität, kommunales Management sowie Stakeholder-Prozesse.
Smarte Projekte sollten einen ganzheitlichen Ansatz erfüllen, d.h. sie sollten themen- und ressortübergreifend sein und die verschiedenen Akteure miteinbeziehen.
Beim Projekt «Energiestadt» zeigten sich im Laufe der Entwicklung spezifische Treiber und Barrieren, wie ein Abriss über dessen Entwicklung zeigt (Trägerverein Energiestadt, 2009). Das Projekt «Energiestadt» entstand 1988 im Umfeld von WWF und Schweizerischer Energie-Stiftung (SES) mit dem Ziel, dass Gemeinden und Städte ihre energiepolitischen Möglichkeiten nachhaltig aktivieren. 1991 wurde mit Schaffhausen die erste Energiestadt ausgezeichnet und der Trägerverein Energiestadt gegründet. Dieser verleiht das Label «Energiestadt» und ist im Weiteren für die Qualitätssicherung zuständig. Zeitgleich zur Gründung des Trägervereins wurde auf der politischen Ebene das eidgenössische Programm «EnergieSchweiz 2000» gestartet und das Projekt «Energiestadt» ins Programm aufgenommen. Ende 1995 zählte der Trägerverein neun Energiestädte, d.h. ein wichtiger Treiber bei den ersten Schritten waren engagierte Pilotstädte resp. -gemeinden. Ende 2002 konnten bereits 84 Gemeinden als Energiestädte zertifiziert werden. Wichtige Erfolgsfaktoren bzw. Treiber für diesen steilen Anstieg sind auch die in diesem Zeitraum eingeführten politischen Rahmenbedingungen: Mit 64 Millionen Franken wurde das Investitionsprogramm Energie2000 gestartet (1997), das Parlament verabschiedete das Energiegesetz, die Schweiz unterzeichnete das Kyoto-Klimaschutzprotokoll (1998), das Parlament beschloss das $CO_2$-Gesetz

(1999). Mit dem Programm «EnergieSchweiz für Gemeinden» steht seitdem ein Unterstützungsprogramm für Städte und Gemeinden zur Verfügung, das in vielfältiger Weise Gemeinden und Städte auf dem Weg zur Energiestadt unterstützt: Information, Aktionen, Erfahrungsaustausch, Beratungsangebote sowie Begleitung der Gemeinden und Städte durch Energiestadtberater. 2015 existieren bereits 373 Energiestädte, 31 davon mit der Auszeichnung Gold. Dieser Prozess zeigt seine Wirkung: Der Verbrauch von Brenn- und Treibstoffen, der $CO_2$-Ausstoss sowie der Stromverbrauch reduzieren sich in den Energiestädten deutlich (Trägerverein Energiestadt, 2009). Zurückzuführen ist dies auf das Qualitätsmanagement des Labels Energiestadt, das anhand einer Bestandsaufnahme die Stärken und Schwächen der kommunalen Energiepolitik und -versorgung verdeutlicht und Massnahmen zur Optimierung – insbesondere auch zur Ressourceneffizienz und damit verbunden zu einer Reduktion der Energiekosten – aufzeigt. Der Prozess ist auf kontinuierliche Verbesserung ausgerichtet, bedarf regelmässiger Rückmeldungen der Exekutive und ermöglicht individuelle Handlungsspielräume für die Kommunen.

Im Detailkonzept Energieschweiz 2013-2020 (EnergieSchweiz, 2013) ist auch festgehalten, dass zum jetzigen Zeitpunkt viele Gemeinden ihren energiepolitischen Handlungsspielraum nur ungenügend ausschöpfen. Als Barrieren wurden identifiziert: Informations-, Koordinations- und Weiterbildungsdefizite, fehlender politischer Wille, mangelnde finanzielle Ressourcen, grosser Zeitaufwand für die Umsetzung des energiepolitischen Prozesses auf Gemeindeebene. Besonders ausgeprägt sind diese Hemmnisse bei kleinen Gemeinden.

Mit entsprechend günstigen politischen Rahmenbedingungen (massiver Ausbau des Programms «EnergieSchweiz für Gemeinden») sollen vermehrt Anreize geschaffen und Barrieren abgebaut werden. Ein wichtiges Ziel ist es, dass bis 2020 alle Energiestädte mit mehr als 5‘000 Einwohnern über ein 2000-Watt-Konzept[5], ein Smart-City-Modellprojekt oder ein nachhaltiges Quartier[6] verfügen. «EnergieSchweiz für Gemeinden» unterstützt die Initiative «Smart Cities» mit finanziellen Beiträgen an Modellprojekte, der Organisation des Erfahrungsaustausches und der internationalen Vernetzung von Städten und Gemeinden (EnergieSchweiz, 2013).

Auch für die Umsetzung des Smart-City-Konzepts braucht es Vorreiter – wie es z.B. in der Stadt Winterthur und in anderen Städten (u.a. Basel, St. Gallen, Zürich) mit Pilotprojekten konkretisiert oder geplant ist. Ausserdem ist im Zusammenhang mit der Einführung des Smart-City-Konzepts die Interessensgemeinschaft Smart City gegründet worden, als nationale Plattform für urbane Akteure, die mit dem Smart-City-Ansatz arbeiten wollen. Unter den Akteuren befinden sich Vertreter aus den Bereichen Wirtschaft, öffentliche Hand, Stadtplanung, Energieversorgung, aber auch NGOs, Investoren, Technologieentwickler, Organisationen und weitere Interessierte (Montalvo & Zolliker, 2014).

Für die Schweiz wird im Rahmen des Programms Smart City von «EnergieSchweiz für Gemeinden» eine Definition gemäss P. Richner (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, EMPA) vorgeschlagen: «Eine Smart City bietet ihren Bewohnern maximale Lebensqualität bei minimalem Ressourcenverbrauch dank einer intelligenten Verknüpfung von Infrastruktursystemen (Transport, Energie, Kommunikation etc.) auf unterschiedlichen hierarchischen Stufen (Gebäude, Quartier, Stadt). ‹Intelligent› ist in diesem Zusammenhang nicht automatisch mit ‹IT› gleichzusetzen. Bei ähnlicher Performance sind passive oder selbstregulierende Mechanismen den aktiv geregelten Ansätzen vorzuziehen» (Initiative SCW, n.d.). In Erweiterung zu dieser Definition sollen «Smart-City-Projekte Multi-Stakeholder-Partnerschaften beinhalten, insbesondere unter Einbezug von städtischen Entscheidungsträgern, Dienstleistern aus Gewerbe und Industrie, Bürgern, Forschenden und anderen relevanten Akteuren» (Initiative SCW, n.d.). Eine umfassendere Definition, wie sie z.B. von der «Smart City Winterthur (SCW)» gewählt wird, legt verstärkt Wert auf einen gesamtheitlichen Lösungsansatz, der insbesondere auch gesellschaftliche Themen mit einbezieht: «Wichtig für die Steigerung der Lebensqualität und die Minimierung des Ressourcenverbrauchs ist ein gesamtheitlicher Ansatz, der ein themen- und organisationsübergreifendes Vorgehen erfordert. Intelligente und innovative Lösungen für eine Smart City umfassen sowohl technische als auch soziale, ökologische und wirtschaftliche Entwicklungen» (Initiative SCW, n.d.).

[5] Ein Konzept, welches den Weg aufzeigt wie eine Gemeinde langfristig die Vorgaben einer 2000-Watt-Gesellschaft (http://www.2000watt.ch/) erreichen will.

[6] In einem nachhaltigen Quartier finden sich ökologisch und möglichst energieautarke Bauten, soziale und generationenübergreifende Durchmischung der Bevölkerung sowie ein gut organisierter Langsamverkehr und kurze Wege zu den Angeboten des täglichen Lebens.

# 3. Methodik

Die Grundlagen und Erkenntnisse für dieses Working Paper beruhen einerseits auf einer internationalen Literatur-Studie und Internetrecherchen, andererseits auf Zwischenergebnissen der Delphi-Befragung Smart Cities 2035 (erste und zweite Befragungsrunde) sowie Praxiserfahrungen aus dem Winterthurer Smart-City-Prozess. In einem Workshop wurden zudem erste Handlungsfelder eruiert, die auf den Ergebnissen der Literaturauswertung und dem Vergleich mit der Situation in der Schweiz beruhen.

## 3.1. LITERATUR-STUDIE

Eine Literatur-Studie und Internetrecherchen zu den verschiedenen Vorstellungen und Definitionen einer Smart City in Wissenschaft und Praxis wurden im Frühjahr 2014 durchgeführt (Moser et al., 2014). Dabei wurden die internationale Forschungsliteratur sowie die jeweiligen Datenbanken aus Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Praxis-Projekten zum Thema Smart City ausgewertet.

## 3.2. DELPHI-BEFRAGUNG

Die Delphi-Expertenbefragung ist eine interaktive und iterative «Ideenfindungs-, Meinungsbildungs- und Prognosemethode, welche die Einsichten und Zukunftseinschätzungen ausgewählter Fachleute systematisch erhebt und ausmittelt» (Grupp, 1993). Die Delphi-Methode lässt sich kurz umschreiben als mehrstufige, schriftliche und anonymisierte Befragung von Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Kompetenz und Zugehörigkeit zu einem Expertensektor zugeordnet werden (Dalkey & Helmer, 1963 und Seeger, 1979). Nach jeder Befragungsrunde werden den Experten die anonymisierten Ergebnisse der vergangenen Befragungsrunde vorgelegt mit der Aufforderung zu einer erneuten Einschätzung im Licht der anderen Expertenmeinungen.

Im Herbst 2014 wurde die nationale Delphi-Expertenbefragung Smart Cities 2035 lanciert. Eine Teilnahmeeinladung für die erste Runde wurde an 126 Smart-City-Experten hauptsächlich der IG Smart City[7] verschickt. Insgesamt nahmen 46 Experten (Rücklaufquote: 37%) aus folgenden Bereichen teil: 8 der Öffentlichen Hand (Politik und Verwaltung), 9 von Energieberatung/-planung (inkl. Architekten), 13 aus Forschung und Entwicklung (inkl. Lehre); 7 aus der Energiewirtschaft, 9 aus der IKT-Branche (inkl. Beratung). Nicht vertreten waren Unternehmen ausserhalb der IKT-Branche, z.B. Cleantech-Unternehmen, sowie die Bevölkerung. Die erste Befragungsrunde befasste sich mit den Vorstellungen und Zielen einer Smart City, den ersten Umsetzungsschritten sowie den entsprechenden Treibern und Barrieren. Die zweite Befragungsrunde wendete sich nur noch an die Teilnehmenden aus der ersten Runde und wurde im Herbst 2015 abgeschlossen. Die Rücklaufquote betrug 85% und alle Experten-Bereiche waren wieder in etwa gleich stark vertreten. Es wurden vermehrt Fragen zu konkreten Einflussfaktoren, Massnahmen und Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer Smart City gestellt. Aus den Antworten auf einzelne Vertiefungsfragen liessen sich weitere Informationen zu den Treibern und Barrieren ziehen. Die letzte Befragungsrunde wird im Frühjahr 2016 durchgeführt. Zwischenergebnisse der ersten beiden Runden sind in dieses Working Paper eingeflossen. Die meisten Fragen waren geschlossen und konnten auf einer Skala von 1 (=unwichtig) bis 7 (=sehr wichtig) beurteilt werden. Für die Auswertung wurden Mittelwerte berechnet.

[7] Interessensgemeinschaft (IG) Smart City: Beschreibung siehe Kapitel 4.2.

## 3.3. ERKENNTNISSE AUS PRAXISBEISPIELEN

In der Stadt Winterthur läuft seit April 2013 ein Smart-City-Prozess, in welchem Stakeholder aus Verwaltung, Stadtwerk, Wirtschaft, Forschung und Bund integriert sind. Winterthur vertritt die Schweiz in der «D-A-CH-Kooperation Energieeffiziente Stadt»[8] und profitiert vom Erfahrungsaustausch mit anderen Ländern und ähnlichen Städten.

Die Autoren dieses Working Papers sind aktiv in diesen Smart-City-Prozess eingebunden. Sie sind einerseits Teil der Kerngruppe und wirken andererseits als Teilprojektleiter der ersten Umsetzungsprojekte. Aus den Erfahrungen in diesem Prozess und in den Umsetzungsprojekten lassen sich ebenfalls Treiber und Barrieren für Smart-City-Projekte ableiten, welche in diesem Paper miteinbezogen werden.

[8] D-A-CH-Kooperation bedeutet eine Zusammenarbeit von Vertretern der drei Länder Deutschland (D), Österreich (A) und Schweiz (CH). Diese trinationale Zusammenarbeit erfolgt in diesem Projekt zwischen den Städten Karlsruhe (Deutschland), Salzburg (Österreich) und Winterthur (Schweiz). Ziel ist es, durch einen regelmässigen Erfahrungsaustausch gegenseitig voneinander zu lernen und innovative Projekte sowie Ideen zur Energieeffizienz in Städten zur Umsetzung zu führen.

# 4. Resultate

Die Ergebnisse in diesem Kapitel beruhen einerseits auf einer internationalen Literaturrecherche, welche im Rahmen des Wissensaufbaus zur Umsetzung einer Smart City und zu den entsprechenden Treibern und Barrieren durchgeführt wurde, und andererseits auf den Erkenntnissen der erwähnten Delphi-Studie sowie des Winterthurer Smart-City-Prozesses (SCW). Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 (Treiber) und 2 (Barrieren) zusammengefasst. In diesen Tabellen wird jeweils aufgezeigt, welche Treiber bzw. Barrieren in welchen Quellen (Literaturrecherche, Delphi-Befragung, Erfahrungen aus dem Winterthurer Prozess) aufgetreten sind.

## 4.1. TREIBER BEI DER UMSETZUNG EINER SMART CITY

Die Treiber in Tabelle 1 sind gemäss (Chourabi et al., 2012) kategorisiert nach den Bereichen: Management und Organisation, Technologie, Governance (im Smart-City-Prozess), Politischer Kontext, Gesellschaft, Ökonomie, Infrastruktur, und Umwelt. Ausserdem sind Akteure aufgeführt, die als wichtige Treiber im Smart-City-Prozess wirken.

Die meisten Treiber sind dem Bereich Ökonomie und Umwelt zuzuordnen.

Ausgehend von der Delphi-Befragung und dem Smart-City-Prozess werden im Folgenden die Ergebnisse beschrieben und mit den Ergebnissen aus der Literaturrecherche verglichen.

**Tabelle 1**: Treiber von Smart-City-Prozessen. Die identifizierten Treiber sind nach Relevanzeinschätzung der Delphi-Experten und nach Quellen (internationale Literaturrecherche; Delphi-Befragung; Erfahrungen aus Winterthur) geordnet aufgeführt. In (): Spezifizierung des Treibers, Quellen: [1]: Correia & Wünstel, 2011, [2]: Hernandez-Muñoz et al., 2011, [3]: Schaffers et al., 2012, [4]: Budde, 2014, [5]: Caragliu et al., 2011, [6]: Mortensen et al., n.d., [7]: Hospers, 2012, [8]: Yovanof et al., 2009, [9]: Schieferdecker, 2011, [10]: Ronay & Egger, 2014, [11]: Moser et al., 2014, [12]: Bach & Schütz, 2011, [13]: Zucker eta al., 2012)

| | Identifizierte Treiber | Literatur-recherche | Delphi-Befragung | Erfahrungen aus Winterthur |
|---|---|---|---|---|
| Management und Organisation | Neue Möglichkeiten durch Synergien/Vernetzung | | ♦ | ● (SCW Zusammenarbeit Akteure) |
| Technologie | Gesundheit-Services und Assisted Living | [1] | | |
| | Verbesserung der Services der Stadtverwaltung für die Bewohner und die Unternehmen | [1, 2, 3, 4, 5] | ♦ | ● (bedarfsgerecht und bürgernah) |
| Governance | Partizipative Stadtplanung ermöglichen | [3, 4] | ♦ | ● (SCW-Teilprojekt "Smartes Sanieren") |
| Politik | Vorteilhafte politische Rahmenbedingungen | | ♦ | ● (SCW Unterstützung Stadtrat) |
| Gesellschaft | Bevölkerungswachstum (zunehmende Bevölkerungsdichte im urbanen Raum) | [6] | ♦ | |
| | Lebensqualität erhöhen | [7, 4] | ♦ | ● |
| | Wissensgesellschaft aufbauen | [8, 6] | | ● (attraktiver Forschungsstandort) |
| Ökonomie | Kosteneffizienz | | ♦ | |
| | Wettbewerbsfähigkeit | | ♦ | |
| | Neue Geschäftsmöglichkeiten | [8, 9] | ♦ | ● (v.a. für Stadtwerk) |
| | Attraktivität für Investoren erhöhen | [10] | ♦ | |
| | ICT-Entrepreneurship ermöglichen | [2, 3, 11] | | |
| Infrastruktur | Senkung der Infrastrukturkosten | [12] | | ● (effiziente Infrastruktur) |
| | Wirtschaftliche Vorteile durch gute Infrastruktur (Marketingzwecke) | [8, 10] | ♦ | |
| | Verkehrsprobleme | [11] | | ● (DACH-Themenbereich Mobilität) |
| Umwelt | Senkung der CO2-Emissionen (Klimawandel) | [6] | ♦ | ● (Energiekonzept 2050) |
| | Erhöhung der Energieeffizienz | [13] | | ● (Energiekonzept 2050) |
| | Ressourceneffizienz | [7] | ♦ | ● |
| Akteure | Gemeinde | | ♦ | ● |
| | Stadtwerke, EVU | | ♦ | ● (u.a. Förderprge., z.B. Klimafonds) |
| | Innovative Unternehmen | | ♦ | ● |
| | Hochschule | | | ● (DACH-Themenbereich F&E) |

In der ersten Runde der Delphi-Befragung wurde explizit nach Treibern gefragt, die den Transformationsprozess zu einer Smart City begünstigen können. Die Antworten wiesen eine grosse Schwankungsbreite auf. Es zeigt sich jedoch folgende Tendenz:

Nahezu alle vorgegebenen Treiber (ausser zwei) sind im Durchschnitt mit einem Mittelwert[9] zwischen 4.2 und 5.9 von den Experten als eher wichtig bis wichtig eingeschätzt worden. Als die wichtigsten Treiber wurden benannt:

- Ressourcen- und Kosteneffizienz (5.9)
- innovative Unternehmen (5.7)
- Ressourcenknappheit (5.4)
- Steigerung der Lebensqualität(5.1)
- zunehmende Bevölkerungsdichte im urbanen Raum (5.1)
- Wettbewerbsfähigkeit (5.0)
- neue Möglichkeiten durch Synergien / Vernetzung (5.0)

Eine spezifische Auswertung – insbesondere auf der Ebene der einzelnen Akteursgruppen – hat gezeigt, dass die Treiber von allen befragten Gruppen als gleichermassen wichtig erachtet werden, auch jene, die im Smart-City-Konzept an Bedeutung gewonnen haben, wie z.B. die IKT-Vernetzung, Lebensqualität und Partizipation. In der Delphi-Befragung wurde in den offenen Fragen betont, dass politische Rahmenbedingungen eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung von Städten hin zu Smart Cities sind. Dabei ist vor allem angemerkt worden, dass die Führung des Prozesses bei der Stadt/Gemeinde liegen und diese die Rahmenbedingungen und Ziele unter Einbezug der anderen Akteure vorgeben soll. Im Zusammenhang mit den fehlenden politischen Rahmenbedingungen und der Stadt als wichtigstem Akteur wurden folgende Aspekte als besonders wichtig beurteilt (Mittelwerte zwischen 4 und 5 auf einer Skala von 1(=unwichtig) – 5 (=sehr wichtig):

[9] Die Skala lag zwischen 1 (=unwichtig) und 7 (=sehr wichtig).

- Wahrnehmen der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand (Verstärkte Beteiligung an Smart-City-Projekten) (4.3)
- Aufgabe Städte/Gemeinden: Zusammenarbeit der wichtigsten Akteure in Smart-City-Projekten sicherstellen (Führung und Koordination von entsprechenden Gremien) (4.2)
- Aufgabe Städte/Gemeinden: Bürokratische Hindernisse abbauen / Aufwände minimieren durch Optimierung der Verwaltungsabläufe (4.2)
- Aufgabe Städte/Gemeinden: Akzeptanz von Smart-City-Projekten sicherstellen durch umfangreiche Informations- und Kommunikationskampagnen für die Bevölkerung (4)
- Aufgabe Städte/Gemeinden: Aktiven Einbezug der Bevölkerung in Smart-City-Projekte sicherstellen (Diskussionsplattformen, Teilnahme in entsprechenden Gremien) (4)

Die Experten erwarten, dass Smart-City-Projekte einen Beitrag zur Kosten- und Ressourceneffizienz von Städten leisten können. Als wichtigste Akteure wurden die Städte und Gemeinden (Politik und Verwaltung) genannt. Weiter wurden innovative Unternehmen, Stadtwerke/EVU und IT-Projektteams, die sich mit neuen Märkten befassen, als wichtige Treiber für die Initiierung und Umsetzung von Smart-City-Projekten angesehen. Die meisten der befragten Experten sind der Meinung, dass die Führung dieses Prozesses die Gemeinde/Stadt oder ein Gremium mit Vertretern aller Interessensgruppen wahrnehmen sollte. Um den Entwicklungsprozess hin zu einer Smart City anstossen zu können, werden zwei Aspekte als besonders wichtig erachtet: das Zusammenführen aller relevanten Entscheidungsträger sowie die Umsetzung von Pilot- und Modellprojekten zur Nachahmung.
Dieser Weg wurde auch im Smart-City-Projekt der Stadt Winterthur mit Unterstützung des Bundesamts für Energie (BFE) eingeschlagen: Ein Gremium aus Akteuren der Verwaltung, von Stadtwerk, eines Wirtschaftsclusters sowie der lokalen Hochschule ZHAW und des Bundes wurde gegründet, welches nun mit finanzieller Unterstützung des BFE sowie der Stadt Winterthur und der ZHAW drei Pilotprojekte umsetzt.

Als weitere Treiber zeigen sich in der Literaturrecherche (siehe Tab. 1) der Standortwettbewerb (z.B. Attraktivität für Investoren erhöhen, gute Infrastruktur), die demographische Alterung in den Städten und das Bedürfnis nach spezifischen Dienstleistungen für ältere Personen (z.B. Assisted Living[10]), aber auch die grundsätzliche Verbesserung der Dienstleistungen der Stadtverwaltung für die Bewohner und Unternehmen. Der Standortwettbewerb zwischen Städten ist in der wissenschaftlichen Literatur ein umstrittenes Thema, zu dem es verschiedene Ansichten gibt. Beispielsweise wird in der Literatur kontrovers diskutiert, ob Diversität oder Spezialisierung besser für die Innovationskraft und damit langfristig förderlicher für das wirtschaftliche Wachstum einer Stadt ist (Feldman & Audretsch, 1999). Da die Umsetzung von Smart-City-Projekten Auswirkungen auf nahezu alle Bereiche einer Stadt hat, wird auch die Aussenwirkung und somit der Wettbewerb mit anderen Städten entscheidend von Smart-City-Aspekten mitbestimmt. Dieser Umstand wird von der heutigen wissenschaftlichen Literatur als Anlass genommen, um Smart-City-Projekte gezielt auf ihre Effekte auf den Standortwettbewerb mit anderen Städten zu untersuchen (Anthopoulos & Fitsilis, 2014).

## 4.2. BARRIEREN IN DER UMSETZUNG EINER SMART CITY

Die Barrieren in Tabelle 2 sind ebenfalls gemäss (Chourabi et al., 2012) kategorisiert nach den Bereichen: Management und Organisation, Technologie (kommt jedoch bei den hier identifizierten Barrieren nicht vor), Governance (im Smart-City-Prozess), Politischer Kontext, Gesellschaft, Ökonomie, Infrastruktur und Umwelt (kommt jedoch bei den hier identifizierten Barrieren nicht vor). Akteure, welche als Barrieren wirken, wurden nicht identifiziert. Die meisten Barrieren sind den Bereichen Politik und Ökonomie zuzuordnen.

Ausgehend von der Delphi-Befragung und dem Smart-City-Prozess SCW werden im Folgenden die Ergebnisse beschrieben und mit den Ergebnissen aus der Literaturrecherche verglichen.

In der ersten Runde der Delphi-Befragung wurde ebenfalls explizit nach Barrieren gefragt, die den Umsetzungsprozess zu einer Smart City gefährden oder verzögern könnten. Bei den Expertenantworten herrschte eine gros-

[10] Auf Deutsch: Altersgerechte Assistenzsysteme für ein selbstbestimmtes Leben.

se Schwankungsbreite vor. Folgende Tendenzen lassen sich aber erkennen: Generell wurden alle vorgegebenen Barrieren mit einem Mittelwert[11] zwischen 4.2 und 5.4 als eher wichtig bis wichtig bewertet.

Als wichtigste Barrieren wurden genannt:

- Fehlende politische Rahmenbedingungen (5.4)
- Geldgeber zögern mit Investitionen (5.4)
- Kein Konsens zwischen den Parteien (5.1)
- Wirtschaftlichkeit ist nicht gewährleistet (5.0)
- mangelnde Akzeptanz bei der Bevölkerung (4.9)
- Mehrwert wird nicht ersichtlich (4.8)

Des Weiteren wird noch auf die Komplexität der Technik, die fehlende Infrastruktur und auf einen unzureichenden Datenschutz, aber auch auf die Überforderung der Bevölkerung verwiesen, welche der Realisierung einer Smart City im Weg stehen.

[11] Die Skala lag zwischen 1 (=unwichtig) und 7 (=sehr wichtig).

**Tabelle 2**: Barrieren von Smart-City-Prozessen. Die identifizierten Barrieren sind nach Relevanzeinschätzung der Delphi-Experten und nach Quellen (internationale Literaturrecherche; Delphi-Befragung; Erfahrungen aus Winterthur) geordnet aufgeführt. In (): Spezifizierung der Barriere, Quellen: [1]: Correia & Wünstel, 2011, [4]: Budde, 2014, [5]: Caragliu et al., 2011, [9]: Schieferdecker, 2011, [14]: Cho, 2012

| | Identifizierte Barrieren | Literatur-recherche | Delphi-Befragung | Erfahrungen aus Winterthur |
|---|---|---|---|---|
| Management und Organisation | Kein Konsens zwischen den Parteien | | ♦ | |
| | Reduzierter Blickwinkel der Spezialisten | [4, 9] | | |
| Governance | Vertikale Verwaltungsstrukturen | | | ● (Überwindung mit SCW) |
| | Fehlender integrativer Ansatz | [5, 1] | | |
| Politik | Fehlende politische Rahmenbedingungen | | ♦ | ● (war am Anfang ein Risiko für SCW Initiative) |
| | keine Themenführer zum Thema Smart City | [4] | | |
| | Föderalistische Strukturen | [9] | | |
| Gesellschaft | Mangelnde Akzeptanz bei der Bevölkerung | | ♦ | |
| | Einbezug der Bevölkerung wird gescheut | | | ● |
| Ökonomie | Geldgeber zögern mit Investitionen | | ♦ | |
| | Die Wirtschaftlichkeit ist nicht gewährleistet | | ♦ | |
| | Mehrwert ist nicht ersichtlich | | ♦ | |
| Infrastruktur | Fehlende Standardisierung von IT-Schnittstellen | [1, 14] | | |
| | Integration von Sicherheits- und Privatsphären-Mechanismen (Angst vor Verlust) | [1, 9] | ♦ | |

Die Auswertung auf Ebene Akteursgruppen hat gezeigt, dass die Barrieren von allen als gleichermassen wichtig angesehen werden.

In der zweiten Delphi-Befragungsrunde wiesen die Experten darauf hin, dass für die Umsetzung von Smart-City-Projekten die öffentliche Hand sich insbesondere im Rahmen der Wahrnehmung ihrer Vorbildfunktion aktiv an Smart-City-Projekten beteiligen sollte. Dies ist im Zusammenhang mit den als Barrieren wahrgenommen fehlenden politischen Rahmenbedingungen ein wichtiger Hinweis.

Ein fehlender integrativer Ansatz lässt sich bei der Projektidee wie auch bei der Projektumsetzung feststellen. Dies geht aus der Literatur und den empirischen Daten hervor (Moser et al., 2014). Als Grund dafür wird ein eingeschränkter Blickwinkel der Spezialisten, welche nicht in horizontalen Strukturen und über Disziplinen hinweg denken, genannt.

In städtischen Verwaltungen ist das abteilungsorientierte Denken noch stark verankert, was für den integrativen Charakter des Smart-City-Konzeptes nicht förderlich ist. Auf einer übergeordneten Ebene kann auch das föderalistische System mit der strikten Aufgabentrennung zwischen Bund, Bundesländern und Gemeinden ein koordiniertes Vorgehen behindern, wie in einer deutschen Studie (Schieferdecker, 2011) bemerkt wird. Allerdings zeigt in der Schweiz das Programm EnergieSchweiz eher das Gegenteil. Auch ein fehlender Themenführer im Thema Smart City kann die Initiierung von Projekten gemäss Budde (Budde, 2014) behindern. In einem vernetzten Thema, wie es bei Smart-City-Projekten der Fall ist, ist oft nicht klar, wo das Projekt anzusiedeln ist. Daher ist die personelle Verantwortlichkeit auch nicht per se geregelt und kann ein Hindernis darstellen.

Die innovative Anwendung von Informationstechnologien birgt bei der Umsetzung auch Risiken, die als Barrieren auftreten können. So werden in der Literatur (Correia & Wünstel, 2011 und Cho, 2012 und Schieferdecker, 2011) folgende Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Smart-City-Projekten genannt: mangelnde Integration von Si-

cherheitsaspekten, der fehlende Schutz der Privatsphäre sowie eine fehlende Standardisierung von IT-Schnittstellen (beispielsweise bei Protokollen und Plattformen).

Die Erfahrungen in Winterthur weisen zudem darauf hin, dass der Einbezug der Bevölkerung – als ein wichtiges Merkmal eines Smart-City-Prozesses – manchmal gescheut wird, weil Projektbeteiligte befürchten, falsche oder zu grosse Erwartungen bei den Bewohnern zu wecken.

# 5. Diskussion

Die Vorstellungen und Definitionen einer Smart City sind sehr unterschiedlich. Doch die Auswertungen der wissenschaftlichen Literatur und der Praxisbeispiele stimmen darin überein, dass die Integration von verschiedenen Technologien und Aktionsfeldern sowie die sozio-technische Verankerung zentral sind. Besonders die gesellschaftliche Perspektive wird betont: sowohl der Fokus auf die Lebensqualität als auch die Einbindung der Bewohnerinnen und Bewohner scheinen zentral für die erfolgreiche Realisierung einer Smart City zu sein.

Auch das Konzept «Smart City Schweiz» und der Smart-City-Prozess in Winterthur verknüpfen in einer ganzheitlichen Sichtweise die intelligente Verbindung von Infrastruktursystemen mit der Einbindung relevanter Stakeholder, um den Bewohnern einer Smart City maximale Lebensqualität bei minimalem Ressourcenverbrauch ermöglichen zu können. Diese Sicht wird auch von den befragten Experten geteilt. Im Zusammenhang mit der idealerweise verstärkten Partizipation der Bevölkerung besteht zurzeit noch Handlungsbedarf in der schweizerischen Herangehensweise.

Die identifizierten Treiber (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1) sind sehr unterschiedlich. Sie bestehen zum einen aus den aktuellen Herausforderungen, mit denen sich Städte konfrontiert sehen, sowie den Entwicklungsbestrebungen in verschiedenen Bereichen. Als Treiber wirken konkrete Akteure und Entscheidungsträger, aber auch Standortfaktoren (wie z.B. der Wettbewerb mit anderen Städten und Gemeinden). Da Smart City als Problemlösungsansatz zu verstehen ist, können neue Technologien, einzelne Akteure, die demographische Entwicklung oder auch gegenwärtige Probleme einer Stadt Treiber für Smart-City-Projekte sein. Bei den aktuellen Herausforderungen finden sich vor allem Treiber der Bereiche Ökonomie, Gesellschaft, Umwelt und Infrastruktur, während sich Entwicklungsbestrebungen in allen Bereichen finden.

Viele Treiber und Barrieren, die schon vom Energiestadtprozess (vgl. Kap. 3.2) her bekannt sind, finden sich auch bei der Umsetzung zu einer Smart City wieder. Dies betrifft insbesondere den bei der Delphi-Befragung genannten wichtigsten Treiber, namentlich die Ressourcen- und Kosteneffizienz, sowie die wichtigste Barriere der fehlenden politischen Rahmenbedingungen bzw. den damit verbundenen Treiber der günstigen politischen Rahmenbedingungen.

Darüber hinaus werden Treiber aus dem Energiestadtprozess, wie zum Beispiel innovative Unternehmen und die Steigerung der Lebensqualität, von den beteiligten Experten verstärkt betont. Zusätzlich neu ins Blickfeld gerückte Treiber sind: die zunehmende Bevölkerungsdichte im urbanen Raum, die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen sowie die neuen Möglichkeiten, die durch Synergien und Vernetzung entstehen können.

In diese Richtung gehen auch Projekte wie «Morgenstadt», das von der Fraunhofer-Gesellschaft 2012 lanciert wurde. Smart Cities sind in deren Verständnis organisatorisch, technologisch und sozial so innovativ, dass sie nachhaltig wachsen können[12].

Von Interesse ist, wie die einzelnen befragten Akteursgruppen (Öffentliche Hand, Energieberatung/-planung, F&E, Energiewirtschaft, IKT) die Wichtigkeit der jeweiligen Treiber beurteilten. Dabei hat sich gezeigt, dass alle Akteursgruppen nicht nur Treiber, die ihr eigenes Arbeitsfeld betreffen, als wichtig bewerteten, sondern auch Treiber aus dem gesamtheitlichen Umfeld als gleichermassen wichtig einstuften. So wurden z.B. vom IKT-Sektor die Treiber «neue Möglichkeiten durch Synergien / Vernetzung» sowie der «Wunsch, die Lebensqualität zu steigern», als tendenziell gleich wichtig erachtet. Dies ist, in Anbetracht dessen, dass das Konzept Smart City erst seit 2012 vorliegt, nicht selbstverständlich, aber unter Berücksichtigung, dass die meisten Befragten der IG Smart City Schweiz angehören und somit zu den Smart-City-«Pionieren» in der Schweiz zählen, nachvollziehbar.

Als wichtigste Barrieren für die Umsetzung wurden die fehlenden politischen Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer Smart City genannt, und dies zeigte sich zu Beginn auch im Prozess «Smart City Winterthur». Da die

[12] Siehe: www.morgenstadt.de/ [5.2.2016].

Stadtverwaltung eine zentrale Rolle in der Initiierung und Führung des Prozesses einnimmt, ist die politische Unterstützung durch den Stadtrat eine grundsätzliche Voraussetzung, damit die Verwaltung legitimiert ist, diesen auch umzusetzen.

Beim Vergleich der internationalen Ergebnisse (Literatur-Recherche) mit denjenigen aus der Schweiz (Delphi-Befragung und Smart-City-Prozess in Winterthur) fällt auf, dass die meisten Treiber und Barrieren in beiden Kontexten vorhanden sind, wobei in der Schweiz die technischen Aspekte (bisher) eher weniger betont werden. Bei den Treibern werden Verkehrsprobleme und Gesundheits-Dienstleistungen im Schweizer Kontext nicht vordringlich genannt, wohingegen die Kosteneffizienz und die politischen Rahmenbedingungen in der internationalen Literatur weniger betont werden. Letztere werden auch bei den Barrieren nur in der Schweiz ersichtlich. Offenbar sind diese für die Umsetzung in der Schweiz besonders wichtig. In der Schweiz werden zusätzlich zu den Barrieren, die auch in der internationalen Literatur vorkommen, vor allem Barrieren im Zusammenhang mit Entscheidungsträgern und anderen Akteuren genannt: fehlende Investoren, fehlende Akzeptanz bei der Bevölkerung, vertikale Strukturen in der städtischen Verwaltung und kein Konsens zwischen den Parteien. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass in der Schweiz bereits Erfahrungen aus konkreten Bestrebungen für die Umsetzung einer Smart City eingeflossen sind. Zudem spielen die politischen Strukturen in der Schweiz eine Rolle: Durch die demokratischen Möglichkeiten, ein Referendum zu erwirken oder einen Rekurs einzulegen, haben die Bevölkerung und damit indirekt auch andere Akteursgruppen (insbesondere Verbände) wesentlich mehr Einfluss als in anderen Staaten.

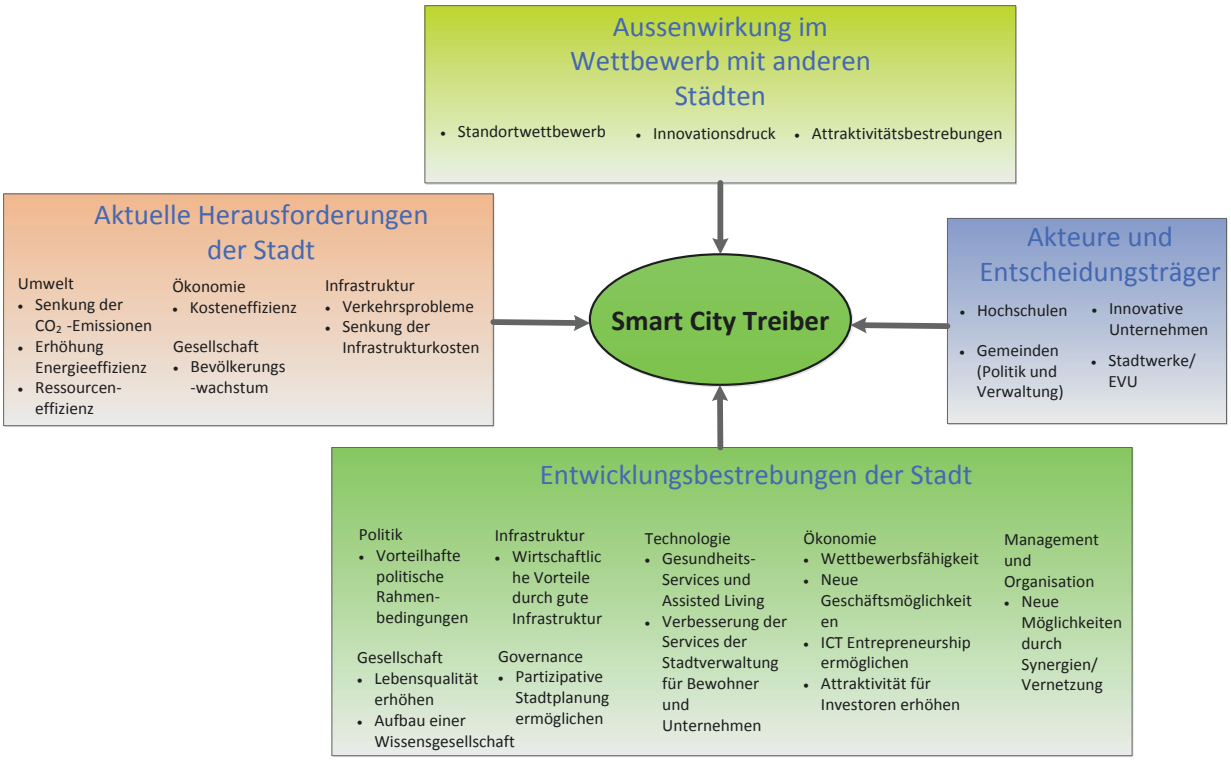


**Abbildung 1**: Übersicht und Einteilung der identifizierten Treiber für eine Smart City in den Kategorien: Aktuelle Herausforderungen der Stadt, Akteure und Entscheidungsträger, Aussenwirkung im Wettbewerb mit anderen Städten und Entwicklungsbestrebungen der Stadt

# 6. Ansätze für die Zukunft – Handlungsempfehlungen

Ausgehend von identifizierten Treibern und Barrieren bei der Transformation von Städten zu Smart Cities werden nachfolgend Handlungsfelder und konkrete Massnahmen zur Realisierung von Smart Cities vorgeschlagen. Ziel ist es auch, Akteure zu benennen.

Die Grundlagen für die Ausführungen bilden in erster Linie die qualitativen Ergebnisse der Delphi-Befragung und die Ergebnisse aus einem internen Workshop.

Als Handlungsfelder wurden folgende Themen eruiert:

1. Vernetzung, Koordination und Zusammenarbeit;
2. Stadtplanerische Arbeiten / Neubauten;
3. Akzeptanz schaffen / Kommunikation;
4. Umgang mit Daten / Datensicherheit / Datenschutz;
5. Einbindung der Bevölkerung;
6. Rahmenbedingungen und gesellschaftliche Herausforderungen.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die Handlungsfelder, die Akteure und die bisher identifizierten Massnahmen aufgeführt.

**Tabelle 3**: Eruierte Handlungsfelder und korrespondierende Handlungsempfehlungen der einzelnen Akteure

| | **Handlungsempfehlungen pro Akteur** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Stadt/Gemeinde** | **Wirtschaft/ Unternehmen/ Verbände** | **Bevölkerung** | **Staat** | **Hochschulen** |
| **Vernetzung, Koordination und Zusammenarbeit** | ➢ Einrichtung einer Fachstelle (oder eines Kernteams) zur Förderung der Vernetzung und departements-übergreifenden Zusammenarbeit<br>➢ Begleitung von Projekten während der Ideenfindungs-, Planungs-, Anfangs- und Umsetzungsphase unter Einbezug eines Gremiums der wichtigsten betroffenen Akteure<br>➢ Kompetente Partner aus Industrie und Forschung zusammenbringen und einbinden (in Fachstelle oder Kernteam)<br>➢ Regelmässig Erfahrungsaustausch mit anderen Städten, die auch Energiestadt-/ Smart-City-Projekte haben, um funktionierende Elemente adaptieren zu können<br>➢ Neue Innovationsplattformen schaffen und mit langfristigen Partnerschaften von Stadtverwaltung, öffentlichen Institutionen (u.a. Hochschulen), privatwirtschaftlichen und privaten Akteuren den zentralen Herausforderungen in den Städten begegnen | ➢ Inhaltliches und zeitliches Engagement von kompetenten Partnern | ➢ kreative Beteiligung von betroffenen Bevölkerungsgruppen | ➢ Förderung Austausch Energiestadt-/ Smart-City-Projekte | ➢ Inhaltliches und zeitliches Engagement von kompetenten Partnern |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Stadtplanerische Arbeiten/Neubauten** | ➢ Stadt als Vorbild: Bei Neubauten/ stadtplanerischen Arbeiten/ öffentlichen Gebäuden Smart-City-Kriterien berücksichtigen. Zum Beispiel: integrierte Energieversorgung, smarte Mobilitätsformen<br>➢ Dichtere Wohnformen (u.a. Mehrgenerationenhäuser) bei der Raumplanung berücksichtigen<br>➢ Planungssicherheit schaffen in Bezug auf Smart-City-Komponenten (z.B. Smart Grid), aber auch Freiräume für neue Ideen zulassen<br>➢ Intelligente Verkehrsplanung unterstützen (z.B. Touch-Screens an Bushaltestellen, Live-Verfolgung des ÖV per Smartphone) | ➢ Vernetzte Systeme bzgl. Mobilität, Energieversorgung, Entsorgung, etc. entwickeln/ anbieten<br>➢ Angebot von Smart-City-Lösungen | ➢ Bedürfnisse in einer frühen Planungsphase einbringen<br>➢ Nachfrage nach Smart-City-Lösung | ➢ Smart-City-Kriterien in Bauvorgaben von öffentlichen Gebäuden verankern | ➢ Inhaltliches und zeitliches Engagement von kompetenten Partnern |
| **Akzeptanz schaffen / Kommunikation** | ➢ Informationen und Kommunikation zu Smart City verstärken, Begleitung von Projekten mit einer transparenten Informations- und Kommunikationskampagne für die Bevölkerung (z.B. Bürgerrunden)<br>➢ Errichtung von Modell- und Pilotprojekten (gute Beispiele zur Nachahmung)<br>➢ Smart-City-Vorzeigeprojekte öffentlichkeitswirksam kommunizieren und im übergreifenden Kontext von Smart City einbetten<br>➢ Horizontale Kommunikation zwischen Departementen verbessern und gleichzeitig klare Verantwortlichkeiten für Smart-City-Initiativen schaffen | ➢ Pilotprojekte in Zusammenarbeit mit Stadt/ Hochschulen durchführen | ➢ Aktive Beteiligung in Bürgerrunden, Informationsveranstaltungen | ➢ Pilotprojekte unterstützen und überregional kommunizieren | ➢ Pilotprojekte in Zusammenarbeit mit Stadt/ Unternehmen durchführen |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Umgang mit Daten / Datensicherheit / Datenschutz** | ➢ Einführung von umfangreicheren Datenschutz - bzw. Datennutzungsrichtlinien zum Schutz vor persönlichen Einschränkungen und Hackerangriffen.<br>➢ Klare Regelung, dass die Daten durch die öffentliche Hand gesammelt und zur Verfügung gestellt werden unter Einhaltung von Datenschutzrichtlinien ➔ Fachpersonen stehen als Ansprechpartner zur Verfügung<br>➢ Speicherungskapazitäten, Verschlüsselung / Übertragung von Daten flächendeckend gewährleisten<br>➢ Kompatibilität von IT über die Standardisierung von Geräten und Datenformaten erhöhen ➔ Mandat für zentrale Stelle | ➢ Innovationen in den Bereichen Datensicherheit und Standardisierung von Geräten<br>➢ Komplexe Systemlösungen für die Nutzer einfach halten<br>➢ Angebot von Smart-City-Lösungen | ➢ Hilfestellungen zur Lösungsfindung<br>➢ Nachfrage nach Smart-City-Lösung | ➢ Nationale Richtlinien bzgl. Datenschutz weiterentwickeln<br>➢ Forderung standardisierter Lösungen | ➢ Forschung zum Thema Datensicherheit / Standardisierung / Internet of Things<br>➢ Forschung zum Thema Speicherkapazität/ Standardisierung |
| **Einbindung der Bevölkerung** | ➢ Möglichkeiten für Bürger schaffen, damit sie ihre Ideen von „Smartness“ einbringen können und in die Planung von Projekten miteinbezogen werden (z.B. Foren, Ideenwettbewerb)<br>➢ Aktiver Einbezug der Bevölkerung (konkrete Zielgruppen) bei der Umsetzungsphase in Begleitgruppen und Gremien, evtl. Mitspracherecht einräumen<br>➢ Einbezug der jüngeren Generation durch Schaffung von Kreativräumen ohne überhöhte Regelungsdichte | ➢ Angebot von Smart-City-Lösungen | ➢ Eigenständige Initiierung von Projekten (z.B. Bürgerprojekte, Projektpartnerschaften mit Unternehmen) | | ➢ Angebot von Smart-City-Lösungen |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Rahmenbedingungen** | ➢ Wahrnehmen der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand (verstärkte Beteiligung an Smart-City-Projekten)<br>➢ Beitrag von Smart-City-Prozessen / -Projekten zur Erreichung politischer Ziele, wie z.B. die 2000-Watt-Gesellschaft, aufzeigen<br>➢ Zusammenarbeit der wichtigsten Akteure in Smart-City-Projekten sicherstellen (Führung und Koordination von entsprechenden Gremien); Bürokratische Hindernisse abbauen / Aufwände minimieren durch Optimierung der Verwaltungsabläufe<br>➢ Unterstützung von Investoren bei innovativen Geschäftsmodellen (finanziell, Beratung), evtl. steuerliche Anreize für Unternehmen, die sich mit ihren Produkten und Dienstleistungen an den Zielen einer Smart City orientieren (Ideenwettbewerb KMU, wettbewerbliche Ausschreibungen)<br>➢ Innovation als Leitgedanke stärker in Stadtverwaltungen integrieren | | ➢ Teilnahme an Diskussionsplattformen, Gremien | ➢ Controlling der Entwicklung von Smart-City-Projekten hinsichtlich ihrer Zielsetzungen<br>➢ Festlegen von Richtlinien für Ausschreibungen | |
| **Gesellschaftliche und soziale Herausforderungen** | ➢ Berücksichtigung der demographischen Struktur der Bevölkerung; kulturelle Unterschiede; Sensibilisierung der Bevölkerung für neue IKT-Technologien (z.B. können sie Alltagsaufgaben übernehmen)<br>➢ Einbezug von Personen, die bisher kein Internet / Smartphone nutzen (Digital Divide: Digitale Spaltung verhindern)<br>➢ Suffizienzstrategien erarbeiten und umsetzen<br>➢ Auf die Mobilitätsbedürfnisse der Bevölkerung eingehen | | ➢ Bedürfnisse einbringen | | ➢ Forschung zu Suffizienz, Mobilität, Digital Divide und demographischem Wandel |
| **Diverses** | ➢ Forschung zu Smart Cities and Regions (u.a. zu smarter Mobilität) ermöglichen | ➢ Forschung vorantreiben | ➢ Teilnahme an Forschungsprojekten | ➢ Forschung fördern | ➢ Forschung zu intelligenten Mobilitätsformen durchführen |

# 7. Forschungsbedarf

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Austausch und Zusammenarbeit der verschiedenen Themenbereiche von Smart City (siehe Kap. 3.2) sowie zwischen Wissenschaft und lokalen Praxispartnern, aber auch die konvergente Nutzung von Technologien und sozialer Innovation für die Umsetzung des Smart-City-Konzepts im Zentrum stehen. Insbesondere wird die Zusammenführung der relevanten Entscheidungsträger sowie die Errichtung von Modell- und Pilotprojekten betont. Bisher liegen noch kaum Erkenntnisse darüber vor, inwiefern sich diese Massnahmen auf die Initiierung und Realisierung von Projekten auswirken. Mit einem Aktionsforschungsansatz[13], bei dem Projektteilnehmer von Smart-City-Projekten sowohl Forschende als auch Projektausführende sind, könnten neue Erkenntnisse zum Prozess der Zusammenarbeit gewonnen werden. Ausserdem ist noch wenig untersucht, wie horizontale Kooperationsprozesse über Departementsgrenzen hinweg (in Städten) verbessert werden können.

Weiter besteht Forschungsbedarf darin, Szenarien zu verschiedenen Schwerpunkten von Smart-City-Projekten (z.B. Mobilität) verknüpft mit bereichsübergreifenden Themen (z.B. IKT) zu entwickeln und von Experten verschiedener Akteursgruppen sowie Vertretern aus der Bevölkerung hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit bewerten zu lassen.

Im Bereich Partizipation der Bevölkerung besteht ebenfalls Forschungsbedarf. Die verschiedenen Formen des Einbezugs von der passiven Variante «Information der Bevölkerung bei Entscheiden zu neuen Smart-City-Projekten» bis hin zur aktiven Variante «Einräumen von Entscheidungsgewalt für Bürger in entsprechenden Begleitgruppen und Gremien» und ihre Auswirkungen auf den Smart-City-Prozess sind bisher nicht untersucht. Zudem fehlen Erkenntnisse, wie und welche Gruppen wann am idealsten einbezogen werden sollen.

Anhand der verschiedenen durchgeführten Smart-City-Aktivitäten (in Winterthur, den DACH-Mitglieds-Städten und den Initiativen der Mitglieder der IG Smart City Schweiz) könnte diese Thematik genauer analysiert, ausgewertet und Handlungsempfehlungen / Lösungsansätze für die Gesamtthematik «Partizipation der Bevölkerung» ausgearbeitet werden (vgl. (Carabias, V., Moser, C., Wilhelmer, D., Kubeczko, K., Nelson, n.d.)). In einem zweiten Working Paper sollen denn auch die Lösungsansätze für Smart-City-Szenarien vertieft behandelt werden.

Bezüglich der oft erwähnten Kosten- und Ressourceneffizienz wären bestehende Evaluationsmethoden zusammenzuführen und für Smart-City-Projekte weiter zu entwickeln, damit konkrete Zahlen über deren Ressourcen- und Kosteneinsparungen ermittelt werden können (vgl. z.B. (ISO, 2015)).

Auch die Forschung selbst muss sich darauf einstellen, vernetzter und interdisziplinärer die Herausforderungen von Smart Cities anzupacken. Sie fokussiert sich derzeit noch zu stark auf die technologischen Dimensionen von Smart-City-Projekten.

[13] Handlungs- und Aktionsforschung sind synonyme Übersetzungen des von Kurt Lewin geprägten Begriffs *action research* (Lewin, 1948). Dieser Ansatz beschreibt einen Forschungsansatz, bei welchem eine Intervention zusammen mit den Forschern und den Beforschten geplant durchgeführt und reflektiert wird.

# Literaturverzeichnis

Anthopoulos, P. Fitsilis L.G.;, “Smart Cities and Their Roles in City Competition: A Classification,” Int. J. Electron. Gov. Res., vol. 10, no. 1, pp. 63–77, 2014.

Bach B. and R. Schütz, “Smart Cities – aktuelle Energieforschungstrends in Europa,” Elektrotechnik & Informationstechnik, vol. 128, no. 9, 2011.

Budde, P. “Smart Cities of Tomorrow,” in Cities for Smart Environmental and Energy Futures, S. T. Rassia and P. M. Pardalos, Eds. Springer, 2014, pp. 9–20.

Carabias, V., Moser, C. Wilhelmer, D. Kubeczko, K. Nelson, R. “The importance of participatory foresight on the way towards smart cities,” Futures (under review).

Carabias-Hütter, R. Vicente; Blumer, Yann; Hoppe, Merja; Spiess, Harry; Wemyss, Devon; Zipper, Christian; Haegeman, Karel; Johnston, Ron; Mariani, Isabel; Park, Byeongwon; Popper, “Strategic foresight for the post-2015 development agenda: Report of the Secretary-General,” Geneva, 2014.

Caragliu, A. C. Del Bo, and P. Nijkamp, “Smart Cities in Europe,” Journal of Urban Technology, vol. 18, no. 2. pp. 65–82, 2011.

Cho, Y. I. “Designing Smart Cities: Security Issues,” in Computer Information Systems and Industrial Management, Springer, 2012, pp. 30–40.

Chourabi H., T. Nam, S. Walker, and J. R. Gil-Garcia, “Understanding Smart Cities: An Integrative Framework,” in 45th Hawaii International Conference on System Sciences, 2012, pp. 2289–2297.

Correia L. and K. Wünstel, Smart Cities Applications and Requirements. Net!Works European Technology Platform, 2011.

Dalkey N. and O. Helmer, “An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts,” Manag. Sci., vol. 9, pp. 458–467, 1963.

EnergieSchweiz, “EnergieSchweiz 2013-2020, Detailkonzept,” 2013.

EnergieSchweiz, “Nachhaltig unterwegs mit Energiestadt,” Bern, 2015.

European Union, “‘Mapping Smart Cities in the EU,’” 2014.

Feldman M. P. and D. B. Audretsch, “Innovation in cities:,” Eur. Econ. Rev., vol. 43, no. 2, pp. 409–429, Feb. 1999.

Grupp H., “Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung Wissenschaft und Technik.No Title,” Bayreuth: Heinz Neubert, 1993.

Hernández-Muñoz, J. M. J. B. Vercher, L. Muñoz, J. A. Galache, M. Presser, L. A. H. Gómez, and J. Pettersson, “Smart Cities at the Forefront of the Future Internet,” in The Future Internet, Springer, 2011, pp. 447–462.

Hospers, G.-J.“Experimentierfeld Stadt - Das Beispiel Manchester,” Standort, vol. 36, no. 4, 2012.

Initiative SCW, “Smart City Winterthur.” [Online]. Available: http://smartcitywinterthur.ch/uberuns/.

ISO, “Smart community infrastructures – Principles and requirements for performance metrics”, ISO/TS 37151:2015. 2015.

Kramers A., M. Höjer, N. Lövehagen, and J. Wangel, “Smart sustainable cities - Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities,” Environ. Model. Softw., vol. 56, pp. 52–62, 2014.

Lewin, K., “Aktionsforschung und Minderheitenprobleme,” in Die Lösung sozialer Konflikte, K. Lewin, Ed. Bad-Neuheim: Christian-Verlag, 1948, pp. 278–298.

Madlener R. and Y. Sunak, “Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management?,” Sustain. Cities Soc., vol. 1, no. 1, pp. 45–53, Feb. 2011.

Montalvo O. and M. Zolliker, “Projektarbeit Energie- und Umwelt- technik Delphi-Befragung zu Smart Cities im Jahr 2035 in der Schweiz,” 2014.

Mortensen J., F. J. Rohde, K. R. Kristiansen, M. Kanstrup-Clausen, and M. Lubanski, “Danish Smart Cities: sustainable living in an urban world.”

Moser C., T. Wendel, and V. Carabias-Hütter, “Scientific and Practical Understanding of Smart Cities,” in REAL CORP 2014 Proceedings/Tagungsband, 2014.

Nabil, F. Bauphysik Kalender 2013. Berlin, 2013.

Nam T. and T. A. Pardo, “Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions,” in Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference on Digital Government Innovation in Challenging Times - dg.o ’11, 2011, p. 282.

Ronay E. and R. Egger, “NFC Smart City: Cities of the Future—A Scenario Technique Application,” in Information and Communication Technologies in Tourism 2014, Springer, 2014, pp. 565–577.

Schaffers, H. N. Komninos, and M. Pallot, “Smart Cities as Innovation Ecosystems Sustained by the Future Internet,” 2012.

Schieferdecker, I.“Smart Cities Deutsche Hochtechnologie für die Stadt der Zukunft,” 2011.

Seeger T., Die Delphi-Methode - Expertenbefragungen Zwischen Prognose Und Gruppenmeinungsbildungsprozessen. Freiburg: Hochschulverlag, 1979.

Städteverband, “Statistik der Schweizer Städte Statistiques des villes suisses,” 2014.

Trägerverein Energiestadt, “Broschüre ‘20 Jahre Energiestadt,’” 2009.

Xenias D., C. J. Axon, L. Whitmarsh, P. M. Connor, N. Balta-Ozkan, and A. Spence, “UK smart grid development: An expert assessment of the benefits, pitfalls and functions,” Renew. Energy, vol. 81, pp. 89–102, Sep. 2015.

Yovanof G. S. and G. N. Hazapis, “An Architectural Framework and EnablingWireless Technologies for Digital Cities & Intelligent Urban Environments,” Wirel. Pers. Commun., vol. 49, 2009.

Zucker, G. P. Palensky, F. Judex, C. Hettfleisch, R.-R. Schmidt, and D. Basciotti, “Energy aware building automation enables Smart Grid-friendly buildings,” Elektrotechnik & Informationstechnik, vol. 129, no. 4, 2012.

# Tabellenverzeichnis

# Autoren

Evelyn Lobsiger-Kägi, ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung

Theresia Weiss Sampietro, ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung

Ursula Eschenauer, ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung

Vicente Carabias, ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung

Lukas Braunreiter, ZHAW Zentrum für Innovation und Entrepreneurship

Adrian Müller, ZHAW Zentrum für Innovation und Entrepreneurship

**School of Management and Law**

St.-Georgen-Platz 2
Postfach
8401 Winterthur
Schweiz

www.zhaw.ch/sml