

Ressourcenleichte Infrastrukturen in Stadt und Region

Handlungsfelder für eine zukunftsfähige Infrastrukturgestaltung

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet Nachhaltige Raumentwicklung,
Umweltprüfungen
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de
 /umweltbundesamt

Autoren:

Jan Hendrik Trapp, Wulf-Holger Arndt, Jens Libbe,
Stefan Schneider, Maic Verbücheln, Jan Winkelhaus
Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Berlin

Moritz Mottschall, Dierk Bauknecht,
Thomas Bergmann, Jens Gröger
Öko-Institut, Berlin

Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umwelt-
schonend, robust, demografiefest (RELIS)
Ein Vorhaben im Umweltforschungsplan des Bundesministe-
riums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit;
Forschungskennzahl [UFOPLAN) 3713 16 103]

Redaktion:

Fachgebiet Nachhaltige Raumentwicklung,
Umweltprüfungen
Züleyha Iyimen-Schwarz

Gestaltung:

Christina Bloedorn
Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu)

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung
liegt bei den Autoren.

Publikation als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildnachweis Umschlagvorderseite:

Fotolia 108639413 L
Bildautor: Rainer Fuhrmann.jpg

ISSN 2363-832X (Internet)

Stand: Februar 2017

Ressourcenleichte Infrastrukturen in Stadt und Region

Handlungsfelder für eine zukunftsfähige Infrastrukturgestaltung

Inhalt

Infrastruktursysteme und Ressourceninanspruchnahme – Ein Thema für Planer und Betreiber von Infrastrukturen in Stadt und Region.....	5
Infrastrukturen unter Veränderungsdruck.....	5
Ressourcenleichtigkeit als neues Gestaltungsmerkmal	5
Politische und weitere Rahmenbedingungen der Infrastrukturentwicklung	5
Handlungsfeld: Gebauter Infrastrukturbestand – Perspektivwechsel im Hinblick auf die Nutzung bestehender Infrastrukturen vollziehen	9
Handlungsfeld: Ressourcenleichtes Verhalten beim Nutzen von Infrastrukturen ermöglichen	10
Handlungsfeld: Noch stärker als bisher auf integrierte Lösungen setzen	11
Handlungsfeld: Bei der Infrastrukturplanung die Flächenpotenziale berücksichtigen	12
Handlungsfeld: Rohstoffe – Kreislaufwirtschaft fördern – negative Umweltauswirkungen verringern	13
Handlungsfeld: Energiewende beschleunigen und Kohleausstieg forcieren	15
Handlungsfeld: IKT als Schlüsseltechnologien begreifen	16
Weitere interessante Praxisbeispiele im Kontext ressourcenleichter Infrastrukturen	17
Weiterführende Literatur.....	18



Quelle: pixabay.com/de/solarpark-windpark-1288842/

Infrastruktursysteme und Ressourceninanspruchnahme – Ein Thema für Planer und Betreiber von Infrastrukturen in Stadt und Region

Technische Infrastruktursysteme sind fundamental wichtig für das Leben in modernen Gesellschaften. Städte und Regionen sind in ihrer heutigen Form ohne Infrastrukturen der Energie- und Trinkwasserversorgung, der Abwasserentsorgung, zur Gewährleistung von Mobilität sowie von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) nicht funktionsfähig. Den Infrastruktursystemen kommt eine grundlegende Bedeutung für gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen zu. Mit ihnen werden enorme Ströme an Energie, Wasser, Informationen und Gütern „bewegt“. Das Nutzbarmachen dieser Ressourcen ermöglicht unseren Alltag. In der Art und Weise, wie wir Infrastrukturen planen und gestalten, liegt daher ein Schlüssel zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen.

Mit dieser Broschüre richten wir uns besonders an Akteure der Planung und Gestaltung von Infrastrukturen im regionalen Kontext. Infrastrukturen in Städten sind immer mit den sie umgebenden Regionen verbunden.

Infrastrukturen unter Veränderungsdruck

Demografischer Wandel und Klimawandel wirken genauso wie technologische, siedlungsstrukturelle und gesellschaftliche Entwicklungen auf Infrastrukturen ein. Die Dekarbonisierung, d. h. der Verzicht auf fossile Energieträger, und der grundlegende Umbau der Energieversorgung im Rahmen der Energiewende sind in Deutschland maßgebliche politische Ziele. Sie werfen bereits für sich genommen Fragen nach der zukünftigen Gestaltung und Funktion technischer Infrastruktursysteme auf. Ausgehend von den Prinzipien der Daseinsvorsorge – Universalität, Erschwinglichkeit, Zugänglichkeit – sollen Infrastrukturen zudem nicht nur robust (resilient) und flexibel sein, sondern auch möglichst wenig Ressourcen in Anspruch nehmen.

Ressourcenleichtigkeit als neues Gestaltungsmerkmal

Verglichen mit den genannten Prinzipien der Infrastrukturgestaltung ist „Ressourcenleichtigkeit“ ein recht neuer Begriff, zu dem es bisher keine allgemeine Definition gibt. „Ressourcenleichtigkeit“ versucht, eine integrierende Perspektive im Hinblick auf die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen einzunehmen. Technische Infra-

strukturen erschließen Räume und machen natürliche Ressourcen für die Gesellschaft nutzbar. Dabei nehmen sie selbst in Bau, Betrieb und Nutzung enorme Mengen an Umweltressourcen (Materialien, Energie und Flächen) in Anspruch. Sie können auch das Verhalten der Nutzer verändern, so dass diese, veranlasst durch Infrastrukturen, mehr oder weniger Ressourcen in Anspruch nehmen.

Infrastrukturen sind in dieser Hinsicht unter umwelt- und klimapolitischen Gesichtspunkten von besonderem Interesse für eine nachhaltige Entwicklung. Darüber hinaus erzeugt der Bau von Infrastrukturen auch aufgrund des Materialaufwands und der hohen Kapitalintensität Pfadabhängigkeiten für künftige Planungen. Die Entscheidung für eine bestimmte Infrastrukturgestaltung kann auf Jahrzehnte festlegen, welche Ressourcen wo, wann, wie und durch wen genutzt oder verbraucht werden (können). Entscheidungen über Infrastrukturen und deren Gestaltung bestimmen somit im Sinne eines Öffnens und Schließens von „Möglichkeitsräumen“ gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Entwicklungen.

Politische und weitere Rahmenbedingungen der Infrastrukturentwicklung

Das Forschungsvorhaben „Ressourcenleichte zukunfts-fähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest“ (RELIS), dessen Ergebnisse u.a. mit dieser Broschüre zur Verfügung gestellt werden, fügt sich in

Ressourcenleichtigkeit: Eine kurze Begriffsbestimmung

Ressourcenleichtigkeit umfasst im Rahmen des Vorhabens RELIS die Inanspruchnahme von Rohstoffen, Energie und Flächen im gesamten Lebenszyklus der Infrastrukturen: in deren Bauphase, ihrer Instandhaltung (Unterhalt), ihrem Betrieb sowie dem Rückbau und der finalen Entsorgung oder Wiederverwertung. Unter der Vorgabe der Ressourcenleichtigkeit ist die Inanspruchnahme von Ressourcen in allen Phasen so gering wie möglich zu halten.

den von der Bundesregierung aufgespannten Zielrahmen ein. Von besonderer Relevanz sind hierbei:

- ▶ die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (2002),
- ▶ das Energiekonzept (2010),
- ▶ das Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess 2012),
- ▶ das Aktionsprogramm Klimaschutz (2014) sowie
- ▶ das von der Bundesregierung am 5.10.2016 ratifizierte Pariser Klimaschutzabkommen.

Neben dem genannten politischen Zielrahmen wirken weitere Einflussgrößen auf die Gestaltungsmöglichkeiten von Infrastruktursystemen (vgl. Abbildung 1).

Die Frage nach Formen und Gestaltung zukunftsfähiger Infrastrukturen stellt sich aufgrund dieser Vielfältigkeit von Herausforderungen dringend – und auf allen administrativen Ebenen. Entsprechend war es Ziel des Forschungsvorhabens RELIS, Handlungsempfehlungen für eine ressourcenleichte zukunftsfähige und umweltschonende Gestaltung technischer Infrastruktursysteme in den Sektoren Energie, Verkehr, Wasser/Abwasser

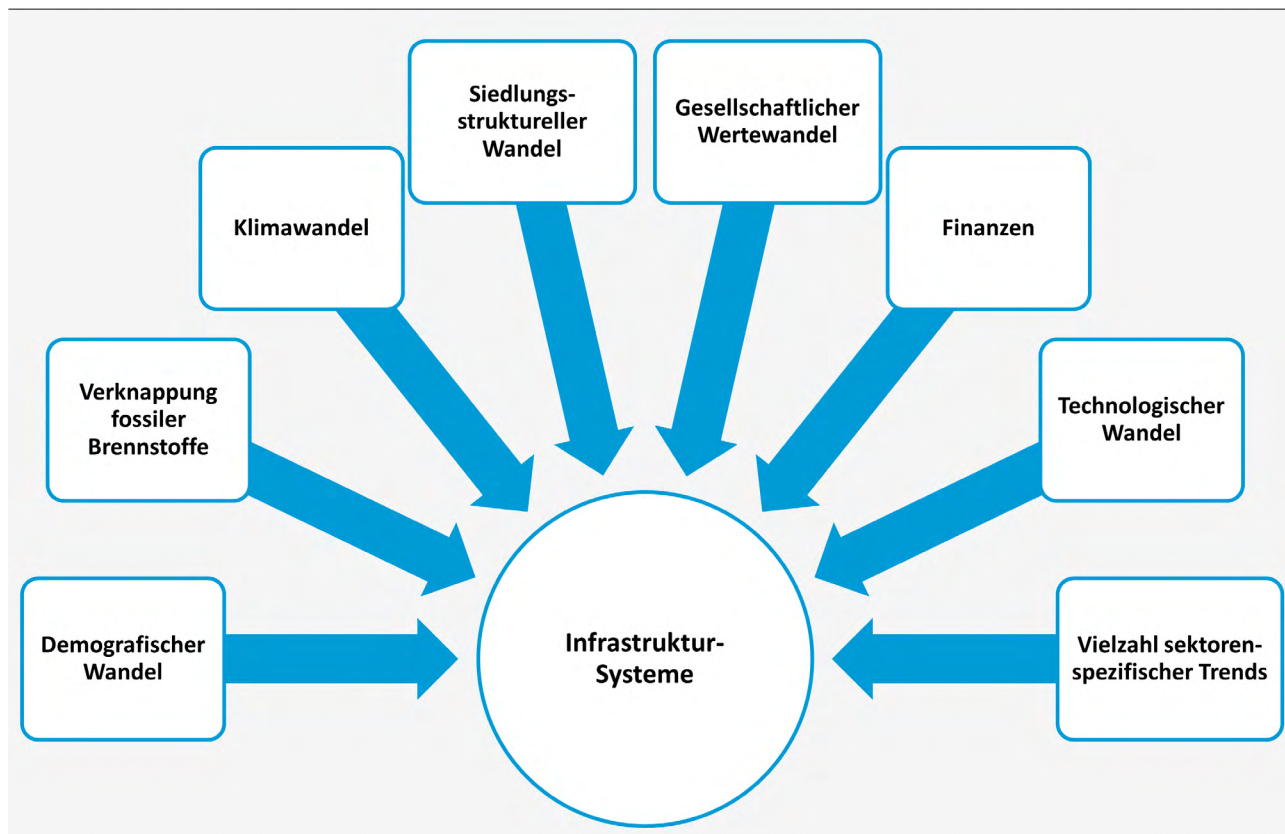
sowie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zu entwickeln.

Vorgehen

Die Infrastruktursysteme wurden aufgrund ihrer vielfältigen Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten nicht einzeln betrachtet. Unter dem Stichwort „Sektorkopplung“ wurden, ausgehend vom Energiesektor, verschiedene Verknüpfungen von Infrastruktursektoren diskutiert. Diese wurden im Vorhaben in vier verschiedenen Szenarien, d. h. in „Bildern möglicher Zukünfte“, abgebildet. In den Szenarien wurden sektorübergreifend verschiedene Maßnahmen und technische Optionen kombiniert und zu „Szenen“ denkbarer künftiger Infrastrukturgestaltungen zusammengefügt, die in sich möglichst stimmig sind. Diesem Schritt liegt eine intensive und umfangreiche Auseinandersetzung mit Stärken, Schwächen, aber auch Ansatzpunkten (Chancen) in den Sektoren Energie (Strom, Wärme, Gas), Verkehr (Straße, Schiene), Wasserver- und Abwasserentsorgung sowie Informations- und Kommunikationstechnologien für eine ressourcenleichte Gestaltung von Infrastrukturen zugrunde.

Abbildung 1:

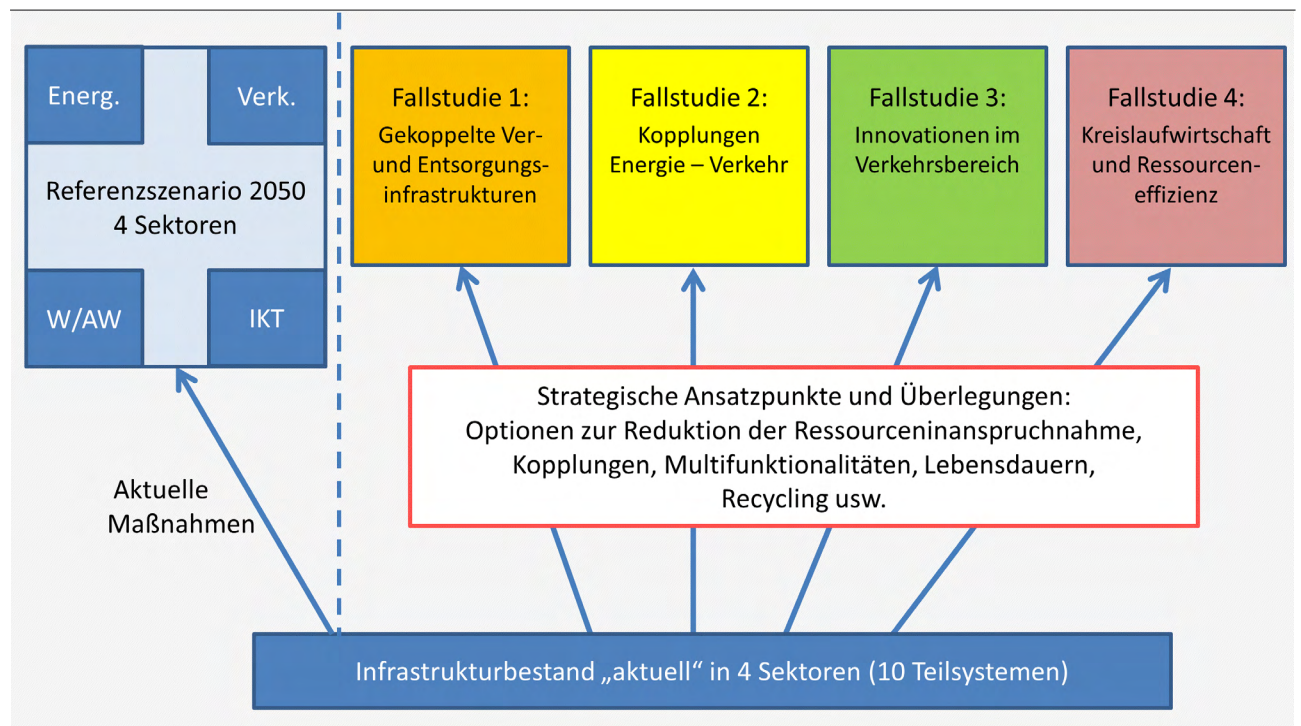
Megatrends und Rahmenbedingungen der Infrastrukturgestaltung



Quelle: Darstellung Difu/Öko-Institut

Abbildung 2:

Grundanlage der Szenarien



Quelle: Darstellung Difu/Öko-Institut

Um die Wirkungen der in den Szenarien modellierten Infrastrukturmaßnahmen messbar zu machen, wurde der aktuelle¹ Infrastrukturbestand in den genannten Sektoren zunächst umfassend erfasst und systematisiert. Daraus lässt sich mit der Methode der orientierenden Stoffstromanalyse die Ressourceninanspruchnahme durch die Infrastrukturen abschätzen. In verschiedenen Szenarien wurden ausgehend vom heutigen Infrastrukturbestand Annahmen über dessen künftige Entwicklung getroffen und entsprechend für die Zieljahre 2030 und 2050 veränderte Infrastrukturbestände angenommen. Ein Referenzszenario beruht auf bereits beschlossenen politisch-planerischen Maßnahmen und wahrscheinlichen Trends. Vier Fallstudien ressourcenleichter Infrastrukturen gehen von veränderten Formen und Gestaltungen der Infrastruktursysteme aus.

Die orientierende Stoffstromanalyse wurde für den Rohstoffaufwand, den Energieaufwand, die Treibhausgas-Emissionen und die Flächeninanspruchnahme berechnet. Unterfüttert wurden die theoretischen Ergebnisse durch die Auswertung guter Beispiele für eine zukunftsfähige Praxis von Planung, Betrieb und Umgang mit Infrastrukturen.

¹ Die Datenquellen des Vorhabens beziehen sich überwiegend auf das Jahr 2012.

Wesentliche Erkenntnisse

- ▶ Der aktuelle Bestand an technischer Infrastruktur in Deutschland ist enorm. Er wird auch zukünftig zu einer hohen Ressourceninanspruchnahme führen.
- ▶ Der Verkehrssektor nimmt in nahezu allen betrachteten Wirkungskategorien (Materialien, Energie, Treibhausgase, Fläche) den größten Anteil ein. Innerhalb des Verkehrssektors schlagen die Straßenverkehrsinfrastrukturen am stärksten zu Buche.
- ▶ Es ist wichtig, den gesamten Lebenszyklus im Blick zu behalten. Zwar führen die umgesetzten Maßnahmen bei Bau und Unterhalt der Infrastruktur teilweise zu einer höheren Ressourceninanspruchnahme; beim Betrieb ermöglichen sie jedoch häufig eine Verbesserung, d. h. eine Einsparung des Ressourcenverbrauchs.
- ▶ Die verstärkte (Wieder-)Verwendung von Sekundärmaterialien (z. B. Asphalt im Straßenbau, Kupfer im IKT-Bereich), die im „Ressourcenlager“ des Infrastrukturbestands vorhanden sind, und die Erhöhung der Nutzungsdauern können helfen, die jährlichen Ressourceninanspruchnahmen zu vermindern.

- ▶ Besonders wichtig ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien in der Energieversorgung. Durch Schließung von Kohlekraftwerken lassen sich nicht nur die Treibhausgas-Emissionen, sondern auch die Inanspruchnahmen von Flächen und Rohstoffen im Bergbau verringern.
- ▶ Der Ausbaupfad der Erneuerbaren Energien schlägt auf alle Infrastrukturbereiche durch. Der in Bau und Betrieb von Infrastrukturen eingesetzte Strom wird nämlich „ressourcenleichter“ und klimafreundlicher. Ein schnellerer Rückgang an fossilen Kraftwerken führt in den Fallbeispielen zu einer Gesamtemissionsminderung von 40 bis 90 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten und trägt darüber hinaus zu einer Verringerung weiterer Luftschadstoff-Emissionen bei.
- ▶ Kostenabschätzungen für die einzelnen Szenarien zeigen es: In keiner der modellierten Fallstudien sind gegenüber dem Referenzszenario Kostenentwicklungen zu erwarten, die einer Weiterentwicklung in der eingeschlagenen Richtung grundsätzlich entgegenstehen.
- ▶ Die Umgestaltung der Infrastruktursysteme in Richtung Ressourcenleichtigkeit ist aufgrund der Komplexität der Systeme und wegen der technischen und ökonomischen Pfadabhängigkeiten (genannt seien z. B. nur die langen Abschreibungszeiträume) eine große Herausforderung.
- ▶ Die Spielräume, um die Ressourceninanspruchnahme lediglich durch bauliche Umgestaltungen der Infrastrukturen zu mindern, sind begrenzt. Potenziale für Ressourcenleichtigkeit liegen damit nicht nur in Bau, Instandhaltung, Reparatur und Betrieb von Infrastruktursystemen, sondern auch in der Nutzung von sowie den Bedarfen an Infrastrukturdienstleistungen.

Selbstverständlich stecken bei der konkreten Planung von Infrastruktursystemen die Probleme oft im Detail, besonders dann, wenn traditionelle Pfade und technische Lösungen verlassen und neuartige Optionen umgesetzt werden sollen. Es sind nicht nur eigene Denkmuster und lang gehegte Überzeugungen in Frage zu stellen, sondern auch rechtlich-institutionelle und ökonomische Hemmnisse zu überwinden. Auch die Bürgerinnen und Bürger wollen beteiligt und auf dem Weg der Umgestaltung von Infrastrukturen „mitgenommen“ werden.

Die im Rahmen des Vorhabens erfassten und untersuchten Praxisbeispiele belegen eindrücklich: Innovative Lösungen sind möglich und können sich auch im derzeitigen rechtlichen und ökonomischen Rahmen behaupten.



Quelle: commons.wikimedia.org/wiki/File:Obus_SVE_2181.jpg?uselang=de

Grundlegend ist, dass sich Politik und Verwaltung auch auf kommunaler und regionaler Ebene über ihre infrastrukturellen, klima- und umweltpolitischen Ziele im Klaren sind. Bei der Diskussion über Zieldefinitionen spielen die verschiedenen räumlichen Kontexte eine wichtige Rolle. Dabei ist in jedem Fall das Zusammenspiel der unterschiedlichen (räumlichen und institutionellen) Ebenen zu berücksichtigen. Die vor dem Hintergrund der örtlichen Rahmenbedingungen und Herausforderungen bestimmten und priorisierten Ziele (die immer wieder zu überprüfen sind) stellen eine wichtige Grundlage dafür dar, mit Wertungswidersprüchen und Entscheidungsfragen in der konkreten Planung angemessen umzugehen.

- ▶ Als wie wichtig zu bewerten sind u.a. Ressourcen- und Flächeninanspruchnahme, (Klima-)Resilienz von Infrastrukturen, Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Kosten der Bereitstellung von Infrastrukturen?
- ▶ Welche Strategien der Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung – etwa Verdichtung und Siedlungsflächenentwicklung – sind für die jeweilige Stadt und Region als sinnvoll anzusehen?
- ▶ Welche grundsätzlichen Pfade z. B. der Strom- und Wärmeversorgung sind vor dem Hintergrund regionaler Potenziale für Erneuerbare Energien sinnvoll – eher dezentrale, semizentrale oder zentrale Lösungen?

- Wie sind die jeweilige Stadt und Region in überregionale Infrastruktursysteme (z. B. Verkehr, Energie) eingebunden, und was bedeutet dies für die Entscheidungsspielräume der Akteure?

Die Liste dieser und ähnlicher Fragen ließe sich beliebig fortsetzen. Sie soll hier Zweierlei verdeutlichen: zum einen, wie wichtig es ist, sich über Ziele Klarheit zu verschaffen; zum anderen, dass sich mit Fragen zukunfts-fähiger Infrastrukturgestaltung konkret nur im jeweili-gen räumlichen Kontext auseinandersetzen lässt.

Die Diskussion über künftige Infrastrukturgestaltung mag sich dabei regelmäßig in dem Dilemma zwischen den Zielen Flexibilität und Sicherheit wiederfinden. Ei-nerseits benötigen die Infrastrukturbetreiber Planungs-sicherheit für ihre Investitionsentscheidungen; bei diesen sind je nach Infrastruktursektor Abschreibungs-zeiträume von mehreren Jahrzehnten zu kalkulieren. Andererseits ist die künftige Entwicklung der Rahmen-bedingungen (Klima, Demografie, Kosten usw.) unsicher oder völlig unbekannt. Damit ist eine Anpassungsfä-higkeit an verschiedene Entwicklungspfade gefordert, die sich in einer flexiblen, „lernenden“ Planung nieder-schlagen muss. Für das Dilemma zwischen erforderli-cher (Planungs-)Sicherheit und Flexibilität gibt es keine Lösung. Es gilt, sich dieses Dilemma immer wieder bewusst zu machen und z. B. in Planungsprozessen



Quelle: autarkia.info/blog/elektroautos-deutschland/

zukünftig auch Kriterien für notwendige Pfadänderun-gen – bis hin zum Abbruch von Maßnahmen – einzuar-beiten, um so auf besonders drastische Veränderungen der Rahmenbedingungen und Anforderungen reagieren zu können.

Als Akteur der Planung und Gestaltung von technischen Infrastruktursystemen können Sie in Ihrem Handlungs-feld wichtige Beiträge zur zukunfts-fähigen und res-sourcenleichten Gestaltung von Infrastrukturen leisten – und damit auch den Klima- und Ressourcenschutz stärken.

Die folgenden Empfehlungen zur zukunfts-fähigen res-sourcenleichten Gestaltung von Infrastruktursystemen möchten wir Ihnen mit auf den Weg geben.

Handlungsfeld: Gebauter Infrastruktur-bestand – Perspektivwechsel im Hinblick auf die Nutzung bestehender Infrastrukturen vollziehen

Der Bestand an gebauter technischer Infrastruktur in Deutschland ist enorm. Dieser heute schon hohe Bestand wird auch langfristig zu einer großen Ressour-ceninanspruchnahme führen – zumal der Rückbau von Infrastrukturen gering ausfällt und tendenziell eher weitere Infrastrukturen neu hinzugebaut werden. Eine heute getroffene Entscheidung über eine Netzer-weiterung führt zukünftig – aufgrund der teilweise hohen Lebensdauern – für viele Jahre zu einer weiteren Ressourceninanspruchnahme. Zugleich hat die Analyse gezeigt, dass die Nutzungsphase der Infrastrukturen für die Ressourceninanspruchnahme im gesamten Lebens-zyklus von Bedeutung ist.

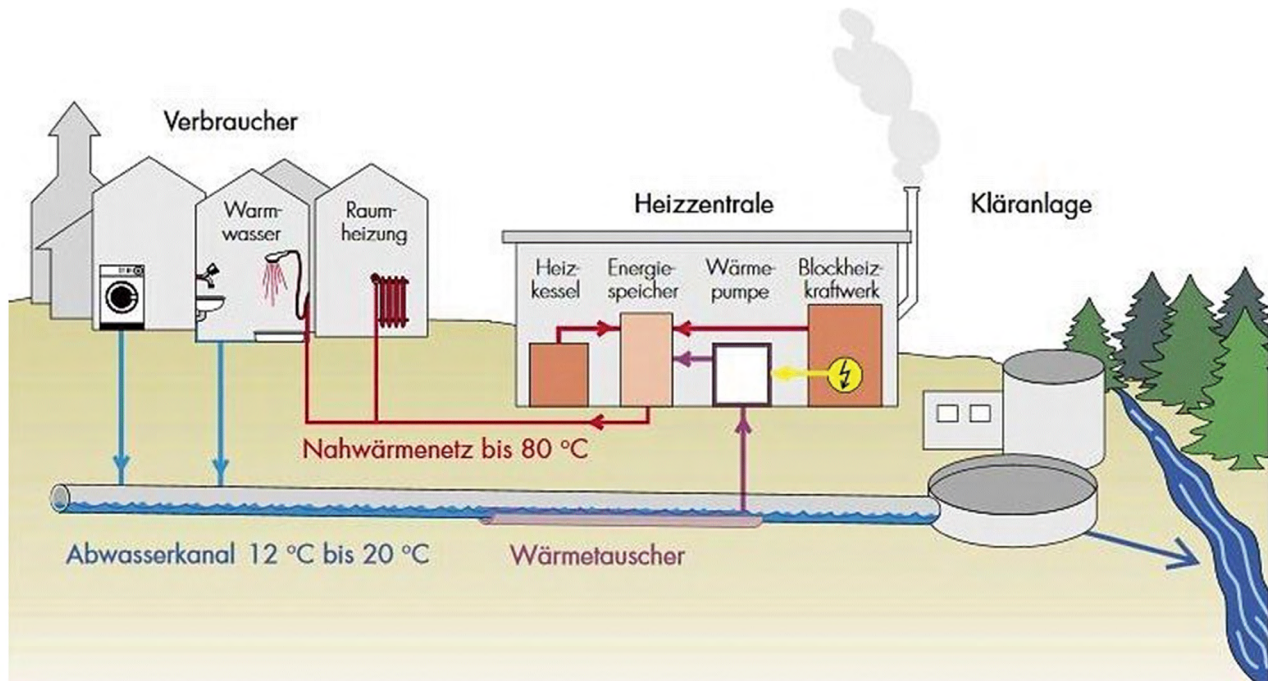
Folgende Empfehlungen und Hinweise halten wir in diesem Zusammenhang für sinnvoll:

- Berücksichtigen Sie bei der Bewertung verschiedener Umsetzungsalternativen von Infrastrukturprojekten die zukünftig mit diesen verbundene Ressourcenin-anspruchnahme im gesamten Lebenszyklus.
- Beziehen Sie für die Gestaltung ressourcenleichter Infrastrukturen neben der gebauten Infrastruktur insbesondere auch die (ggf. veränderte) Nutzung in Ihre Betrachtungsperspektive mit ein.
- Bevor Sie Infrastrukturen neu bauen, prüfen Sie, in-wieweit sich bestehende Infrastrukturen mit durch-aus auch anderen Funktionen und entsprechend angepasst weiter nutzen lassen.

Entsprechend sollten Sie bei Entscheidungen über Infra-strukturmaßnahmen Nutzungspotenziale und mögliche Nutzungsänderungen in den Blick nehmen und die

Abbildung 3:

Funktionsweise der Abwasserwärmenutzung: Die Energierückgewinnung aus Abwasser ist ein sinnvoller Kreislauf



Grafik: Straubli.

Quelle: www.eco-s.net/ECOS_Broschuere_AbwWP.pdf, S.4.

Maßnahmen auch hinsichtlich ihrer Nutzungsflexibilität bewerten. Dazu gehört eine integrierte Bewertung von Alternativen zur Zielerreichung.

Durch den empfohlenen Perspektivwechsel wird es auch möglich, anders über die Zusammenhänge

zwischen Infrastrukturgestaltung und dem dadurch beeinflussten Verhalten der Nutzenden nachzudenken. Oft macht ein veränderter Blick auf bestehende Infrastrukturen Potenziale für andere Nutzungen oder In-Wert-Setzungen sichtbar, wie das Beispiel „Berlin – Nutzung von Abwärme und Kühlung aus Abwasser“ zeigt.

Berlin – Nutzung von Abwärme und Kühlung aus Abwasser

Problemstellung: Etwa die Hälfte des Endenergieverbrauchs in Deutschland wird für Wärme benötigt: um Gebäude zu beheizen und die Industrie mit der notwendigen Prozesswärme zu versorgen. Dem Sektor der Wärmeversorgung wird vor diesem Hintergrund bisher allerdings zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt.

Ansatz: Im Jahr 2010 eröffnete in Berlin-Lichtenberg eine IKEA-Filiale mit 34.000 m²; ein Großteil der Heizenergie wird aus dem kommunalen Abwasser gewonnen. Zunutze gemacht wird, dass Abwasser in der Kanalisation durchschnittlich eine Temperatur von etwa 15 Grad Celsius hat. Mittels Wärmetauscher kann dem Abwasser ein Teil seiner Wärmeenergie entzogen werden. Das Abwasser kühlt sich dabei ab. Eine Wärmepumpe kann in diesem Fall eine Nutztemperatur von rund 50 Grad Celsius erzeugen. Somit werden aus 1.000 Litern Abwasser bei einer Abkühlung von zwei Grad rund zwei Kilowattstunden Heizenergie erzeugt. Im Sommer lässt sich das Abwassersystem zum Kühlen nutzen.

Fazit: Das Projekt zur Abwärmenutzung aus Abwasser zeigt, wie durch Sektorkopplung bestehende Infrastruktur genutzt werden kann, um Energiepotenziale auszuschöpfen. Solche kommunalen Beispiele, in denen keine oder nur wenig neue Infrastruktur zugebaut wird, können pauschal als ressourceneffizient bezeichnet werden. Der Energiebedarf bei IKEA Lichtenberg wird im Sommer zu 100 Prozent und im Winter zu 70 Prozent abgedeckt. Dies substituiert eine Wärmeabgewinnung aus fossilen Primärenergieträgern und reduziert auf diese Weise CO₂- und Luftschadstoff-Emissionen.

Quelle/Information: www.ikea.com/ms/de_DE/about_ikea/newsroom/press_releases/BerlinLichtenbergUmwelt.pdf (1.03.2016).
www.bwb.de/content/language1/html/7660.php (1.03.2016).

Handlungsfeld: Ressourcenleichtes Verhalten beim Nutzen von Infrastrukturen ermöglichen

Infrastrukturen ermöglichen es bei entsprechender Gestaltung, sich bei ihrer Nutzung und der Inanspruchnahme öffentlicher Dienstleistungen „ressourcenleicht“ zu verhalten. Auch wenn durch den Zubau neuer Komponenten oder den Netzausbau (z. B. IKT-Infrastruktur) die Ressourceninanspruchnahme zunächst steigt, kann dem eine weitaus stärkere Minderung in der Nutzungsphase gegenüberstehen. Die stärkere Berücksichtigung der Nutzungsperspektive von Infrastrukturen kann nicht nur dazu beitragen, Ressourcenverbräuche umfassend abzubilden (siehe vorheriges Handlungsfeld). Sie kann auch Hinweise dazu liefern, wie durch die Gestaltung von Infrastrukturen ressourcenleichtes Verhalten erst möglich wird.

Folgende Empfehlungen und Hinweise halten wir in diesem Zusammenhang für sinnvoll:

- Nehmen Sie bei der Bewertung von technischen Optionen zum Umgestalten von Infrastrukturen die erforderlichen und insbesondere die möglich werdenden Verhaltensänderungen in den Blick.

- Fördern Sie ressourcenleichtes Verhalten durch den Einsatz von Steuerungs- und Lenkungsinstrumenten, die Anreize für die Nutzenden schaffen.



Quelle: lobby.ig-fahrrad.org/cms/wp-content/uploads/m%C3%BCnster-radstation_davor2_c_adfc-Kopie.jpg

Stockholm – Änderung des Nutzerverhaltens durch Maßnahmen des Verkehrsmanagements

Problemstellung: Städte leiden unter hohem Verkehrsaufkommen und täglichen Staus, die verantwortlich sind für Emissionen, Unfälle und entsprechenden Druck auf die Nutzung öffentlicher Räume. In Stockholm ließen sich durch optimiertes Verkehrsmanagement Verkehrsfluss und -sicherheit verbessern, Unfallzahlen und Umweltbelastung verringern. Ein wesentlicher Faktor war die Änderung des Nutzungsverhaltens der Bürgerinnen und Bürger, die nun stärker den ÖPNV und das Fahrrad nutzen.

Ansatz: Beim Aufbau des Verkehrsmanagementsystems wurden zunächst IKT-Maßnahmen zur Erhebung der Verkehrsdaten installiert, um den Verkehr besser zu steuern. Das System umfasst eine Vielzahl an Streckenstationen, Spursignalen, Stauwarndetektoren, variablen Orientierungsschildern, Kamerasystemen und GPS-Daten von Handybesitzern. Gekoppelt wird dieses System der Verkehrssteuerung mit dem monetären Element einer City-Maut. Für die Autofahrt ins Zentrum wird eine Gebühr erhoben. Die Erfassung der Autofahrer erfolgt elektronisch. Die Gebührenstruktur orientiert sich an der Nachfrage. Des Weiteren baute die Stadt den ÖPNV und die Fahrradinfrastruktur deutlich aus, um den Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf andere Verkehrsformen zu erleichtern. Der ÖPNV wurde in Stockholm vor Einführung der Maut ausgebaut, um etwa ein Umsteigen für Pendler zu erleichtern. Zusätzliche Umsteiger gab es jedoch erst nach Einführung der Straßengebühr. Während nach Einführen der Maut die Zahl der Autofahrten in der Stadt um 100.000 pro Tag fiel, stieg die Zahl der ÖPNV-Nutzer um 40.000. Zum Rückgang des Autoverkehrs trug neben der Nutzung des ÖPNV und anderer Verkehrsträger auch das Vermeiden nicht dringend notwendiger Fahrten bei. Eine andere Routenwahl der Pkw-Nutzer, also Ausweichverkehr, wurde kaum festgestellt.

Fazit: Das Beispiel Stockholm zeigt, dass eine Kombination aus positiven – d. h. Ausbau von ÖPNV und Fahrradinfrastruktur – und negativen Anreizen – d. h. Einführung der City-Maut – zu den gewünschten Effekten führen kann. Hervorzuheben ist jedoch, dass die Bürgerinnen und Bürger vor allem durch den monetären Anreiz ihr Verhalten änderten.

Quelle/Information: www.swarco.com/de/Referenzen/INTERURBANES-VERKEHRSMANAGEMENT/INTERURBANES-VERKEHRSMANAGEMENT,-Schweden,-Stockholm-Trafikverket-Region-Stockholm (20.04.2016).

- Berücksichtigen Sie sog. Rebound-Effekte; bei diesen führt ein (gewünschtes) verändertes Verhalten zu einer steigenden Nachfrage nach Infrastruktur – und damit zu (unerwünscht) höherer Ressourceninanspruchnahme.

In der Praxis besteht prinzipiell die Möglichkeit, die Nutzung ressourcenleichter Infrastrukturen mit Hilfe von Ver- und Geboten (Ordnungsrecht) zu steuern. Auf kommunaler Ebene können entsprechende Satzungen zum Anschluss- und Benutzungszwang verabschiedet werden. Auch die Preisgestaltung kann ein Mittel sein, Verhalten steuernd zu beeinflussen.

Unabhängig vom konkreten Vorgehen gilt: Die Einschränkung von Verhaltensweisen mit hoher Ressourceninanspruchnahme (z. B. im Bereich Straßenverkehr durch Einführen einer City-Maut oder durch Stellplatzreduzierungen) sollte mit Maßnahmen einhergehen, die nachhaltiges Verhalten (z. B. Nutzung des Umweltverbunds im Nahverkehr) befördern. Beispiele für Letztere sind Verbesserungen von Angebot und Komfort im ÖPNV sowie das Schaffen von sicheren und attraktiven Wegen und Verbindungen für den Fuß- und Radverkehr. Durch ein solches „push and pull“ wird ressourcenleichtes Verhalten als Bereicherung statt als Verzicht empfunden.

Handlungsfeld: Noch stärker als bisher auf integrierte Lösungen setzen

Übergeordnete Planungen auf nationaler und regionaler Ebene bieten lokalen Akteuren Orientierung. Planungen in den einzelnen Infrastruktursektoren sind mit der räumlichen Gesamtplanung abzustimmen. Diese Grundsätze sind durch das Anpassungsgebot und das Gegenstromprinzip im Baugesetzbuch (BauGB) und im Raumordnungsgesetz (ROG) verankert. Insbesondere das Verhältnis von Raumordnungs- und Stadtplanung zu Fachplanungen, z. B. Netzplan, Strategischer Umweltprüfung (SUP), Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), ist hier in den Blick zu nehmen. Grundsätzlich gilt das Subsidiaritätsprinzip auch in der räumlichen und Fachplanung.

Integrierte Strategien werden zumeist erst in konkreten Räumen planbar. Daher halten wir folgende Empfehlungen und Hinweise in diesem Zusammenhang für sinnvoll:

- Suchen Sie noch stärker als bisher nach Verfahren und Strukturen, mit denen sich integrierte Ansätze in Planungsverfahren und bei Entwicklungsprozessen fördern lassen.

Hier können Sie zum Beispiel Ihre Erfahrungen mit kommunalen Energieleitplänen oder aus dem Stadtumbau Ost einbringen. In den genannten Prozessen hat sich nämlich gezeigt: Durch frühzeitiges Abstimmen der Entwicklungsprozesse zwischen den städtischen Akteuren lassen sich Infrastrukturlösungen durchaus optimieren.

- Setzen Sie sich neben den technischen Erfordernissen auch intensiv mit dem nötigen Zusammenspiel der Akteure in Planung und Betrieb der Infrastrukturen auseinander.

Bei der Suche nach integrierten planerischen Lösungen sind neben den technischen Erfordernissen auch die erforderlichen Governance-Strukturen für das Zusammenspiel der beteiligten Akteure anzupassen.

- Integrierte Ansätze in Planungsverfahren leben von der Vielfalt der Sichtweisen, Kenntnisse und Interessen der beteiligten Akteure. Nutzen Sie diese Vielfalt (auch wenn es manchmal „schwierig“ sein mag). Sofern Ihre Kommune noch nicht über Erfahrungen mit Beteiligungs- und Mediationsverfahren verfügt, bieten sich zahlreiche Dienstleister an.

Im Zuge des integrierten Planens und Abwägens bei der Etablierung neuer Infrastrukturen sollten auch die bereits vorhandenen Infrastrukturen sektorübergreifend analysiert und planerisch einbezogen werden. Oft ergeben sich daraus neue Lösungen und Ansatzpunkte, um Infrastruktursysteme zu koppeln und damit etwa Stoffströme integriert zu behandeln und im Sinne von Kreisläufen zu konzipieren.

Handlungsfeld: Bei der Infrastrukturplanung die Flächenpotenziale berücksichtigen

Infrastruktursysteme erschließen Räume und nehmen Flächen in Anspruch. Im Energiesektor werden Flächen z. B. durch konventionelle Kraftwerke und Anlagen zur Gewinnung Erneuerbarer Energien genutzt. Besonders Verkehrsinfrastrukturen weisen eine enorme Flächeninanspruchnahme auf. Durch das Verlagern von Verkehr weg vom motorisierten Individualverkehr hin zu flächensparenden Verkehrsträgern (Füße, Fahrrad, ÖPNV, Car-Sharing) eröffnen sich – gerade in Städten – Chancen, Flächen im Straßenraum anderweitig zu nutzen. Ein Umwidmen dieser Verkehrsflächen kann neue, ressourcenleichte Flächennutzungen ermöglichen.

Das Umwidmen von genutzten Flächen und der Rückbau von Infrastruktursystemen sind planerisch anspruchsvoll und je nach Sektor oder Infrastruktur-Teilssystem mit unterschiedlich hohen Kosten verbunden. Gelegentlich wird ein möglicher Rückbau von Infrastruktur (z. B. von Verkehrswegen und Abwassersystemen im ländlichen Raum) von den Betroffenen nicht akzeptiert oder aus finanziellen Gründen nicht umgesetzt

(z. B. das Entfernen nicht mehr benötigter, stillgelegter Abwasserkanäle). Daher sind schon bei der Planung neuer Infrastrukturen deren Flächeninanspruchnahme, Kosten und Raumwirkungen kritisch zu prüfen.

Folgende Empfehlungen und Hinweise halten wir in diesem Zusammenhang für sinnvoll:

- ▶ Verringern Sie den durch Neubau von Infrastrukturen verursachten „Flächenverbrauch“.
- ▶ Verankern Sie die Flächeninanspruchnahme als ein Prüfkriterium im Rahmen Ihrer Planungshoheit von Infrastruktursystemen (z. B. in der Bauleitplanung und in Fachplanungen).

So können Sie z. B. nach Möglichkeiten suchen, Flächen in Ihrer Stadt oder Region multifunktional zu beplanen und zu nutzen. Das Umgestalten und der Rückbau von monofunktionalen Auto-Verkehrsflächen bieten sich hierfür besonders an.

Stockholm – Integriertes Denken startet mit der Stadtentwicklung

Problemstellung: In der Stadt- und Regionalplanung spielen Aspekte einer ressourceneffizienten Infrastruktur oder der Kreislaufgedanke bisher meist nur eine untergeordnete Rolle. Jedoch können gerade in frühen Planungsphasen durch integriertes Planen große Potenziale erschlossen werden. Des Weiteren liegt in der Stadtentwicklung der Schlüssel zur Minimierung der Flächeninanspruchnahme.

Ansatz: Im Stockholmer Stadtteil Hammarby Sjöstad wurde seit Ende der 1990er-Jahre ein nachhaltiger Stadtteil mit Wohnungen für 25.000 Einwohner, mit Läden und Bürogebäuden entwickelt. Ziel war es, ein Wohnumfeld auf der Basis nachhaltiger Ressourcennutzung zu schaffen, in dem u.a. Energieverbrauch und Abfallaufkommen minimiert werden – bei gleichzeitiger Maximierung von Recycling. Die hochgesteckten Umweltziele sollen vor allem durch Planung, Infrastruktur und Bauvorgaben erreicht werden und nur zu einem kleineren Teil vom Verhalten der Bewohner abhängen. Die üblicherweise in unterschiedlichen Phasen des Projekts beteiligten Akteure (z. B. Entwickler und Ver-/Entsorgungsunternehmen) wurden bereits vor Beginn der Planung vernetzt. Auf Druck der Stadtplanung entwickelten die Infrastrukturdienstleister ein gemeinsames integriertes Eco-Cycle-Modell für das neue Stadtgebiet. Der integrierte Ansatz wurde in Hammarby Sjöstad umfassend umgesetzt: u.a. durch a) eine Reduzierung der Flächeninanspruchnahme mittels Entwicklung auf Brachflächen, b) einen umfassenden Ausbau von ÖPNV und Fahrradinfrastruktur bei gleichzeitiger Minimierung von Stellplätzen für Pkw, c) ein Verbot von umwelt- und gesundheitsschädigenden Baustoffen, d) den Einsatz von Erneuerbaren Energien, e) eine Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude, f) die In-Wertsetzung von Abwasser und Abfällen als Ressource und g) die Berücksichtigung von Maßnahmen zur Klimaanpassung.

Das Eco-Cycle-Modell integriert die technischen Infrastrukturen für Energie, Abfälle, Wasser und Abwasser, die Infrastrukturen für Mobilität sowie die „blaue“ und „grüne“ Infrastruktur zur Verbesserung der Lebensqualität der Bewohnerschaft.

Fazit: Das Beispiel Hammarby Sjöstad zeigt, wie mit integrierten Stadtplanungsansätzen verschiedene Infrastruktursysteme verknüpft und optimiert werden können, wenn Akteure aus den Infrastruktursektoren frühzeitig eingebunden werden und untereinander kooperieren (müssen). Durch integrierte Stadtplanung lässt sich die Verringerung des Ressourcenverbrauchs (Energieverbrauch, Verkehrsaufkommen, Abfallvermeidung und -recycling) frühzeitig angehen. Das Beispiel ist innovativ – durch das systemische Betrachten und Verknüpfen der Infrastrukturen in technischer wie institutioneller Hinsicht.

Quelle/Information: Sofie Pandis (2014): Industrial ecology for sustainable urban development – the case of Hammarby Sjöstad, KHT, Stockholm. bygg.stockholm.se/hammarbysjostad (13.04.2016).



Quelle: commons.wikimedia.org/wiki/File:Sickla_udde,_flygfoto_2014-09-20_2.jpg?uselang=de, Foto: Johan Fredriksson

Eine weitere Maßnahme könnte darin bestehen, den Neubau von Infrastrukturen mit Rückbau-Strategien zu koppeln. Damit ließe sich in der Gesamtbilanz die zusätzliche Flächeninanspruchnahme ausgleichen. Mittel- bis langfristig könnte so das Ausmaß der durch Siedlung und Verkehr beanspruchten Flächen „eingefroren“ werden.

Das Beispiel aus Stockholm zeigt, welche Fragen und Gesichtspunkte der Stadtentwicklung, Verkehrs-, Umwelt- und Ressourcenpolitik sich integriert bearbeiten lassen.

Handlungsfeld: Rohstoffe – Kreislaufwirtschaft fördern – negative Umweltauswirkungen verringern

Das verstärkte Verwenden von Sekundärmaterial (z. B. Asphalt, Kupfer) und die Erhöhung der Nutzungsdauern von Infrastrukturkomponenten können helfen, die Systeme ressourcenleichter zu machen. Die Verwendung von Recyclingmaterial ist dabei besonders wichtig. Sie wirkt sich nämlich bereits in der Phase der Instandhaltung und Erneuerung fast des gesamten Infrastrukturbestandes aus – die Effekte betreffen eben nicht nur den Teilbestand, der sich im Umbau befindet. Recyclingasphalt etwa kann schon im Straßenbestand eingesetzt werden – und nicht erst bei einer Erweiterung des Straßennetzes. Dadurch lässt sich der Energieaufwand deutlich mindern. Den Einsatz von Sekundärrohstoffen und -baustoffen zu forcieren und Maßnahmen umzusetzen, welche die Nutzungsdauer verlängern, verbessert die zentralen Kenngrößen ressourcenleichter Infrastrukturen: die Inanspruchnahme von Materialien und Energie sowie den Ausstoß von Treibhausgasen.

Folgende Empfehlungen und Hinweise halten wir in diesem Zusammenhang für sinnvoll:

- ▶ Verringern Sie die Ressourceninanspruchnahme durch konsequentes Recycling von Baustoffen. Bedenken Sie dabei in allen Sektoren und bei allen Infrastrukturkomponenten auch die kritischen/seltenen Materialien.

- ▶ Prüfen Sie, inwiefern Sie als öffentlicher Auftraggeber bei Vergaben qualitative Vorgaben für das Recycling von Baustoffen und Materialien von Infrastruktursystemen als Kriterium in den „Terms of Reference“ etablieren können.

Auf regionaler Ebene können unterstützende Maßnahmen zum Aufbau von Sekundärrohstoff-Märkten sinnvoll sein.



Foto: J. Friederich Storz Verkehrswegebau GmbH & CO. KG

Baden-Württemberg – Recyclingmaterialien sparen Primärressourcen

Problemstellung: Der Bausektor gehört zu den ressourcenintensivsten Wirtschaftssektoren überhaupt. Gebäude und Infrastrukturen sind ein „Rohstofflager“, ihre mineralischen Baustoffe können nach Nutzungsende mittels Recycling neuen oder hergebrachten Nutzungsformen wieder zugeführt werden. Deshalb liegen im nachhaltigen und ressourcenschonenden Hoch- und Tiefbau große Potenziale, die genutzt werden müssen, um die Ressourceninanspruchnahme in Deutschland zu verringern.

Ansatz: Um den Ressourcenverbrauch in Baden-Württemberg zu reduzieren, wird bei der Verkehrsinfrastruktur vorrangig deren Erhaltung vor dem Neubau angestrebt. Ein Ziel der Baden-Württembergischen Landesregierung ist es, Techniken zur möglichst ressourcenschonenden Erhaltung der Verkehrsinfrastruktur zu erproben. Mit dem Projekt „Maximalrecycling 90“ soll die Recyclingquote für alte Fahrbahnbeläge auf bis zu 90 Prozent erhöht werden. Beim Maximalrecycling 90 wird das Asphaltgranulat, welches aus dem alten Fahrbahnbelag gewonnen wird, in der Asphaltmischanlage über eine Paralleltrommel zugegeben. Dabei wird als Additiv ein Öl-Wachs-Gemisch hinzugefügt, hier Storbit Plus. Dieses hat die Aufgabe, das im Asphaltgranulat vorhandene Bindemittel zu verjüngen und somit einer Versprödung und Rissebildung über die Standzeit hinweg entgegenzuwirken. Auf diesem Wege ist ein höherer Verwertungsanteil an Recyclingmaterial möglich. Die Technologie ist ebenso auf der kommunalen Ebene zu nutzen.

Fazit: Das Projekt „Maximalrecycling 90“ spart einen großen Anteil an Primärmaterialien im Straßenbau ein. Da Bau und Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur sehr ressourcenintensiv sind, liegen hier große Einsparpotenziale. Ferner wird Energie eingespart – zum einen bei der Aufbereitung im Vergleich zur Herstellung von Gesteinskörnung aus Kies, zum anderen durch die geringeren Transportentfernungen. Im Bereich Hochbau gibt es ebenfalls seit einigen Jahren positive Entwicklungen; so wird dort immer häufiger der Sekundärbaustoff Recyclingbeton (RC-Beton) eingesetzt. Beispielsweise werden in Zürich alle kommunalen Gebäude mit RC-Beton entwickelt (siehe auch Best-Practice-Beispiel im RELIS-Abschlussbericht).

Quelle/Information: www.storz-tuttlingen.com/aktuelles-presse/aktuelle-themen/maximalrecycling-90/ (14.04.2016).
www.ise.kit.edu/rd_download/SBT/Maximalrecycling_bei_Aspaltschichten_in_Baden_Wuerttemberg.pdf (14.04.2016).
baunetzwerk.biz/ausbauasphalt-optimal-verwerten/150/4264/83806/ (14.04.2016).

Handlungsfeld: Energiewende beschleunigen und Kohleausstieg forcieren

Neben dem Ausstieg aus der Kernenergie sollte nun auch der Ausstieg aus der Kohle konsequent und zügig angegangen werden. Denn durch den Rückbau der mit fossilen Energieträgern betriebenen Anlagen wird die Nutzung des Infrastrukturbestands merklich ressourcenleichter. Der veränderte Strommix für den Betrieb der Infrastruktursysteme schlägt sich nämlich auch in den Bilanzen nieder. Der Ausbaupfad von Anlagen zur Gewinnung Erneuerbarer Energien (EE) wirkt sich ebenfalls auf die anderen Infrastrukturbereiche aus. Auch wenn die strategische Ausrichtung der Energiepolitik beim Bund angesiedelt ist, zeigen die Erfahrungen der vergangenen Jahre im Rahmen der Energiewende, welche wichtige Rolle Stadtwerke und andere lokale Energieversorger spielen können.

Folgende Empfehlungen und Hinweise halten wir in diesem Zusammenhang für sinnvoll:

- Berücksichtigen Sie bei der Bewertung von Flexibilitätsoptionen für den EE-Ausbau (Stromnetzausbau, Lastmanagement, Smart Grids, verschiedene Spei-

cher) neben Systemstabilität, Sicherheit und Kosten auch die Ressourceninanspruchnahme durch Bau, Betrieb und Unterhalt der Infrastruktursysteme.

- Errichten Sie neue Anlagen dort, wo dies mit Blick auf die Übertragungsnetze sinnvoll ist. Berücksichtigen Sie bei der Standortwahl Kriterien wie drohende Zersiedlung und Landschaftsbeeinträchtigung.

Als regionaler Planungsakteur können Sie hier ebenso Beiträge leisten wie als Gesellschafter eines kommunalen Energieversorgers und Verteilnetzbetreibers. Selbstverständlich dürfen Sie als solcher die wirtschaftliche Basis des Unternehmens nicht gefährden. Trotz eines zum Teil schwierigen Förderrahmens (Erneuerbare-Energien-Gesetz [EEG] usw.) belegen zahlreiche Beispiele aus der Praxis, dass eine innovative, regenerative Energieversorgung auch lokal vorangetrieben werden kann (vgl. hierzu auch das Best-Practice-Beispiel des „Virtuellen Kraftwerks“ in Frankfurt/Main).

Ludwigshafen – Wärmewende beschleunigen mit Power-to-Heat

Problemstellung: Die Wärmeversorgung ist im Vergleich zur Stromversorgung der etwas „stiefmütterlich“ behandelte Sektor der Energiewende – dabei liegen hier große Primärenergieverbräuche und zugleich Einsparungspotenziale vor. Eine weitere Herausforderung besteht darin, temporäre Überangebote an Strom aus Erneuerbaren Energien sinnvoll zu nutzen. Volatile, also schwankende Strommengen lassen sich etwa durch Flexibilitätsoptionen wie optimiertes Lastmanagement und Speicherung besser nutzen.

Ansatz: Um die aufgeführten Herausforderungen anzugehen, haben die Technischen Werke Ludwigshafen (TWL) das städtische Fernheizkraftwerk um eine Power-to-Heat-Anlage (PtH) ergänzt. (Anmerkung: In Dänemark werden bereits über 40 Prozent des Stroms aus Wind erzeugt, weshalb schon um 2005 erste Power-to-Heat-Anlagen errichtet wurden.) Mit der PtH-Technologie wird Überschussstrom in Wärmeenergie umgewandelt und gespeichert. Einerseits wird über den Wärmespeicher Regelleistung zur Verfügung gestellt, andererseits lässt sich Wärme direkt ins Fernwärmenetz einspeisen. In weniger als fünf Minuten ist die verlangte Leistung erreicht. Durch die kurze Reaktionszeit kann TWL hochwertige sekundäre Regelleistung anbieten. Dies kann zu einem optimierten Lastmanagement im Strombereich sowie zur Verminderung von Treibhausgas-Emissionen und Luftschadstoffen durch geringere Verbräuche fossiler Energieträger beitragen.

Fazit: Mit der PtH-Technologie lassen sich schwankende Strommengen aus erneuerbaren Quellen effektiver nutzen und die Stromnetze stabilisieren. Damit beteiligen sich die TWL im Rahmen der Wachstumsstrategie TWL 2020 aktiv an Lösungen zur Umsetzung der Energiewende. Das Beispiel zeigt, wie sich die Transformation des Energiesystems im Bereich der dezentralen Energieversorgung durch lokales Know-how erfolgreich umsetzen lässt.

Quelle/Information: Die Kommune als Bindeglied zwischen dezentraler Infrastruktur und dem europäischen Energiemarkt, Kongress 100% Erneuerbare Energie Regionen, Vortrag von Matthias Karger, Leiter Business Development bei Clens, 10.–11. November 2015, Kassel.

Handlungsfeld: IKT als Schlüsseltechnologien begreifen

Die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind die Schlüsselinfrastruktur zur Sektorkopplung und für die Entwicklung von (neuen) Dienstleistungen. Die auf Basis von IKT ermöglichten (neuen) Dienstleistungen können sich positiv auf Ressourcenleichtigkeit und die effiziente Weiterentwicklung von Infrastrukturen auswirken. Sie sind z. B. Voraussetzung für virtuelle Kraftwerke (siehe unten) oder intelligente multimodale Verkehrssysteme. Sie können jedoch ebenso kritische Entwicklungen für den Ressourceneinsatz beschleunigen, etwa wenn autonomes Fahren nicht zur erhofften Verminderung, sondern zu einem weiteren Anstieg des motorisierten Individualverkehrs führt.

Auch wenn beim Einsatz von IKT viele problematische Rohstoffe verwendet werden und der IKT-Infrastrukturausbau zusätzliche Ressourcen in Anspruch nimmt, stehen diesen „kritischen“ Argumenten positive, ressourcenleichte Effekte in anderen Sektoren gegenüber. Der IKT-Ausbau ist damit „Mittel zum Zweck“, zumal in der Gesamtschau der im Vorhaben betrachteten Sektoren die IKT-Infrastrukturen mengenmäßig kaum ins Gewicht fallen. Diese „Ermöglichungsfunktion“ weist

IKT eine zentrale Rolle bei der ressourcenleichten (Um-) Gestaltung von Infrastrukturen zu.

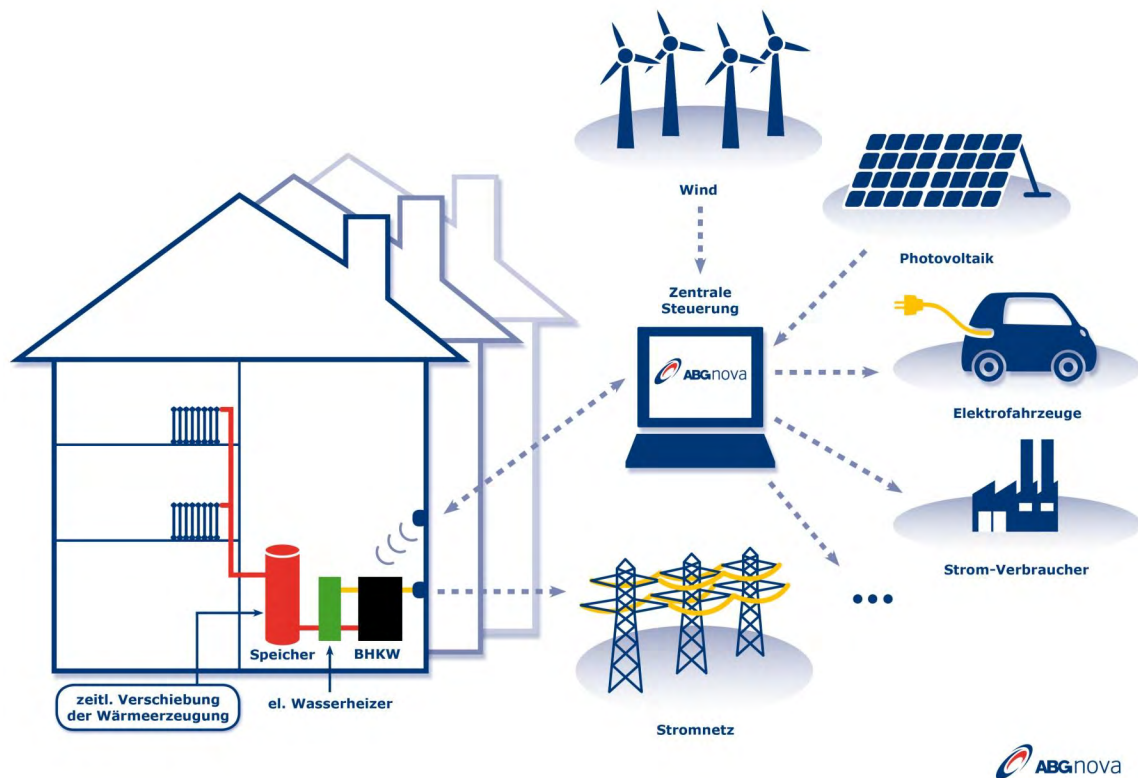
Auch wenn die IKT-Infrastrukturen stark von privaten Unternehmen dominiert werden und öffentliche regionale und lokale Akteure insgesamt eher eine untergeordnete Rolle spielen mögen, bieten sie dennoch Ansatzpunkte – insbesondere, wenn das lokale Stadtnetz über eine IKT-Sparte verfügt.

Gegebenenfalls sehen Sie Ihre Einflussmöglichkeiten weniger in der direkten Gestaltung der IKT-Infrastruktur in der Region als vielmehr in der Digitalisierung an sich.

Das folgende Beispiel zeigt eine Möglichkeit auf, durch IKT-Anwendung im kommunalen Unternehmen einen Beitrag zur Ressourcenleichtigkeit von Infrastrukturen zu leisten.

Abbildung 4:

Energiewende: Das Virtuelle Kraftwerk kombiniert dezentrale Blockheizkraftwerke, Elektrofahrzeuge, Verbraucher und Erneuerbare Energien



Quelle: www.abgnova.de/pdf/2012_PDF/120419_Grafik_A1.pdf?m=1472732025

Frankfurt – Effizienz durch IKT-Vernetzung erhöhen

Problemstellung: Der Energiemarkt wird durch die Energiewende zunehmend dezentraler und kleinteiliger. Die Hauptaufgabe besteht darin, die volatile Energieerzeugung und die Verbräuche auszugleichen, damit die Versorgung stabil betrieben werden kann und nur geringe Verluste entstehen. In virtuellen Kraftwerken wird mittels IKT eine Vielzahl von dezentralen Energieerzeugern miteinander verknüpft und zusammengeschaltet, um die Herausforderung anzugehen. Des Weiteren entstehen neue Marktfelder.

Ansatz: ABG Frankfurt Holding und Mainova AG haben im April 2012 Frankfurts erstes virtuelles Kraftwerk mit Blockheizkraftwerken (BHKW) gestartet. Zunächst wurden zehn BHKW in verschiedenen Liegenschaften der ABG vernetzt. Durch deren zentrale Steuerung soll die Erzeugung der Wärme möglichst auf die Zeiten verschoben werden, in denen Strom im Netz benötigt wird. Diese zeitliche Flexibilisierung der Wärmeerzeugung bzw. Entkoppelung vom kurzzeitigen Bedarf erfolgt durch Warmwasserspeicher. Das virtuelle Kraftwerk verwendet als Anhaltspunkt (Indiz) für das Stromangebot aus Wind und Sonne den Strompreis an der Leipziger Börse EEX. Über einen „Fahrplan“ soll die Stromerzeugung in die „teuersten“ Stunden verlagert werden. Das virtuelle Kraftwerk der Mainova und ABG soll fortlaufend wachsen und weitere bestehende BHKW in das Netzwerk einbinden, unabhängig von Hersteller, Typ und Baujahr.

Fazit: Das virtuelle Kraftwerk basiert auf existierenden BHKW-Anlagen, die mittels IKT vernetzt werden und deren Funktion für das Gesamtsystem optimiert wird. Diese Systemoptimierung erhöht die Effizienz des Stromnetzes und führt zu einem geringeren Bedarf an Energieerzeugung auf Grundlage fossiler Energieträger. Der Leitungsausbau kann langfristig reduziert werden. Es werden also zum einen Ressourcen (Materialien, Energie, Fläche) eingespart, zum anderen Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen verringert. Die IKT kann damit ein Schlüsselinstrument beim Einsparen von Ressourcen sein. Auch das oben vorgestellte Beispiel zur Verkehrssteuerung in Stockholm basiert auf einer umfassenden Ausstattung mit IKT-Infrastruktur.

Quelle/Information: www.hessen-it.de/mm/mm001/CO2_Final.pdf (10.04.2016) und www.abgnova.de/aktionen/virtuelles_kraftwerk.php?&print=true (10.04.2016).

Weitere interessante Praxisbeispiele im Kontext ressourcenreicher Infrastrukturen

Cluster Energie

- ▶ Smart Grids Modellregion Salzburg
www.ooe-zukunftsakademie.at/Roland_Wernik_ZukunftWohnen_24022014.pdf (30.03.2016).
www.smartgridssalzburg.at/content/website_smart-grids/de_at/projekte.html (24.03.2016).
www.salzburg-ag.at/innovation/smart-grids/ (24.03.2016).
- ▶ Hybrides-Kraftwerk Prenzlau – Wasserstoff-Wind-Bio-gas
www.enertrag.com/projektentwicklung/hybridkraftwerk.html# (10.04.2016).
kraftwerkforschung.info/quickinfo/hybridkraftwerke/hybrid-premiere-als-energiespeicher/ (10.04.2016).
- ▶ Regionales Regelkraftwerk Feldheim (RRKW)
Nicklas Netzel, Lokale Energieströme etablieren – am Beispiel des Regionalen RegelKraftWerks, Energiequelle GmbH, Vortrag auf AEE (01.03.2016).
forschung-energiespeicher.info/batterie-im-netz/projektliste/projekt_einzelansicht/104/Netzstabilisierung_mittels_Batteriekraftwerken/ (01.03.2016).

Cluster Wasser

- ▶ Fernkälte aus Grundwasserüberleitung für Rechenzentrum in München
www.swm.de/geschaeftskunden/m-fernkaelte/bmw.html (10.04.2016).
www.swm.de/dam/jcr:7ef2e309-0c10-4b26-b011-0c5e881a2ba2/abschlussbericht-fernkaelte-dt.pdf (10.04.2016).
- ▶ Ökologisches Bauen mit Komposttoiletten und Pflanzenkläranlage in Schöneiche
www.oekosiedlungen.de/schoeneiche/ (10.03.2016).
- ▶ Kleinkläranlagen entlasten kommunale Haushalte – Beispiel „Dahler Feld“
www.kleinklaeranlagen-aquamax.de/produkte/puroo-kleinklaeranlage.html (10.03.2016).
www.isi.fraunhofer.de/isi_wAssets/docs/profil/de/produktblaetter/produktblatt_akwa-dahler-feld.pdf (10.03.2016).
www.baulinks.de/webplugin/2006/1875.php4 (10.03.2016).
www.baufachinformation.de/literatur/10039016267 (10.03.2016).

Cluster Mobilität

- ▶ Optimierung der Warenlieferungslogistik mit dem Cargohopper in Utrecht
www.bestfact.net/wp-content/uploads/2013/08/CL1_12_QuickInfo_Cargohopper-26July2013.pdf (13.04.2016).
www.zukunftmobilitaet.net/120226/konzepte/innen-stadtlogistik-cargohopper-konzept-staedtischer-liefer-verkehr-elektromobilitaet-ohne-stau/ (13.04.2016).
- ▶ Nachhaltige Mobilität im urbanen Raum durch Umsetzung des Fahrradkonzepts Kopenhagen
nationaler-radverkehrsplan.de/ (03.03.2016).
www.zukunftmobilitaet.net/2238/verkehrssicherheit/kopenhagen-radwege-extrabreit-strassenverkehrssicherheit/ (03.03.2016).
kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/823_Bg65v7UH2t.pdf (03.03.2016).
- ▶ Mobilcard Krenglbach (inkl. eCar-Sharing)
www.klimaaktiv.at/mobilitaet/mobilitaetsmanagem/kommunalregional/krenglbach.html (20.04.2016).
www.amv-networks.com/media-relations/pressemitteilungen/Oesterreichweit-einzigartiges-Mobilitaetsprojekt-mit-dem-AMVrSystem_557 (20.04.2016).
www.energiebewegung.at/mein-projekt/projekt/mobilcard-krenglbach/#.VfrOiEZ2NLs (20.04.2016).
mobilcard.at (20.04.2016).
- ▶ Intermodalitätskarte Stuttgart
www.bosch-si.com/de/loesungen/mobility/unsere-loesungen/stuttgart-services.html (10.03.2016).
www.ssb-ag.de/Stuttgart-Services-870-0.html (10.03.2016).
www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.elektromobilitaet-in-stuttgart-das-ziel-ist-eine-karte-fuer-alles.1cb3b1d9-5b2b-4353-81df-1f05fa175bd1.html (10.03.2016).
www.stuttgart-services.de/projektfortschritt/best-practice-preis-telematik-in-kommunen.html (03.03.2016).
- ▶ Elektro-Bürgerrufauto in Oberreichenbach
www.oberreichenbach.de/index.php?option=com_content&task=view&id=547&Itemid=119 (03.03.2016).
www.schwarzwaelder-bote.de/inhalt.oberreichenbach-buergerrufauto-faehrt-mit-sonnenenergie.34af0061-c2ee-4247-ae65-5d1aaa9bc3fe.html (03.03.2016).
www.lqn-leader.de/index.php?id=346 (02.03.2016).

- **StreetScooter in Bonn – CO₂-Freie Zustellung durch DP/DHL**
www.dpdhl.com/de/presse/veranstaltungen/co2freie_zustellfahrzeuge.html (31.08.2016).
www.bonn.de/rat_verwaltung_buergerdienste/presseportal/pressemitteilungen/22374/index.html?lang=de (07.04.2016).
www.streetscooter.eu/ueber-uns (07.04.2016).
adacemobility.wordpress.com/2014/12/10/post-kauft-streetscooter-pakete-per-e-auto/ (10.04.2016).

Cluster integrierte Planung/Ressourcen

- **Nutzung von Biogas zum Antrieb von Müllfahrzeugen der Berliner Stadtreinigung (BSR)**
www.bsr.de/9495.html (14.04.2016).
www.energiezukunft.eu/umwelt/technik/berliner-muellfahrzeuge-tanken-biomethan-gn101284/ (13.04.2016).
- **Einsatz von Recycling-Beton durch die Ressourcenstrategie Zürich**
www.stadt.zuerich.ch/hbd/de/index/hochbau/nachhaltiges_bauen/lsp4_tf3.html (13.04.2016).
www.energie.ressourcen.ch/Downloads/Ressourcenstrategie_Stadt_Zuerich.pdf (13.04.2016).
www.muellundabfall.de/ce/ressourcenstrategie-bauwerk-stadt-zuerich/detail.html (13.04.2016).

Weiterführende Literatur

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2012): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) – Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/progress_broschuere_de_bf.pdf. Aufgerufen am 31.10.2016.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2014): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/aktionsprogramm-klimaschutz-2020/. Aufgerufen am 31.10.2016.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014): Digitale Agenda 2014–2017. www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-agenda-

2014-2017,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf. Aufgerufen am 31.10.2016.

Bundesregierung (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Aufgerufen am 14.11.2016.

Hülsmann, F.; Mottschall, M.; Hacker, F.; Kasten, P. (Öko-Institut e.V.) (2014): Konventionelle und alternative Fahrzeugtechnologien bei Pkw und schweren Nutzfahrzeugen – Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs bis 2050; Öko-Institut Working Paper 3/2014.

Kluge, T.; Libbe, J. (Hrsg.) (2010): Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. Handreichung zur Realisierung neuartiger Infrastrukturlösungen im Bereich Wasser und Abwasser, Berlin.

Libbe, J.; Köhler, H.; Beckmann, K. J. (2010): Infrastruktur und Stadtentwicklung. Technische und soziale Infrastrukturen – Herausforderungen und Handlungsoptionen für Infrastruktur- und Stadtplanung, Berlin; Edition Difu – Stadt Forschung Praxis, Band 10.

Umweltbundesamt (2016): Praxishilfe – Klimaanpassung in der räumlichen Planung, Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel. www.umweltbundesamt.de/publikationen.

Umweltbundesamt (UBA) (2014): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050, Dessau-Roßlau. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/07_2014_climate_change_dt.pdf. Aufgerufen am 31.10.2016.

Umweltbundesamt (2011): Leitkonzept – Stadt und Region der kurzen Wege. www.umweltbundesamt.de/publikationen.

Umweltbundesamt (Herausgeber): Die Ergebnisse des UFOPLAN-Vorhabens „Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest (RELIS)“ sind ausführlich im Abschlussbericht dargelegt (erscheint im Jahr 2017), www.umweltbundesamt.de/publikationen.



► Diese Broschüre als Download
<http://bit.ly/2dowYYI>

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt