

CLIMATE CHANGE

09/2020

Auf dem Weg zu klimagerechten kommunalen Infrastrukturen

Abschlussbericht

CLIMATE CHANGE 09/2020

Projektnummer 125346

FB000233

Auf dem Weg zu klimagerechten kommunalen Infrastrukturen

Abschlussbericht

von

Dr. Boris Mahler, M.Sc. Tobias Nusser, M.Sc. Simone
Idler, B.Sc. Lea Traud

Steinbeis-Transferzentrum für Energie-, Gebäude- und Solar-
technik, Stuttgart

Dipl.-Ing. Stefan Bendiks, M.Sc. Ana Daniela Dresler
Artgineering, B-Brüssel

Dipl.-Betriebsw. Barbara Schwerdtle, Axel Vartmann,
Daniel Langlois
Solar Consulting GmbH, Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:
Steinbeis-Transferzentrum für Energie-, Gebäude- und Solartechnik
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

Abschlussdatum:
November 2019

Redaktion:
Fachgebiet V 1.2 Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie
Lizzi Sieck und Sebastian Wunderlich

Publikationen als pdf:
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Januar 2020

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

Kurzbeschreibung: Sachverständigengutachten „Auf dem Weg zu klimagerechten kommunalen Infrastrukturen“

Das vorliegende Sachverständigengutachten identifiziert und bewertet Kriterien für eine erfolgreiche Realisierung von klimagerechten kommunalen Infrastrukturen. Der Untersuchungsgegenstand konzentriert sich hierbei auf die Kategorien Gebäude, Wärmenetze und Radverkehrswege. Die Kommunen und ihre Eigenbetriebe können die Ausgestaltung dieser drei Infrastrukturen stark beeinflussen, weshalb sie wichtige Pfeiler einer klimagerechten Entwicklung sind. Auf Basis einer Literaturrecherche und praktischer Erfahrungen identifizierten die Auftragnehmer Infrastrukturelemente, Kriterien und Maßnahmen und erarbeiteten damit die Struktur eines Kriterienkatalogs für klimagerechte kommunale Infrastrukturen. In einem Workshop diskutierten Vertreterinnen und Vertreter von Kommunen und kommunalen Unternehmen den Kriterienkatalog, sowie welche Planungs- und Handlungsmöglichkeiten Kommunen zur Verfügung stehen. Übergeordnete Handlungsempfehlungen der Workshop-Teilnehmenden an die Politik flossen in die Ausarbeitung des Gutachtens mit ein.

Der erarbeitete Kriterienkatalog besteht aus insgesamt 40 Elementen. Diese Elemente sind als erforderliche Rahmenbedingungen, organisatorische oder technische Maßnahmen, Konzeptansätze als auch konkrete Infrastrukturelemente zu verstehen. Mit einer standardisierten Gliederung der Elemente erhalten die Leserinnen und Leser eine übersichtliche und verständliche Kurzbeschreibung von Erfolgsfaktoren, Hemmnissen, Aufwand und Bewertungsansätzen.

In der Kategorie **Gebäude** sind Elemente mit Schwerpunkt auf den Klimaschutz benannt, die grundsätzlich die Notwendigkeit zur Energieeinsparung und -effizienz sowie die konsequente Nutzung erneuerbarer Energien bei der Deckung des Gebäudeenergiebedarfs adressieren. Im Bereich der Klimawandelanpassung wird zuvorderst auf bauliche Maßnahmen eingegangen, die gerade bei zunehmender sommerlicher Überhitzung im Bereich Komfort und Aufenthaltsqualität einen Nutzen für die Bewohner und Bewohnerinnen darstellen.

Die Kategorie **Wärmenetze** zeigt am Beispiel von zehn Elementen auf, wie heutige zentrale Wärmeversorgungssysteme, speziell durch die Nutzung erneuerbarer Energien, zu klimagerechten Infrastrukturen transformiert werden können. Der Kommune kommt in dieser Kategorie vor allem die Aufgabe zu, die strategischen Planungsgrundlagen anzustoßen, indem sie auf kommunaler Ebene Konzepte und Analysen durchführt. Darüber hinaus können kommunale Stadtwerke Maßnahmen und Projekte direkt umsetzen.

Bei den Elementen in der Kategorie **Radverkehr** liegt der Schwerpunkt auf konkreten Maßnahmen, die Kommunen anwenden können, um den Radverkehr zu fördern. Bei der Umsetzung dieser Maßnahmen ist es besonders wichtig, auf zusammenhängende Radverkehrsnetze mit einer klaren Hierarchie hinzuarbeiten. Hauptziel ist es Infrastrukturen zu schaffen, die möglichst vielen und diversen Zielgruppen durchgängiges, direktes, sicheres, komfortables, attraktives Radfahren ermöglichen.

Die Ergebnisse des Sachverständigengutachtens dienen zum einen der fachlichen Vorbereitung von Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes sowie perspektivisch der Erstellung eines Leitfadens bzw. Orientierungsinstruments für kommunale Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Ein solcher Leitfaden kann potenziell Orientierung für die Bewertung kommunaler Infrastrukturen hinsichtlich deren klimagerechter Ausgestaltung bieten. Überdies kann er Planungs- und Handlungsmöglichkeiten für eine klimagerechte Transformation aufzeigen.

Abstract: Expert report "Towards climate-just municipal infrastructures"

The present expert report identifies and evaluates criteria for a successful implementation of climate-just municipal infrastructures. The object of research concentrates on the categories buildings, district heating systems and bicycle traffic. Local municipalities and municipal utilities are important pillars of a climate-just development as they have a major influence on the design of these three infrastructures. Based on a literature review and practical experience, the contractors identified infrastructure elements, criteria and measures and developed thereby the structure of a list of criteria for climate-just municipal infrastructures. In a workshop, representatives of municipalities and municipal utilities discussed about the list of criteria and which possibilities of planning and implementation actions are available for municipalities. Overarching recommendations for actions by the workshop participants for policy makers are included in the elaboration of the report.

The developed list of criteria consists of 40 elements. In a broader sense, these elements are to be understood as necessary framework conditions, organisational or technical measures, conceptual approaches as well as concrete infrastructure elements. With a standardized structure of the elements, the reader receives a clear and understandable short description of success factors, barriers, effort and evaluation approaches.

The category "**buildings**" includes elements with focus on climate protection that address the need for energy saving and efficiency, as well as the consequent use of renewable energies to cover the energy demand of buildings. In the range of climate change adaptation and in particular for increased overheating during summer months, those building measures are listed first, which are beneficial for residents in terms of comfort and quality of stay.

Using ten elements as examples, the category "**district heating systems**" shows how present district heating systems can be transformed into climate-just infrastructures, especially through the use of renewable energies. In this category, the municipality is primarily responsible for initiating the strategic basis for planning by carrying out concepts and analyses at municipal level. Furthermore, municipal utilities are able to directly implement measures for climate-just district heating.

The elements in the category "**cycling**" focus on specific measures that municipalities can implement to promote cycling traffic. By doing so, it is particularly important to work towards inter-linked cycling networks with a clear hierarchy. The main objective is to create infrastructures that enable continuous, direct, safe, comfortable and attractive cycling for as many and as diverse groups as possible.

On the one hand, the results of the expert report serve as a preparation for research projects of the German Environment Agency. On the other hand, it provides the foundation for a guideline for municipal employees. Such a guideline can potentially provide orientation for the assessment of municipal infrastructures with regard to their climate-just design. In addition, it can point out possible planning and implementation actions for a climate-just transformation.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	8
1 Einleitung.....	9
2 Methodisches Vorgehen	11
2.1 Definition von Kriterien für klimagerechte kommunale Infrastrukturen	11
2.1.1 Definition „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“	11
2.1.2 Literaturanalyse	11
2.2 Fachworkshop „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen	12
3 Projektergebnisse.....	14
3.1 Struktur für einen Kriterienkatalog „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“	14
3.1.1 Struktur der Kategorien	14
3.1.2 Struktur der Elemente	17
3.2 Übersicht der Elemente klimagerechter kommunaler Infrastrukturen.....	18
3.2.1 Kategorie Gebäude	18
3.2.1.1 Elementbeispiel Gebäude: Begrünung	19
3.2.2 Kategorie Wärmenetze	22
3.2.2.1 Elementbeispiel Wärmenetze: Übergabestationen und Rücklaufauskopplung.....	22
3.2.3 Kategorie Radverkehr	24
3.2.3.1 Elementbeispiel Radverkehr: Verkehrsflächenmanagement / Parkraumbewirtschaftung	25
3.2.4 Kategorie Kommune	28
3.2.4.1 Elementbeispiel Kommune: Klimaschutzplanung	29
3.3 Verwertungsempfehlung	32
3.4 Empfehlungen für Rahmenbedingungen und Vorgaben	33
3.4.1 Handlungsempfehlungen an die Politik.....	33
3.4.2 Tipps- und Tricks – Erfolgsfaktoren aus der Praxis	34
4 Quellenverzeichnis	36
A Anlage.....	44
A.1 Dokumentation Fachworkshop „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“	44

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Regionale Herkunft der Workshop-Teilnehmenden.....	12
Abbildung 2: Gliederung und Bausteine des Bewertungskatalogs	18
Abbildung 3: Visualisierung zu Gebäudebegrünung	19
Abbildung 4: Visualisierung zu Übergabestationen und Rücklaufauskopplung.....	22
Abbildung 5: Visualisierung zu Verkehrsflächenmanagement und Parkraumbewirtschaftung.....	25
Abbildung 6: Visualisierung zur kommunaler Klimaschutzplanung	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: CO ₂ -Aufnahme Gebäudebegrünung	21
---	----

Abkürzungsverzeichnis

EEA	European Energy Award
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSM	Klimaschutzmanagement / Klimaschutzmanager/-in
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NRVP	Nationaler Radverkehrsplan
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PV	Photovoltaik
UBA	Umweltbundesamt
VCD	Verkehrsclub Deutschland e.V.

1 Einleitung

Eine erfolgreiche Umsetzung der nationalen und internationalen Klimaschutzziele erfordert die Mitwirkung der Kommunen. Dies hat auch das Übereinkommen von Paris verdeutlicht, in dem die Vertragsstaaten sich darauf verständigt haben, die globale Erderwärmung auf 2°C zu begrenzen und möglichst unter 1,5°C zu halten. Das Übereinkommen fordert die Kommunen auf, ihre Klimaschutzambitionen zu steigern und sieht die Notwendigkeit, das Wissen über mögliche kommunale Klimaschutzmaßnahmen zu verbessern (United Nations 2016). Viele deutsche Kommunen nehmen diese Rolle als wichtige Klimaschutzakteure bereits an, indem sie ihre kommunalen Zuständigkeiten und Handlungsmöglichkeiten für die Reduktion von Treibhausgasemissionen einsetzen.

Eine besondere Rolle spielen dabei die physischen kommunalen Infrastrukturen. Da sie sich im Besitz der Kommunen oder kommunaler Unternehmen befinden, können die Städte, Gemeinden und Landkreise direkt auf sie einwirken. Dies gilt u.a. für Verkehrsinfrastrukturen, die Wärmeversorgung, öffentliche Gebäude, Wasser- und Abwasserleitungen. Hinzu kommen die Infrastrukturen, die sich im privaten Besitz befinden, aber ebenso wichtig für den Klimaschutz sind. Auch auf einen erheblichen Anteil dieser Infrastrukturen können die Kommunen besonders in der Erstellungsphase durch ihr Planungsrecht Einfluss nehmen, beispielsweise im Gebäudesektor.

Da physische Infrastrukturen eine lange Lebenszeit haben, ist es von besonderer Bedeutung, schon bei der heutigen Planung und Bau die langfristigen Klimaschutzziele, also die Treibhausgasneutralität bis 2050, zu beachten. Die Studie des Umweltbundesamtes (UBA) „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“ legt dar, dass Deutschland bereits bis 2030 mindestens 70 % der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990 mindern muss, soll das Übereinkommen von Paris eingehalten werden (Purr et al. 2019). Diese Erkenntnis geht weit über die bisher beschlossenen politischen Ziele hinaus. Die Bundesregierung verfolgt mit dem Klimaschutzgesetz und dem Maßnahmenprogramm 2030 zum Klimaschutzplan 2050 („Klimapaket“) eine Treibhausgasmindering von 55 % bis 2030 im Vergleich zu 1990. Es wird deutlich, dass ein erheblicher Handlungsdruck auf allen Ebenen besteht, um die Ziele des Übereinkommens von Paris zu erreichen.

Neben Klimaschutzambitionen besteht ein sehr vielfältiges Interesse an kommunalen Infrastrukturen: u.a. der Wunsch nach attraktivem und günstigem Wohnraum, nach Grünflächen, Parkplätzen, Wirtschaftsraum und Anforderungen des Denkmalschutzes. Einige der Interessen ergänzen sich untereinander und mit Klimaschutzziele, andere stehen in Konkurrenz zueinander. Die Fortentwicklung von Infrastrukturen unter dem Zielbild der Treibhausgasneutralität ist daher für Kommunen keine einfache Aufgabe und steht zusätzlich unter dem Druck der Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

Das UBA verfolgt mit dem Sachverständigengutachten das Ziel, Kriterien, Handlungsmöglichkeiten und positive Beispiele für klimagerechte kommunale Infrastrukturen zusammenzuführen und wählte Radverkehrswege, Gebäude und Wärmenetze als beispielhafte kommunale Infrastrukturen aus. Die Kommunen und ihre Eigenbetriebe können die Ausgestaltung dieser drei Infrastrukturen stark beeinflussen, weshalb sie wichtige Pfeiler einer klimagerechten Entwicklung sind. Die Untersuchung von drei zentralen kommunalen Infrastrukturen soll einen Einblick geben in die Möglichkeiten kommunalen Handelns für den Klimaschutz. Gleichzeitig soll das Sachverständigengutachten die Hemmnisse, die bei der klimagerechten Transformation der Infrastrukturen bestehen, aufzeigen. Auf Basis einer Literaturrecherche und praktischer Erfahrungen

identifizierten die Auftragnehmer Infrastrukturelemente, Kriterien und Maßnahmen und erarbeiteten damit die Struktur eines Kriterienkatalogs für klimagerechte kommunale Infrastrukturen. In einem Workshop diskutierten Vertreterinnen und Vertreter von Kommunen und kommunalen Unternehmen den Kriterienkatalog, sowie welche Planungs- und Handlungsmöglichkeiten Kommunen zur Verfügung stehen. Ferner diskutierten sie Hemmnisse bei der Dekarbonisierung von Infrastrukturen und welche lokalen Erfolgsfaktoren bekannt sind. Der Workshop thematisierte außerdem die Rahmenbedingungen, die Bund und Länder ändern müssten, um weitverbreitet klimagerechte kommunale Infrastrukturen zu verwirklichen.

Die Ergebnisse des Sachverständigengutachtens dienen zum einen der fachlichen Vorbereitung von Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes sowie perspektivisch der Erstellung eines Leitfadens bzw. Orientierungsinstruments für kommunale Mitarbeiter/-innen. Ein solcher Leitfaden kann potenziell Orientierung für die Bewertung kommunaler Infrastrukturen hinsichtlich deren klimagerechter Ausgestaltung bieten. Überdies kann er Planungs- und Handlungsmöglichkeiten für eine klimagerechte Transformation aufzeigen. Mit der Novellierung der Kommunalrichtlinie der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) zum 01.01.2019 sind fortan die geförderten kommunalen Klimaschutzmanagerinnen und -manager (KSM) für die Erstellung der Klimaschutzkonzepte zuständig. Ein Leitfaden zu klimagerechten kommunalen Infrastrukturen kann insbesondere den KSM, die selten eine vollumfängliche Kenntnis über alle Bereiche der kommunalen Klimaschutzmöglichkeiten haben können, eine Anregung bei der Ausgestaltung der infrastrukturbezogenen Klimaschutzmaßnahmen bieten.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Definition von Kriterien für klimagerechte kommunale Infrastrukturen

In einem ersten Arbeitsschritt identifizierten und definierten die Auftragnehmer Kriterien für klimagerechte kommunale Infrastrukturen, um anschließend eine Struktur zu erarbeiten, wie die Kriterien zu einem Katalog zusammengefasst werden können und somit eine systematische Bewertung der kommunalen Infrastrukturen ermöglichen. Der Katalog beruht hierbei auf Kriterien der CO₂-Bilanzierung als auch auf planerischen, technischen und sozio-ökonomischen Kriterien.

2.1.1 Definition „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“

Der Ausgangspunkt für die Erstellung des Kriterienkatalogs war die Begriffsdefinition „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“. Da hierzu noch keine etablierte oder in Normen festgeschriebene Definition existiert, definierte und interpretierte das UBA den Begriff im Rahmen des Sachverständigengutachtens wie folgt:

Ausgehend von den vielfältigen Interessen und Anforderungen, die mit kommunalen Infrastrukturen verbunden sind, umfasst „klimagerecht“ neben der Bedeutung von Infrastrukturen für den Klimaschutz (Reduktion von Treibhausgasemissionen mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität), Fragen der Klimaanpassung (Umgang mit Folgen des Klimawandels) sowie deren sozio-ökonomische Wirkung. Letztere kann u.a. Aspekte der Gendergerechtigkeit, Verteilungsfragen oder Auswirkungen von Umweltfolgen, wie Lärm oder Schadstoffbelastungen, umfassen.

Es wird bewusst nicht von treibhausgasneutralen Infrastrukturen gesprochen, da „treibhausgasneutral“ nicht alle genannten Dimensionen umfasst. Überdies können Infrastrukturen selbst oft nicht treibhausgasneutral sein, sondern können ihren Klimaschutzeffekt erst in Verbindung mit einem treibhausgasneutralen Nutzungsverhalten entfalten. Eine kommunale Infrastruktur kann dann als klimagerecht bezeichnet werden, wenn die Kommune ihre Einflussmöglichkeiten darauf bestmöglich ausschöpft (u.a. Planungsinstrumente, Bewirtschaftung kommunaler Liegenschaften).

Schließlich sind auf der kommunalen Ebene Klimaschutz, Klimaanpassung und sozio-ökonomische Aspekte eng miteinander verwoben. Weitere Aspekte sind ebenfalls von großer Bedeutung für die Entwicklung kommunaler Infrastrukturen unter dem Leitbild der Treibhausgasneutralität und Nachhaltigkeit. Sie konnten aufgrund des sehr eingeschränkten Umfangs des Projektes an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden und waren nicht Gegenstand des Sachverständigengutachtens.

2.1.2 Literaturanalyse

Die Erarbeitung des Kriterienkatalogs baut auf einer umfangreichen Literaturrecherche und praktischen Erfahrungen des Autorenteam auf. Im Rahmen des Sachverständigengutachtens wurden über 100 Studien des UBA und aus eigener Recherche analysiert. Unter anderem umfassen die Studien aktuelle Forschungsergebnisse, Leitfäden, Konzepte und Evaluationen zum Themenbereich klimagerechter kommunaler Infrastrukturen.

Für die Literaturanalyse kommt die Software citavi zum Einsatz. Die Software citavi dient originär der Literaturverwaltung und Wissensorganisation. Die Auftragnehmer nahmen zunächst die

gesamten Studien in die Software auf und dokumentierten diese vollumfänglich mit Titel, Autor, Institut und Veröffentlichungsjahr.

Die Literaturanalyse erforderte eine konsequente Strukturierung. Für die zielgerichtete Wissensorganisation ordnete der Auftragnehmer in einem ersten Schritt die zu analysierenden Studien einzelnen Kategorien – Infrastrukturbereich Gebäude, Energieversorgung (inkl. Wärmenetze) und Radverkehr – zu.

Der Auftragnehmer durchsuchte die Studien inhaltlich und wies Zitate mit Schlagwörtern den identifizierten Kriterien innerhalb der Kategorien zu. Damit konnten Aussagen aus der großen Breite der Literaturquellen für die konkrete Verwendung innerhalb der Kategorien aufbereitet werden.

2.2 Fachworkshop „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“

Der Fachworkshop fand am 15. Oktober 2019 in Dessau-Roßlau statt. Ziel war es, ein ausgewogenes Teilnehmendenfeld aus den Kommunen zu erreichen. Aspekte wie die Einwohnerzahl der Kommune, die örtliche Lage im Bundesgebiet als auch die fachlichen Tätigkeitsschwerpunkte der Teilnehmenden berücksichtigten Auftraggeber und -nehmer bei den Einladungen.

Insgesamt 46 Teilnehmende (inklusive Auftraggeber UBA und Projektteam) waren für den Fachworkshop angemeldet. Die Expertinnen und Experten aus den Kommunen verteilten sich wie folgt auf die Infrastrukturbereiche:

- Gebäude (12)
- Wärmenetze (9)
- Radverkehr (10)

Abbildung 1: Regionale Herkunft der Workshop-Teilnehmenden



Quelle: eigene Darstellung

Nach der Begrüßung durch Dr. Karsten Krause (Umweltbundesamt) folgte ein Impulsvortrag von Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch (TU Braunschweig), der aus seiner langjährigen Tätigkeit und Zusammenarbeit mit Kommunen berichtete und wesentliche Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung kommunaler Vorhaben nannte. Im Anschluss erläuterte das Projektteam die Vorgehensweise bei der Erarbeitung, Struktur und Inhalt des Kriterienkatalogs sowie der Literaturanalyse. Zum Abschluss des ersten Workshopabschnitts präsentierten Thimo Weitermeier (Stadt Nordhorn, Thema Radverkehr), Dr. Babette Nieder (Stadt Herten, Thema Gebäude) und Jan Schubert (Netz Leipzig GmbH, Thema Wärmenetze) konkrete und anschauliche Best-Practice-Projekte aus ihren Kommunen.

Im zweiten Workshopabschnitt begann die Arbeit in Kleingruppen, die sich jeweils mit einem thematischen Schwerpunkt (Radverkehr, Wärmenetze, Gebäude) befassten. Den Abschluss des Fachworkshops bildete die Vorstellung der Ergebnisse aus den Kleingruppen im Plenum. Im Anschluss fasste Frau Schwerdtle die Erkenntnisse des Tages zusammen und das Umweltbundesamt gab einen Ausblick über die weitere Verwendung der Ergebnisse des Sachverständigengutachtens.

Die ausführliche Dokumentation des Fachworkshops „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“ mit der Agenda, den Ergebnissen der Kleingruppenarbeiten und die Fotodokumentation befindet sich in Anhang A.1.

3 Projektergebnisse

Die entwickelte Struktur für einen Kriterienkatalog „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“ ist wesentliches Ergebnis der vorliegenden Arbeit. Als Beispiele, wie ein solcher Kriterienkatalog aussehen kann, werden vier Elemente der betrachteten Kategorien Gebäude, Wärmenetze, Radverkehr und Kommune vorgestellt.

3.1 Struktur für einen Kriterienkatalog „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“

Der Katalog fasst Kriterien für klimagerechte kommunale Infrastrukturen zusammen. „Kriterien“ im weiteren Sinne können hierbei erforderliche Rahmenbedingungen, organisatorische oder technische Maßnahmen, Konzeptansätze als auch konkrete Infrastrukturelemente sein. Für das Sachverständigengutachten wird aus diesem Grund nachfolgend der übergeordnete, neutralere Begriff der „Elemente“ verwendet.

Potenzielle Elemente klimagerechter kommunaler Infrastrukturen entwickelte und priorisierte das Autorenteam auf Basis seiner praktischen Projekterfahrungen und in Zusammenarbeit mit dem UBA. Die Zusammenstellung ergänzte der Auftragnehmer mit Ergebnissen der Literaturrecherche (siehe Kapitel 2.1.2).

Zunächst erfolgte eine Kategorisierung der Elemente nach den Infrastrukturkategorien Gebäude, Energieversorgung (insb. Wärmenetze) und Radverkehr. Ergänzend wird die Kategorie Kommune eingeführt, um übergeordnete organisatorische und qualitätssichernde Elemente zu benennen, die im direkten Aufgabenbereich der Kommune liegen.

3.1.1 Struktur der Kategorien

Die vier Kategorien enthalten jeweils vier bis 16 Elemente und sind nach unterschiedlichen Ansätzen geordnet bzw. priorisiert. Diese Ordnungsprinzipien sind untenstehend erläutert.

Kategorie Gebäude

Insgesamt resultieren zehn Elemente in der Kategorie Gebäude:

- ▶ Energiestandard
- ▶ Photovoltaik
- ▶ Nutzung erneuerbarer Energien
- ▶ Bauweise
- ▶ Flächeneffizienz
- ▶ Begrünung
- ▶ Regenwassermanagement
- ▶ Rückbau
- ▶ Verschattung

► Kühlung

Die Aufteilung der Kategorie Gebäude orientiert sich dabei an Maßnahmen mit Klimaschutzwirkung durch Einsparung von Treibhausgasemissionen (Elemente Energiestandard bis Flächeneffizienz) und Klimaanpassungsmaßnahmen zum Schutz vor z.B. Überhitzung von Innenräumen und starken Niederschlagsereignissen (Elemente Begrünung bis Kühlung).

Kategorie Energieversorgung

Die Kategorie Energieversorgung beinhaltet übergeordnet alle in Deutschland relevanten leitungsgebundenen Energieversorgungssysteme wie Erdgas-, Strom- oder Wärmenetze. Im Rahmen des Sachverständigengutachtens beschränkt sich die Betrachtung auf den Bereich Wärmenetze.

Insgesamt resultieren zehn Infrastrukturelemente in der Kategorie Wärmenetze:

- Netzausbauanalyse
- Vernetzung
- Nutzung erneuerbarer Energien
- Energieeffizienz
- Umweltenergie
- Abwärmenutzung
- Erdgasersatztechnologien
- Wärmespeicher
- Wärmeleitungen und -verluste
- Übergabestationen und Rücklaufauskopplung

Die Reihenfolge der Elemente orientiert sich dabei an der physischen Struktur zentraler Wärmeversorgungssysteme. Die Elemente Nutzung erneuerbarer Energien bis Wärmespeicher beinhalten Technologien, Maßnahmen oder Ansätze, die für die Konzeption und den Betrieb der Energiezentralen relevant sind. Mit den Elementen Wärmeleitungen und -verluste sowie Übergabestationen und Rücklaufauskopplung werden Themen adressiert, die die Wärmeverteilung und die Übergabesysteme bis zur Kundenanlage betreffen. Die Elemente Netzausbauanalyse und Vernetzung beschreiben übergeordnete kommunale Planungsgrundlagen und Hinweise, die als Voraussetzung für klimagerechte Wärmenetze erachtet werden.

Kategorie Radverkehr

In der Kategorie Radverkehr sind insgesamt 16 Elemente aufgeführt. Der Schwerpunkt liegt auf konkreten Maßnahmen, die Kommunen anwenden können, um den Radverkehr zu fördern:

- ▶ Flächendeckende legislative Maßnahmen
- ▶ Verkehrsflächenmanagement
- ▶ Förderung von E-Rädern
- ▶ (Bauliche) Radwege
- ▶ Geschützte Radfahrstreifen
- ▶ Schutzstreifen
- ▶ Fahrradstraßen
- ▶ Radschnellverbindungen
- ▶ Verbreiterung von Radinfrastruktur
- ▶ Verbesserung der Fahrbahnbeläge
- ▶ Kreisverkehre
- ▶ Brücken und Unterführungen
- ▶ Vorrangregelungen an Kreuzungen
- ▶ Multimodale Knotenpunkte
- ▶ Fahrradstellplatzanlagen
- ▶ Begrünung von Radverkehrsinfrastruktur

Die Elemente flächendeckende legislative Maßnahmen bis Verbesserung der Fahrbahnbeläge beziehen sich auf die Qualität der Wege und Verbindungen. Die Qualität der Kreuzungen wird mit den Elementen Kreisverkehre bis Vorrangregelungen an Kreuzungen beschrieben. Die weiteren Elemente adressieren andere bauliche Einrichtungen und das Thema Klimaanpassung.

Kategorie Kommune

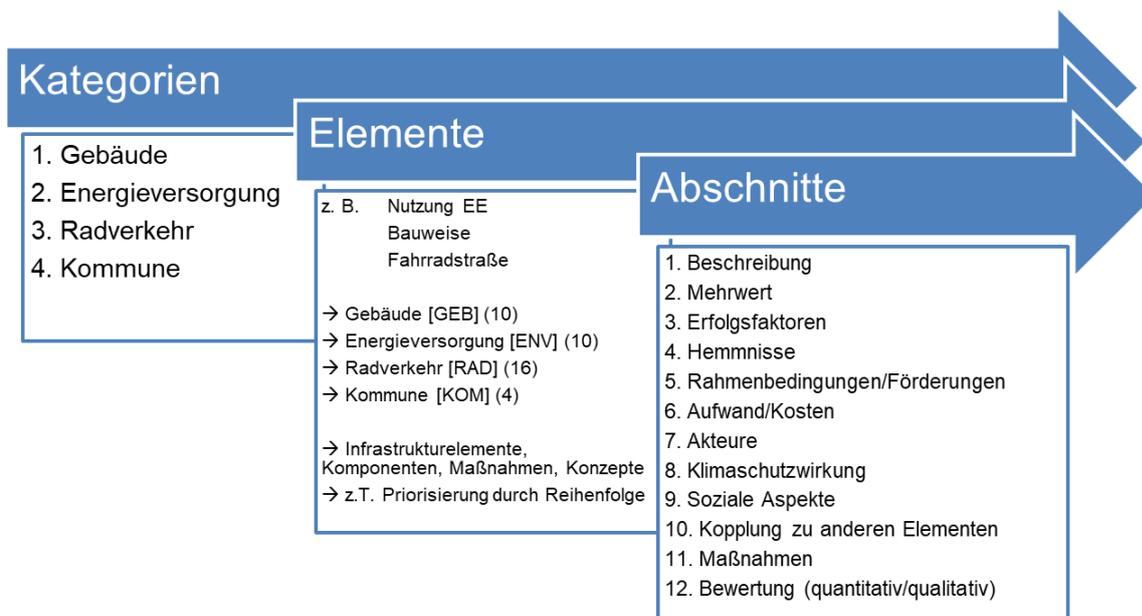
Die Kategorie Kommune behandelt übergeordnete organisatorische und qualitätssichernde Elemente. Darunter fallen die strategisch wichtige kommunale Klimaschutzplanung, die Vorhaltung ausreichender organisatorischer Strukturen in der Kommunalverwaltung, das Thema Öffentlichkeitsarbeit und die Erfolgskontrolle im Bereich Klimaschutz durch ein geeignetes Monitoring.

3.1.2 Struktur der Elemente

Die einzelnen Elemente in den Kategorien haben für eine bessere Lesbarkeit und Informationsaufnahme jeweils die gleiche Struktur. Sie sind gegliedert in Abschnitte, die je Element eine Kurzbeschreibung von Erfolgsfaktoren, Hemmnissen, Aufwand und Bewertungsansätzen ermöglichen.

Folgende Abschnitte sind enthalten:

1. Beschreibung: Die inhaltliche Beschreibung gibt eine Einführung in das Element und zeigt übergeordnete Zielwerte auf.
2. Mehrwert: Dieser Abschnitt listet Chancen und Möglichkeiten auf, die u.a. Klimaschutzmanager/-innen für Argumente in Diskussionen über kommunalen Klimaschutz nutzen können.
3. Erfolgsfaktoren: Dieser Abschnitt zeigt u.a. technische, wirtschaftliche, personelle und organisatorische Voraussetzungen für klimagerechte kommunale Infrastrukturen auf.
4. Hemmnisse: Unter anderem Interessenskonflikte und Herausforderungen bei der Umsetzung sind Bestandteil dieses Abschnitts.
5. Rahmenbedingungen/Förderung: Hier erhalten Leserinnen und Leser einen kompakten Überblick hinsichtlich wesentlicher rechtlicher Rahmenbedingungen und Förderprogramme.
6. Aufwand/Kosten: In diesem Abschnitt findet sich eine kompakte Übersicht hinsichtlich Planungs- und Umsetzungskosten, Personalressourcen und Zeit.
7. Akteure: Hier finden sich Akteure, zu deren Verantwortungsbereich das betreffende Element gehört.
8. Klimaschutzwirkung: Die mit dem Element verbundene potenzielle und für die Zielerreichung 2050 notwendige Reduktion von Treibhausgasemissionen wird aufgezeigt.
9. Soziale Aspekte: Der Abschnitt listet ausgewählte positive und negative sozio-ökonomische Effekte auf, die mit dem Element verbunden sind.
10. Kopplung zu anderen Elementen: Die gegenseitige Beeinflussung der Elemente ist Inhalt dieses Abschnitts.
11. Maßnahmen: Der Abschnitt zeigt konkrete Umsetzungsmaßnahmen auf, die im direkten Einflussbereich von Kommunen und kommunalen Unternehmen sind.
12. Bewertung (quantitativ/qualitativ): Hier soll der Vergleich zwischen dem Ist-Zustand und dem notwendigen zukünftigen Zustand einer Infrastruktur für die Erreichung der Klimaziele ermöglicht werden. Überdies nennt der Abschnitt ausgewählte Maßnahmen, um den notwendigen Zustand zu erreichen.

Abbildung 2: Gliederung und Bausteine des Bewertungskatalogs

Quelle: eigene Darstellung

3.2 Übersicht der Elemente klimagerechter kommunaler Infrastrukturen

Die Infrastrukturkategorien Gebäude, Wärmenetze, Radverkehr und Kommune bilden den Betrachtungsrahmen innerhalb des vorliegenden Sachverständigengutachtens. Für diese Kategorien werden die Elemente für „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“ mit erforderlichen Maßnahmen, Technologien oder Konzepten hinterlegt. Es folgt eine Zusammenfassung der Hauptaussagen der ausgewählten Kategorien und die beispielhafte Darstellung von vier Elementen.

3.2.1 Kategorie Gebäude

In der Kategorie Gebäude sind zehn wesentliche Elemente aufgeführt, die für eine klimagerechte Gebäudeinfrastruktur erforderlich sind. Die Elemente mit Schwerpunkt auf den Klimaschutz benennen grundsätzlich die Notwendigkeit zur Energieeinsparung und konsequenter Nutzung erneuerbarer Energien bei der Deckung des Gebäudeenergiebedarfs. Ergänzend wird auf den Beitrag der grauen Energie der Baumaterialien verwiesen, deren Umweltbelastung durch die Nutzung nachwachsender und recyclingfähiger Stoffe reduziert werden kann. Der regulatorische Rahmen kann durch die Ausrichtung von Energiestandards auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen hierbei unterstützen.

Klimaadaptive Gebäude erbringen für die Bewohner/-innen und Nutzer/-innen einen Mehrwert im Bereich Komfort und Aufenthaltsqualität. Die beschriebenen Elemente gehen besonders auf die zukünftig zunehmende sommerliche Überhitzung in Gebäuden ein und beschreiben effektive bauliche Maßnahmen (u.a. Begrünung und Verschattung) zur Reduktion dieser negativen Effekte im urbanen Raum.

Kommunen können in dieser Kategorie ihren Handlungsspielraum bei den eigenen Liegenschaften vollumfänglich ausnutzen, um eigene kommunale Energiestandards zu realisieren sowie in der Bauleitplanung oder im Rahmen von städtebaulichen Verträgen Energiestandards und Energieträgernutzungen zu definieren.

3.2.1.1 Elementbeispiel Gebäude: Begrünung

Abbildung 3: Visualisierung zu Gebäudebegrünung



Priorität	
Klimaschutz	*
Klimaanpassung	***

Beschreibung

Eine Dach- und Fassadenbegrünung von Gebäuden kann die Stadtbegrünung vor allem in dicht bebauten innerstädtischen Bereichen ergänzen. Eine solche Begrünung beeinflusst das Mikroklima positiv und schafft Biotope im urbanen Raum. Die Möglichkeit der Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser macht Dach- und Fassadenbegrünungen zu wichtigen Maßnahmen bei der Klimaanpassung.

Abhängig von der Substratschicht und der Bepflanzung wird zwischen einer extensiven und einer intensiven Dachbegrünung unterschieden. Extensive Begrünung kennzeichnet eine geringe Substrattiefe und eine Bepflanzung mit Moos, Sedum-Arten, Gräsern und niedrigen Stauden. Sie ist pflegeleicht und mit einer Solarnutzung kombinierbar. Eine intensive Begrünung trägt durch eine Vielzahl an Pflanzen zur Biodiversität bei und bietet mehr Gestaltungsspielraum. Durch eine höhere Substrattiefe ist der Gründachaufbau mit höheren statischen Lasten verbunden und pflegeintensiver. Eine kombinierte Solarnutzung ist mit intensiver Dachbegrünung ausgeschlossen.

Eine Fassade kann über wand- oder bodengebundene Vegetation begrünt werden. Eine bodengebundene Vegetation durch Kletter- oder Spalierpflanzen bezieht Nährstoffe und Wasser aus dem Boden. Sie sind günstiger und pflegeleichter, benötigen allerdings einen längeren Wachstumszeitraum. Wandgebundene Fassadenbegrünungen haben großen Gestaltungsspielraum und werden als fertige Begrünung mit Unterkonstruktion montiert. Sie benötigen eine Bewässerung und Nährstoffversorgung und sind daher wartungs- und pflegeintensiver.

Mehrwert

- ▶ Verbesserung der Luft- und Aufenthaltsqualität (Absorption von Luftschadstoffen, Feinstaub und Lärm) (Kuttler 2011), (Lindner et al. 2019), (Eyink et al. 2015)
- ▶ Verbesserung des Mikroklimas (Senkung der Oberflächentemperatur, Feuchte)
- ▶ Erhöhung der städtischen Biodiversität durch extensive und insbesondere durch intensive Dach- und Fassadenbegrünung
- ▶ Verbesserung der Abflussrückhaltung von Niederschlägen (Gründachsystem mit Retention)
- ▶ Grüne Oasen und Freiräume mit Erholungsfaktor (Dachterrassen)

Erfolgsfaktoren („Voraussetzungen“)

- ▶ An den Klimawandel angepasste, heimische und vielfältige Gewächse nutzen (Stiftung Die Grüne Stadt 2010)
- ▶ Dachbegrünung: Beachtung einer fachgerechten Ausführung (Abdichtung, Tragfähigkeit)
- ▶ Möglichst Trennung von Dachbegrünung und Photovoltaik nach Einzelfallprüfung: Gründächer bei niedrigen Gebäudeteilen und teilverschatteten Dächern manchmal sinnvoller als Photovoltaik
- ▶ Verwendung von Gründach-Photovoltaik (PV)-Systemen: erhöhte Aufständering der Module, extensive Begrünung mit max. 8 cm Substrat, Pflege und Rückschnitt mind. 2 x jährlich

Hemmnisse

- ▶ Zielkonflikt mit Solarnutzung am Gebäude z.B. durch einseitige städtebauliche Vorgaben
- ▶ Denkmalschutz
- ▶ Bestandsgebäude sind oft nicht für die erhöhten Dachlasten der Gründachsysteme ausgelegt
- ▶ Pflege und damit verbundene Kosten von Begrünung an Dach und Fassade

Rahmenbedingungen/ Förderungen

- ▶ Förderung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) von Dachbegrünung: Programm Energieeffizient Sanieren (Kredit 151 (KfW-Effizienzhaus) und 152 (Einzelmaßnahme), Investitionszuschuss 430)
- ▶ Kommunale Förderprogramme:
 - Zuschuss pro m² begrünte Dachfläche, z.B. Stadt Frankfurt am Main mit dem Förderprogramm „Frankfurt frischt auf – 50% Klimabonus“ werden bis zu 50 % der Investitionskosten bei Dachbegrünungen bezuschusst (Nationale Klimaschutzinitiative 2019). Ein ähnliches "Grünprogramm" hat auch die Landeshauptstadt Stuttgart eingeführt (Stadt Stuttgart 2019).
 - Befreiung entsiegelter Grundstücke von Niederschlagswassergebühr bzw. Staffelung der Gebühren je nach Versiegelungsgrad (Geiger et al. 2016), (Becker et al. 2015)

Aufwand/ Kosten

- ▶ Extensive Begrünung: 15-40 €/m² Herstellungskosten, wartungsarm (Brune et al. 2017)
- ▶ Intensive Begrünung: ab 60 €/m² Herstellungskosten, hoher Pflegeaufwand, Bewässerung (Brune et al. 2017)

Klimaschutzwirkung

- ▶ Bis zu 4 % PV-Ertragssteigerung durch kombinierte Gründachsysteme (Oebbeke 2011)
- ▶ CO₂-Aufnahme durch Begrünung (Baumgärtner et al. 2018)
- ▶ Reduktion von Heiz- und Kühlenergie im Gebäude (Bürger et al. 2017; Kuttler 2011)

Tabelle 1: CO₂-Aufnahme Gebäudebegrünung

CO ₂ -Aufnahme extensives Gründach	CO ₂ -Aufnahme intensives Gründach	CO ₂ -Einsparung durch Ertragssteigerung PV-Anlage
Ca. 1,2 kg CO ₂ -Ä./m ² Gründach pro Jahr	Ca. 2,9 kg CO ₂ -Ä./m ² Gründach pro Jahr	2,4 kg CO ₂ -Ä./m ² Modulfläche pro Jahr

Quellen: (Wirth und Schneider 2019), (Bürger et al. 2017), (Mann 2013), eigene Berechnungen

Soziale Aspekte

- ▶ Gründächer im urbanen Raum als Ort der Begegnung, Erholung, Lebensmittelerzeugung für den Eigenverbrauch und Teilhabe stärken das Verantwortungsgefühl (Urban Gardening)
- ▶ Wenn Grünflächen gemeinschaftlich gepflegt werden, kann ein Lernort für Kinder und ein Ort zum interkulturellen Austausch entstehen (z.B. Gemeinschaftsgarten Nordhorn).

Kopplung zu anderen Elementen

- ▶ Gebäude – Photovoltaik, Regenwassermanagement, Kühlung

Maßnahmen

- ▶ Kommunale Vorgaben (Bebauungspläne, städtebauliche Kaufverträge)
- ▶ Erstellen eines Gründachkatasters in Kombination mit einem Solardachkataster
- ▶ Einrichtung von Förderprogrammen
- ▶ Umsetzung von Dach- und Fassadenbegrünungen auf kommunalen Gebäuden

Bewertung

Quantitativ:

- ▶ Grüne Oasen: Richtwert 11 m² pro Einwohner (gemeinschaftlich nutzbare und private Grünflächen ohne Sportflächen und Biotope im Nahraum) (Geiger et al. 2016)
- ▶ Eigenes Ziel: _____

Qualitativ:

- ▶ Gründachkartierung vorhanden? (Bsp. Düsseldorf (UBA 2008))

- ▶ Existiert eine Befreiung von Hauseigentümer/-innen von Niederschlagswassergebühr bei entsiegelten Flächen?
- ▶ Existiert eine Gründachstrategie für kommunale Gebäude?
- ▶ Eigenes Ziel: _____

3.2.2 Kategorie Wärmenetze

Die Kategorie Wärmenetze zeigt am Beispiel von zehn Elementen auf, wie heutige zentrale Wärmeversorgungssysteme zu klimagerechten Infrastrukturen transformiert werden können. Analog zur Kategorie Gebäude besteht die größte Lenkungswirkung bei Wärmenetzen durch die Substitution fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien in den Heizzentralen. Ergänzend sind die Potenziale zur Effizienzsteigerung sowie zur Nutzung von Abwärme konkret beschrieben. Die Wärmenetze bis zu den Kundenanlagen bergen Optimierungspotenzial speziell bei der Reduktion von Wärmeverteilungsverlusten und der optimierten Auslegung von Übergabestationen mit dem Ziel möglichst niedriger Temperaturen in den Netzen.

Der Kommune kommen hierbei vor allem rahmengestalterische Aufgaben zu, indem sie auf kommunaler Ebene Konzepte und Analysen durchführt und damit die Grundlagen für eine spätere Umsetzung durch Energieversorgungsunternehmen oder Netzbetreiber schafft.

3.2.2.1 Elementbeispiel Wärmenetze: Übergabestationen und Rücklaufauskopplung

Abbildung 4: Visualisierung zu Übergabestationen und Rücklaufauskopplung



Beschreibung

An ein Nah- und Fernwärmenetz kann grundsätzlich jedes Gebäude angeschlossen werden. Der Anschluss an das Wärmenetz erfolgt dabei durch eine Übergabestation, die sich im Gebäude der Wärmekundin oder des Wärmekunden befindet. Bei der Übergabestation handelt es sich um die erforderliche hydraulische Schnittstelle zwischen Wärmenetz und dem kundenseitigen Wärmesystem.

Eine Übergabestation mit indirekter Wärmeübergabe erwärmt über einen Wärmetauscher das benötigte Heizungswasser im Gebäude. Die Trinkwarmwassererwärmung erfolgt dabei in der Regel über nachgeschaltete Wärmespeicher und Wärmetauscher. Bei einer direkten Wärmeübergabe

aus dem Netz fließt das Heizmedium des Wärmenetzes durch die Leitungen im Gebäude. Die direkte Wärmeübergabe unterliegt bestimmten technischen Restriktionen und Risiken (hoher Druck, große Wassermengen) und kommt daher nur in Ausnahmen und unter besonderen Voraussetzungen zum Einsatz (StMWi und LfU 2017).

Entscheidend für einen effizienten Betrieb des Nah- und Fernwärmesystems und die Wärmeversorgung im Gebäude ist eine gute technische Auslegung der Übergabestation in der Kundenanlage und der Wärmeverteilung im Haus. In einem hydraulisch abgeglichenen Wärmeverteilsystem genügt eine niedrigere Vorlauftemperatur, das Heizwasser wird stärker abgekühlt (besser ausgenutzt) und die Rücklauftemperatur sinkt. Auf die richtige Dimensionierung zentraler Bauteile der Übergabestation, wie Wärmetauscher und Regelventile, ist besonderes Augenmerk zu legen, da diese direkten Einfluss auf die Rücklauftemperaturen im Netz haben.

Eine weitere Möglichkeit zur Integration einer innovativen Wärmeauskopplung in einem Wärmesystem bietet die Rücklaufauskopplung. Hierbei wird Wärme für Endkunden nicht aus dem Vorlauf, sondern aus dem Rücklauf des Netzes entnommen, um so die Temperatur im Rücklauf weiter absenken zu können. Denn je niedriger die Temperaturen sind, desto höher ist die Effizienz der Anlagentechnik in den Heizkraftwerken. Die Rücklaufauskopplung stellt eine technische Maßnahme zur Systemoptimierung dar, die speziell für große Wärmeabnehmer, energieeffiziente Häuser oder neu zu integrierende Wärmenetze (Neubaugebiet, Niedertemperaturnetz Vorlauftemperatur < 60 °C) geeignet ist.

Für eine Rücklaufauskopplung gilt, dass Temperaturen im Rücklauf des Wärmenetzes von ca. 60°C für eine Wärmeversorgung ausreichen sollten. Voraussetzung dafür sind z.B. Frischwasserstationen zur Warmwasserbereitung in Wohngebäuden. Falls Rücklauftemperaturen deutlich < 60 °C auftreten, kann die Versorgungssicherheit weiterhin garantiert werden, indem eine Temperaturerhöhung durch Beimischung des Vorlaufs ermöglicht wird.

Mehrwert

- ▶ Thermischer Komfort für Nutzer und Nutzerinnen sowie Effizienzsteigerung bei richtiger Auslegung der Übergabestation (StMWi und LfU 2017)
- ▶ Rücklaufauskopplung: Reduktion der Verteilverluste im Rücklauf durch niedrigere Temperaturen und damit Gesamteffizienzsteigerung in der Heizzentrale

Erfolgsfaktoren („Voraussetzungen“)

- ▶ „Funktionierende Gebäude“: Einhaltung der geplanten Auslegungswerte von Gebäuden (Leistungs- und Energiebedarf)
- ▶ Genaue Planung: Dimensionierung des Netzes für realen Verbrauch („so groß wie nötig und so klein wie möglich“; Sind Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt? Sind weitere Abnehmer geplant?) (StMWi und LfU 2017)
- ▶ Frühzeitige Einbindung von Wärmenetzbetreibern bei der Entwicklung neuer Stadtquartiere für eine Rücklaufauskopplung

Hemmnisse

- ▶ Erhöhter Aufwand und Fachwissen für korrekte Auslegung der Übergabestation

Rahmenbedingungen/ Förderungen

- ▶ KfW-Förderung von Nahwärmenetzen und Hausübergabestationen: Programm Erneuerbare Energien – Premium (Kredit 271)

Aufwand/ Kosten

- ▶ Kosten für Übergabestationen sind oftmals im monatlichen Bezugspreis (Grundpreis) enthalten

Soziale Aspekte

- ▶ Reduktion der Wärmepreise durch Steigerung der Gesamteffizienz im Wärmesystem bei niedrigeren Rücklauftemperaturen

Kopplung zu anderen Elementen

- ▶ Energieversorgung – Energieeffizienz

Bewertung

Quantitativ:

- ▶ Eigenes Ziel: _____

Qualitativ:

- ▶ Soll-Ist-Vergleich der Rücklauftemperaturen an den Übergabestationen (der kommunalen Liegenschaften)
- ▶ Eigenes Ziel: _____

3.2.3 Kategorie Radverkehr

In der Kategorie Radverkehr liegt der Schwerpunkt auf konkreten Maßnahmen, die Kommunen umsetzen können, um den Radverkehr zu fördern. Ausgehend von einer längeren, jedoch nicht erschöpfenden Liste möglicher Maßnahmen, wurden 16 Elemente ausgewählt und ausgearbeitet. Die Wahl dieser Elemente begründet sich zum einen mit der Umsetzbarkeit im kommunalen Kontext, sowie mit ihrer Eignung zur Erschließung neuer Nutzergruppen, womit eine Verschiebung des Modal-Splits und folglich eine Reduktion des CO₂-Ausstosses verbunden ist.

Bei der Umsetzung ist es besonders wichtig auf zusammenhängende Radverkehrsnetze mit einer klaren Hierarchie hin zu arbeiten, welche gut erkennbar und intuitiv im Gebrauch sind. Dem sollten die Wahl der konkreten Einzelmaßnahmen und der Führungsformen, die dabei zum Einsatz kommen, untergeordnet sein. Hauptziel ist es Infrastrukturen zu schaffen, die möglichst vie-

len und diversen Zielgruppen durchgängiges, direktes, sicheres, komfortables, attraktives Radfahren ermöglichen (CROW). Ziel der aufgeführten Maßnahmen ist daher nicht primär die Verbesserung des Komforts von den heute schon Radfahrenden, sondern die Aktivierung neuer, erweiterter Nutzergruppen, wie beispielsweise Eltern, Kinder, ältere Menschen und im allgemeinen ungeübte und unsichere Radfahrende.

3.2.3.1 Elementbeispiel Radverkehr: Verkehrsflächenmanagement / Parkraumbewirtschaftung

Abbildung 5: Visualisierung zu Verkehrsflächenmanagement und Parkraumbewirtschaftung



Priorität	
Klimaschutz	***
Klimaanpassung	**

Beschreibung

Verkehrsflächen, inklusive der Flächen für den ruhenden Verkehr, nehmen in Deutschland 5% der verfügbaren Fläche ein (Statista, 2017), bzw. im städtischen Milieu bis zu 20,9 % (Frankfurt am Main) der verfügbaren Fläche (Stadt Frankfurt, 2018). Der sparsame Umgang mit der Neuausweisung solcher Flächen und die Vermeidung von Versiegelung sind im Zuge der Transformation hin zu klimagerechten Infrastrukturen anzustreben. Ein effizienter Gebrauch der bestehenden Verkehrsflächen und gegebenenfalls deren Neuaufteilung ist der Neuausweisung von Verkehrsflächen daher vorzuziehen. Der Flächenverbrauch durch Verkehr ist stark vom Verkehrsmittel abhängig: so beträgt der Platzbedarf pro Person beim PKW 100 m² und beim Fahrrad 10 m² sowie pro Fußgänger 2 m² (UBA, 2017). Rad- und Fußverkehr sind also flächensparender, bzw. können vereinzelt sogar zum Verkehrsflächenrückbau beitragen. Allerdings sind Umverteilungen hin zur Freilegung/Entsiegelung kostspielig und werden daher nur begrenzt in Betracht gezogen (UBA, 2017). Zusätzliche Infrastrukturen für den Radverkehr lassen sich hingegen oft auf Flächen des fließenden und ruhenden motorisierten Individualverkehrs (MIV) schaffen. Neben den Verkehrsflächen des MIV bieten auch ehemalige Bahntrassen Potenziale für Rad(direkt)verbindungen (FH Aachen, 2016).

Das Einführen oder das Verstärken schon vorhandener Parkraumbewirtschaftung kann ein wichtiger Baustein in einem fahrradfreundlicheren Verkehrsflächenmanagement sein. Eine gute Parkraumbewirtschaftung führt dazu, dass die Stellplatznachfrage im öffentlichen Raum abnimmt, bzw. sich z.B. in privaten Garagen oder öffentlich zugänglichen Parkhäusern verlagert. Diese sind oft nicht ausgelastet. Die freiwerdenden Stellplätze können dann im Rahmen des Verkehrsflächenmanagements umgenutzt werden z.B. für Radverkehrsanlagen (Difu, 2019).

Mehrwert

- ▶ Die Umverteilung von Verkehrsflächen des MIV für Radverkehr hat einen besonders positiven Effekt hinsichtlich der Verkehrsverlagerung: Der Radverkehr wird direkt gefördert und die Privilegien des MIV indirekt abgebaut (push and pull).
- ▶ Die Neuaufteilung bestehender Straßen und Parkplätze ist meist schneller, flexibler und umweltfreundlicher zu realisieren als der Neubau von Radwegen (ADFC, 2018).
- ▶ Auch für Fahrradabstellanlagen kann die Neuaufteilung von Verkehrsflächen geeignet sein. Ein umgewidmeter Pkw-Parkplatz bietet bis zu acht Fahrrädern Platz. Die Bereitstellung von Fahrradstellplätzen vor Knotenpunkten kann zudem das illegale Parken von Pkw verhindern und so zu verbesserten Sichtbeziehungen für alle Verkehrsteilnehmenden führen.
- ▶ Die durch Fahrradverkehr, auch durch Lastenräder, verursachte Abnutzung der Wege ist deutlich geringer als die durch MIV-Verkehr, wodurch Straßensanierungen in größeren Zeitabständen erfolgen können und Ressourcen gespart werden (UBA, 2017).
- ▶ Energie- und Materialaufwand sind im Vergleich zu Neubau geringer (UBA, 2017).
- ▶ Die Kaufkraft von MIV-Fahrenden wird Studien zufolge überschätzt. Radfahrende und Benutzer des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) erwerben pro Einkauf zwar weniger, allerdings kaufen sie öfter ein als MIV-Fahrende (Difu, 2019).

Erfolgsfaktoren („Voraussetzungen“)

- ▶ Die angepassten Streckenabschnitte müssen gut an das bestehende Radverkehrsnetz anschließen.
- ▶ Sicherheitsstandards für den Radverkehr sollten auch bei einer Umwidmung eingehalten werden.
- ▶ Erfolgreiche Praxisbeispiele und Umsetzungshilfen zur Umwidmung von Verkehrsflächen hat das Verbändeprojekt des Verkehrsclub Deutschland e.V. (VCD) „Mehr Platz fürs Rad“ zusammengestellt.
- ▶ Einen Leitfaden zur Parkraumbewirtschaftung hat die Initiative Agora Verkehrswende in „Parkmanagement lohnt sich!“ bereitgestellt, worin je nach Ausgangslage verschiedene Lösungsansätze vorgestellt werden.

Hemmnisse

- ▶ Widerstände gegen vermeintliche Beeinträchtigungen des MIV möglich

Rahmenbedingungen/ Förderungen

- ▶ Durch das Hinzuziehen des BauGB (§ 9 Abs. 1 Nr. 11) besteht die Möglichkeit, vor dem Hintergrund der kommunalen Selbstverwaltung, die gemeindliche Verkehrspolitik klimabeständig auszugestalten (UBA, 2018).
- ▶ Bundesweit bestehen unter bestimmten Voraussetzungen Möglichkeiten zur Förderung des Radverkehrs. Im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative, für die Schaffung von Radabstellanlagen an Bahnhöfen insbesondere die Bike and Ride-Offensive der NKL, durch den Erschließungsbeitrag (§§ 127 bis 135 BauGB), den Nationalen Radverkehrsplan (NRVP), sowie durch Förderprogramme der Länder.

Aufwand/Kosten

- ▶ Geringe Kosten bei Umnutzung ehemaliger MIV-Wege verglichen zum Neubau von Radinfrastruktur

Akteure

- ▶ In erster Linie die Kommunalverwaltung und -politik, in Zusammenarbeit mit: Bürgerinnen und Bürgern, Gewerbetreibenden und beauftragten Planungsbüros

Klimaschutzwirkung

- ▶ Eine Umverteilung des Verkehrsraums mit mehr Radverkehrswegen und -abstellanlagen bei gleichzeitiger Reduzierung der Kfz-Spuren fördert den Modal-Shift vom MIV hin zum Rad- und Fußverkehr.
- ▶ Weniger Versiegelung von Flächen durch Neubau und den damit einhergehenden Umweltbelastungen

Soziale Aspekte

- ▶ Verbesserung der Lebensqualität (Luft, Lärm, Hitze) gerade in Stadtteilen, welche hohe Verkehrsbelastungen erfahren und eher von sozial schwächeren Bevölkerungsgruppen bewohnt und genutzt werden.

Kopplung zu anderen Bereichen

- ▶ Qualität auf der Strecke: (Geschützte) Radfahrstreifen, Schutzstreifen, Fahrradstraßen, Verbreiterung der Radinfrastruktur
- ▶ Qualität an Knotenpunkten: Vorrangregelungen an Kreuzungen

Bewertung

Quantitativ:

- ▶ Verhältnis der MIV-Verkehrsflächen im Vergleich zur Gesamtfläche der Stadt bzw. anderer (Verkehrs-)Nutzungen

- ▶ Anzahl der umgenutzten Parkplätze pro Jahr
- ▶ Auswirkung auf Luftqualität, Lärm etc. (Vorher-/Nachher-Messungen)

Qualitativ:

- ▶ Qualität der Trennung vom MIV durch begleitende Maßnahmen: Straßenmarkierung/-Beschilderung
- ▶ Ausreichender Sicherheitsabstand zu ruhendem und fließendem Verkehr
- ▶ Verbesserung der Lebensqualität der Anwohnenden (Befragungen)

3.2.4 Kategorie Kommune

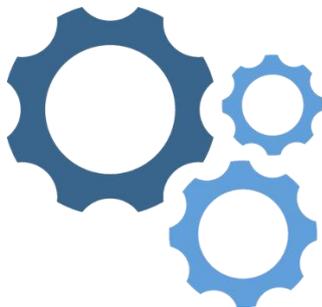
Das große Klimaschutzpotenzial der Kommunen wurde oben bereits beschrieben: Die kommunalen Zuständigkeiten und Handlungsoptionen bieten einen wichtigen Mehrwert im Mehrebenensystem Klimaschutz. Damit die Kommunen dieses Potenzial auch heben können, ist eine gute und gründliche Untersuchung der Klimaschutzmöglichkeiten vor Ort von hoher Bedeutung. Dafür ist eine integrierte, ressortübergreifende Klimaschutzplanung notwendig sowie die Bereitstellung von Personal für die Koordinierung der Klimaschutztätigkeiten. Ein beeindruckendes Beispiel hierfür ist die Landeshauptstadt München, die unter dem Ziel der Treibhausgasneutralität 2050 in jedes klimaschutzrelevante Fachreferat, insgesamt acht, ein Klimaschutzmanagement integriert hat (Stadt München 2017). Für die Umsetzung konkreter Maßnahmen müssen Finanzmittel für investive und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen bereitgestellt werden.

Klimaschutz ist für Kommunen kein Bestandteil der Pflichtaufgaben. Für die Finanzierung kommunaler Klimaschutzmaßnahmen sind daher Bund und Länder wichtige Akteure, besonders im Hinblick auf die begrenzte kommunale Haushaltslage. Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative hat das Bundesumweltministerium ein umfangreiches Finanzierungssystem für Kommunen geschaffen. Von der Aufstellung von Klimaschutzkonzepten, über die Finanzierung von Personal bis hin zur Unterstützung bei Investitionen für den Klimaschutz werden Mittel bereitgestellt. Viele der Bundesländer ergänzen dieses Angebot um länderspezifische Förderungen.

Die aktuelle Entwicklung, dass viele Kommunen den Klimanotstand (oft auch unter anderem Namen) ausrufen, bringt eine neue Dynamik in die kommunalen Klimaaktivitäten. Bestandteil der Klimanotstandserklärungen ist die Überprüfung aller Ratsbeschlüsse auf deren Klimawirkung. Damit kann eine neue Qualität des Klimaschutz-Controllings entstehen, das eine noch stärkere Vernetzung von Politik, Verwaltung und Klimaschutzmanagement erfordert. Die Praxiserfahrungen werden zeigen, welchen Beitrag dieses Instrument leisten kann, um die kommunalen Klimaschutzpotenziale zu realisieren.

3.2.4.1 Elementbeispiel Kommune: Klimaschutzplanung

Abbildung 6: Visualisierung zur kommunaler Klimaschutzplanung



Priorität

Klimaschutz ***

Klimaanpassung ***

Beschreibung

Um die im Pariser Abkommen geforderte Klimaschutzstrategie in nationalen Klimaschutzziele zu präzisieren, hat die Bundesregierung den Klimaschutzplan 2050 vorgelegt. Das Ziel ist eine weitgehende Treibhausgasneutralität bis 2050. Das Umweltbundesamt hat aufgezeigt, dass für die Erreichung der Treibhausgasneutralität 2050 bereits ambitionierte Zwischenziele erforderlich sind, so eine Treibhausgasreduzierung um 70 % bis 2030 (Purr et al. 2019).

Der Klimaschutzplan geht gezielt auf den kommunalen Klimaschutz ein und macht deutlich, dass dieser zwar nicht Bestandteil der kommunalen Daseinsvorsorge ist, die Kommunen aber einen wichtigen Stellenwert für einen erfolgreichen Klimaschutz einnehmen: „Zwar sind viele Städte und Gemeinden in Deutschland bereits seit einigen Jahren bei den Themen Klimaschutz und Energieeffizienz sehr engagiert. Dennoch ist es für die Kommunen nicht selbstverständlich, dem Klimaschutz im Rahmen ihrer Selbstverwaltungsaufgaben (zum Beispiel der Bauleitplanung oder der Bewirtschaftung eigener Liegenschaften) immer gezielt Rechnung zu tragen. Für viele Klimaschutzmaßnahmen ist aber ein aktives Handeln auf regionaler und lokaler Ebene wichtig“ (BMU 2016).

Zur Umsetzung des Klimaschutzplans auf kommunaler Ebene ist eine Konkretisierung der Ziele und Maßnahmen mithilfe eines integrierten Klimaschutz- und Energiekonzeptes und dessen Umsetzung inkl. Monitoring notwendig. Im Rahmen der kommunalen Klimaschutzplanung sind dabei für alle relevanten Energieverbrauchssektoren (Kommune, Gewerbe-Handel-Dienstleistung, Industrie, Verkehr, ggf. Landwirtschaft) eine Treibhausgasbilanz sowie eine Potenzialanalyse zu erstellen und darauf aufbauend Szenarien und Maßnahmen zu erarbeiten, die genau auf die jeweilige Kommune abgestimmt sind. Instrumente hierfür können z.B. integrierte Klimaschutzkonzepte, Klimaanpassungskonzepte, kommunale Wärmeplanungen, Konzepte zur klimafreundlichen Mobilität und Energienutzungspläne sein.

Die Übersetzung der Ziele des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung auf die kommunale Ebene, vollzogen 41 Kommunen auf vorbildliche Weise im Rahmen der NKI-Förderung „Masterplan – 100 % Klimaschutz“. Darin stellten sie individuelle Masterpläne auf, in denen sie das Ziel für 2050 verfolgen, 95 % der Treibhausgasemissionen und 50 % des Endenergieverbrauchs im Vergleich zu 1990 zu reduzieren. Mit der RESCUE-Studie verdeutlichte das Umweltbundesamt, dass selbst diese ambitionierten Ziele und Herangehensweisen nicht ausreichen werden, um die Treibhausgasneutralität für Deutschland zu realisieren. Um dieses Ziel zu verwirklichen, muss der Bund

– gemeinsam mit den Ländern und Kommunen – die Emissionen um 100 % mindern. Bleiben unvermeidbare Emissionen aus u.a. Industrieprozessen oder der Landwirtschaft bestehen, müssen diese mit natürlichen Senken ausgeglichen werden.

Eine zentrale Rolle spielen Personalstellen für das Klimaschutzmanagement (KSM), die die Aufgabe haben die Umsetzung der Klimaschutzkonzepte zu koordinieren und alle relevanten Akteure in der Kommune sowie der Verwaltung in den Klimaschutzprozess einzubinden.

Mehrwert

- ▶ Koordinierender Handlungsleitfaden für die kommunale Verwaltung
- ▶ Bei Umsetzung Vermeidung von Folgekosten für externe Umweltschäden und Gesundheit
- ▶ Förderung der lokalen Wirtschaft: Zukunftstechnologien und Innovationen (Herrmann 2011), Steigerung der regionalen Wertschöpfung (z.B. durch erneuerbare Energien oder Sanierungen und deren Auswirkungen auf die Handwerkerschaft)
- ▶ Positive Effekte durch Klimaschutzmaßnahmen auf die Lebens- und Aufenthaltsqualität in der Kommune: Kurze Wege, Grün in der Stadt, Reduzierung von Lärm und Luftschadstoffen
- ▶ Kosteneinsparungen bei Energieeffizienzmaßnahmen sowohl für die Kommunalverwaltung als auch für Bürger/-innen, Unternehmen usw.

Erfolgsfaktoren („Voraussetzungen“)

- ▶ Klimaschutzziel hat Priorität auf oberster kommunaler Ebene: Verpflichtung aller Fachressorts zur konsequenten Umsetzung der Klimaschutzziele und Maßnahmen (Dt. Städtetag 2011)
- ▶ Beschluss des Klimaschutzkonzepts bzw. der kommunalen Klimaschutzplanung
- ▶ Schaffung von Personalstellen KSM
- ▶ Beteiligung an nationalen und internationalen Initiativen und Bündnissen zum Klimaschutz z. B. Klimabündnis, Tandem, Covenant of Mayors for Climate & Energy, ICLEI, bundesländerbezogene Angebote für Austausch von KSM
- ▶ Management- bzw. Zertifizierungssysteme z.B. European Energy Award (EEA), Öko-Audit (1400 EMAS)
- ▶ Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger und aller relevanter kommunaler Akteure

Hemmnisse

- ▶ Fehlende Finanzmittel und Personal für Umsetzung und Begleitung der Konzepte
- ▶ Fördermittel für KSM und investive Maßnahmen nicht dauerhaft angelegt

Rahmenbedingungen/ Förderungen

- ▶ Kommunalrichtlinie der NKI: Fokusberatung Energiesparmodelle, Potenzialstudien, Klimaschutzkonzepte und Klimaschutzmanagement, Kommunales Energie- und Umweltmanagementsystem
- ▶ Bundesländerbezogene Förderungen, die die Angebote der Kommunalrichtlinie ergänzen oder aufstocken

Aufwand/ Kosten

- ▶ Erstellung Klimaschutzkonzept und regelmäßige Fortschreibung der Emissionsbilanzen (Monitoring)
- ▶ Personalkosten für Klimaschutzmanagement zur koordinierenden Umsetzung der Konzepte. Die Personalstellen sollten mit einer den anspruchsvollen Aufgaben entsprechenden Entgeltgruppe eingeplant werden.
- ▶ Bereitstellung von Finanzressourcen zur Umsetzung investiver und informativer Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes

Akteure

- ▶ Stadtverwaltung (Beteiligung aller Fachbereiche)
- ▶ Kommunale Gesellschaften und Eigenbetriebe (u.a. Stadtwerke, Wohnungsbaugesellschaft)
- ▶ Gemeinderat
- ▶ Bürgerinnen und Bürger, lokaler Initiativen und Verbände (z.B. Agenda 21), Schulen, Kindertagesstätten, Unternehmen, Vereine, soziale und kirchliche Einrichtungen usw.

Soziale Aspekte

- ▶ Die Erstellung von (geförderten) Klimaschutzkonzepten beinhaltet mindestens eine Bürgerbeteiligung. Dadurch wird bereits der Grundstein von Mitwirkung und Teilhabe der lokalen Akteure im Klimaschutz gelegt.
- ▶ Bestenfalls ermöglichen Klimaschutzkonzepte, die sozio-ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels sowie von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen abzuschätzen. Dadurch kann die Kommune Verteilungs- und Gerechtigkeitsfragen frühzeitig erkennen und Antworten entwickeln.
- ▶ Die Umsetzung der Klimaschutzkonzepte durch Klimaschutzmanager/-innen erfolgt meistens unter starker Einbeziehung der lokalen Akteure. Dies hat Einflüsse auf das Teilhabegefühl und das Mitspracherecht bei der Ausgestaltung von Maßnahmen.
- ▶ Viele kommunale Klimaschutzmaßnahmen haben direkt positive Einflüsse auf das Lebensumfeld in der Stadt oder der Gemeinde und senken Betriebskosten (siehe Mehrwert).

- ▶ Es gibt eine Vielzahl von kommunalen Klimaschutzmaßnahmen, die explizit soziale Teilhabe und Integration in sich verankern und somit einen Beitrag zum gesellschaftlichen Zusammenhalt leisten (Beispiele werden jährlich durch den Wettbewerb „Klimaaktive Kommune“ in der Kategorie „Klimaschutz zum Mitmachen“ ausgezeichnet).

Kopplung zu anderen Elementen

- ▶ Aufgrund der koordinierenden und integrativen Ansätze der Klimaschutzplanung hat sie Kopplung zu fast allen Elementen, insbesondere zu den weiteren Elementen aus dem Bereich Kommune

Bewertung

Quantitativ:

- ▶ Definition von CO₂-Reduktionszielen: 2050 -100 % ggü.1990 (inkl. ambitionierter Zwischenziele 2030, 2040)
- ▶ Monitoring der Treibhausgasminderung durch umgesetzte Maßnahmen
- ▶ Entwicklung der Treibhausgasbilanzen (Senken von Treibhausgasemissionen im Einzugsgebiet)
- ▶ Eigenes Ziel: _____

Qualitativ:

- ▶ Ist ein Klimaschutzkonzept vorhanden? Ergänzend auch kommunale Wärme- und Mobilitätsplanung oder Energienutzungsplan.
- ▶ Werden bestehende und potenzielle Senken für den Klimaschutz erhalten bzw. geschaffen?
- ▶ Sind in der Verwaltung Personalkapazitäten mit entsprechenden Verantwortlichkeiten im Bereich Klimaschutz (ausreichend) vorhanden?
- ▶ Wird ein Klimaschutz-Mainstreaming in die gesamte Verwaltung praktiziert, um Klimaschutz in alle (Pflicht-)Bereiche der Kommune zu tragen?
- ▶ Werden Bildungs- und Beteiligungsmaßnahmen zu Klimaschutz durchgeführt?
- ▶ Eigenes Ziel: _____

3.3 Verwertungsempfehlung

Für eine erfolgreiche und breitenwirksame Dissemination der Ergebnisse des Sachverständigen-gutachtens ist aus Sicht des Autorenteam eine zielgruppenspezifische Aufbereitung von Inhalten, Layout und Grafik des Kriterienkatalogs „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“ anzustreben.

Für die weitere Verwertung schlagen wir daher folgende Maßnahmen vor:

1. Schritt 1: Aufbereitung von Layout und Inhalt des Sachverständigengutachtens zu einer publizierbaren Broschüre, die relevant für ausgewählte Akteursgruppen ist.
2. Schritt 2: Konzeptionierung einer zeitgemäßen Webanwendung/ App mit dem potentiellen Titel „Kompass Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“. Wir sehen u.a. folgende Vorteile:
 - a. Thematisch sortierte Aufbereitung der Infrastrukturelemente (u.a. Erweiterung auf Stromnetze, Gasnetze oder Verkehr)
 - b. Bedarfsgerechte Aufbereitung von Informationen für unterschiedliche Nutzergruppen (Ebene 1: Basisinformation bis Ebene X: Detaillierte Fachinformationen für Expertinnen und Experten)
 - c. Thematisch passende Integration von Best-Practice-Beispielen aus Kommunen
 - d. Fortschreibung und Aktualisierung von Förderprogrammen
 - e. Integration von Controlling-Funktionen für die Erfolgskontrolle bei der Umsetzung von Maßnahmen im Bereich der klimagerechten kommunalen Infrastruktur

3.4 Empfehlungen für Rahmenbedingungen und Vorgaben

Die Informationen aus den Gesprächen mit den Teilnehmenden des Fachworkshops als auch die Ergebnisse der Arbeit in den Kleingruppen sind in der Workshopdokumentation enthalten. Parallel zum Fachworkshop konnten alle Teilnehmenden auch schriftlich ihre Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge zum Kriterienkatalog an das Autorenteam melden. Diese Rückmeldungen sind in der finalen Dokumentenversion berücksichtigt.

Übergreifende Erkenntnisse aus der Projektbearbeitung und dem Fachworkshop werden nachfolgend aufgeführt. Die Erkenntnisse beziehen sich im Wesentlichen auf die regulatorischen Rahmenbedingungen, Vorgaben sowie auf Finanzierungsoptionen, die von Bund, Ländern und Kommunen beeinflussbar sind und die vermehrte Umsetzung von klimagerechten kommunalen Infrastrukturen unterstützen.

3.4.1 Handlungsempfehlungen an die Politik

Gebäude

Aus der Kleingruppe der Kategorie Gebäude kommt die Aufforderung an die Bundes- und Landespolitik, Klimaschutz und Klimaanpassung im regulatorischen Rahmenwerk als Pflichtaufgabe für die Kommunen sowie Gebäudeeigentümer/-innen zu verankern. Hier ergeben sich aktuell Möglichkeiten im Rahmen der Ausgestaltung des Gebäudeenergiegesetzes.

Zusätzlich wird Kontinuität bei der Bereitstellung von Fördermitteln und der Laufzeit von Förderprogrammen gefordert und damit resultierende Planungssicherheit für Investoren und Investorinnen.

Gemeinsames Lernen und der Wissenstransfer aus gelungenen Projekten sollte durch entsprechende durch die Politik induzierte Maßnahmen gefördert werden.

Wärmenetze

Die Arbeitsgruppe „Wärmenetze“ sieht es als erforderlich an, dass die Bundespolitik ein klares Bekenntnis zum Erreichen der Klimaschutzziele in der Gesetzgebung (z.B. wirksame CO₂-Bepreisung) verankert. Parallel dazu sollte die Komplexität bei der Fördermittelbeantragung auf ein für das kommunale Personal handhabbares Maß reduziert werden.

Auf Landesebene sehen die Empfehlungen im Wesentlichen eine verstärkte Unterstützung der Kommunen vor. Dies kann durch fachliche Zuarbeit der (Landes-)Energieagenturen erfolgen oder durch die gezielte Bereitstellung von Fördermitteln für Kommunen und Versorgungsunternehmen.

Für die strategische Planung von klimagerechten Wärmenetzen wird das Werkzeug der „Kommunalen Wärmeplanung“ von den Teilnehmenden als geeignet eingestuft. Darüber hinaus empfehlen die Teilnehmenden die Ausnutzung der kommunalen Gestaltungsspielräume bei städtebaulichen Kaufverträgen und bei der Festsetzung von Anschluss- und Benutzungszwängen. Wird Klimaschutz so Bestandteil der kommunalen Daseinsvorsorge, erfordert dies die Bereitstellung von entsprechenden Personalkapazitäten auf allen Verwaltungsebenen.

Radverkehr

Die Kleingruppe „Radverkehr“ empfiehlt grundsätzlich auf Bundesebene die gesetzliche Gleichbehandlung der Verkehrsmittel in der Straßenverkehrsordnung, um eine klimagerechte Umverteilung des Straßenraums einleiten zu können.

Auf Landesebene sollte eine baulasträgerübergreifende Koordinierung von Finanzierungsetats ermöglicht werden, um kommunale Radwege z.B. an Bundesstraßen realisieren zu können. Ebenso wird eine bundesweit einheitliche Kennzeichnung im Radverkehr als förderlich für die Entwicklung übertragbarer Lösungsansätze gesehen.

Als strategisches kommunales Planungswerkzeug empfehlen die Teilnehmenden eine verpflichtende Erstellung von Radverkehrsplänen.

3.4.2 Tipps- und Tricks – Erfolgsfaktoren aus der Praxis

Die Teilnehmenden stellten während der Kleingruppenarbeit aus Ihrem Alltag Faktoren zusammen, welche besonders zum Gelingen eines vorbildlichen Projekts in ihrem Umfeld beitrugen. Ziel war es, die persönlichen „Aha-Erlebnisse“ (Lessons Learned) zu identifizieren und nutzbar für alle Kommunen bei ähnlichen Projekten zu machen. Die nachfolgenden praktischen Erfahrungen stellen Erkenntnisse für die alltäglichen Herausforderungen der kommunalen Mitarbeitenden dar.

Gebäude

In der Kategorie Gebäude wurden folgende konkreten Erfolgsfaktoren aufgeführt:

► Zielgerichtete Förderung:

Eine Möglichkeit ist, eine technologieoffene, auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen ausgerichtete kommunale Förderung von Technologien und Bauweisen im Gebäudebereich zu etablieren (Emissionen pro m²).

► Monitoring:

Beim Betrieb kommunaler Gebäude zeigen sich oftmals deutliche Abweichungen zwischen den Berechnungswerten und den realen Verbrauchsdaten. Ein technisches Monitoring, angedockt an das kommunale Gebäudemanagement, hilft diese Missstände zu identifizieren und die Ursachen zu beheben. Ein digitaler Energie-Nutzungsplan kann dabei helfen die Übersicht über die Verbrauchsdaten im Blick zu halten.

► Akzeptanz:

Informationsveranstaltungen und Bildungsangebote für Bürgerinnen und Bürger sowie in Kindertagesstätten und Schulen zum Thema Klimaschutz tragen zur Akzeptanz von entsprechenden Maßnahmen in der Kommune bei.

Wärmenetze

Die Kleingruppe der Kategorie Wärmenetze nennt folgende praktische Ansätze als übertragbare Lösungen für andere Kommunen:

► Effizienz und Wirtschaftlichkeit

Durch die Koppelung der Sektoren Wärme, Strom und auch Mobilität können auf lokaler Ebene oftmals durch die Vermarktung mehrerer Produkte durch einen Betreiber Synergien gehoben und damit eine Verbesserung im Bereich Effizienz und der Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

► Transparenz und Kommunikation

Die Akzeptanz für neue Wärmenetze und für den nachträglichen Anschluss an bestehende wird erfolgreich erreicht, wenn Beratung auf persönlicher Ebene stattfindet und Beteiligungsmodelle entwickelt und kommuniziert werden.

► Verbindliche Vorgaben

Rechtliche Vorgaben, wie z.B. in städtebaulichen Kaufverträgen und in der Bauleitplanung, sind Erfolgsfaktor für Wärmenetze, indem die dezentrale Nutzung fossiler Energieträger ausgeschlossen wird.

Radverkehr

Für eine erfolgreiche Umsetzung der eigenen kommunalen Infrastrukturprojekte im Bereich Radverkehr nennen die Teilnehmenden folgende praktischen Erfahrungen:

► Zuordnung von Haushaltsmitteln

Die Einrichtung eines eigenständigen Radverkehrsetats auf allen Ebenen (insbesondere Länder und Kommunen) erleichtert die Planung und Umsetzung von Maßnahmen.

► Akzeptanz

Der Ausbau des Radverkehrs benötigt erfolgreiche und sympathische Beispiele. Temporäre Maßnahmen zum Testen und Ausprobieren können Bedenken ausräumen und die erlebten Vorteile für die Nutzergruppen können zielgerichtet kommuniziert werden.

► Optimierung der kommunalen Prozesse

Die Einrichtung einer Projektgruppe und Fachrunde Verkehr bringt zahlreiche Stakeholder (z.B. auch die örtliche Polizei) an einem Tisch zusammen. Die Mobilitätsplanung betrifft zunehmend die Stadtplanung als auch Tief- und Hochbauämter. Der persönliche Austausch führt dabei zur Akzeptanzerhöhung und damit zu einer schnelleren Umsetzung.

4 Quellenverzeichnis

- Adam, B.; Habermann-Nieße, K.; Berding, U.; Klehn, K.; Müller, S. (2019): Grün in der Stadt – Maßnahmen zur Grün- und Freiraumentwicklung im Rahmen der Städtebauförderung, BBSR-Online Publikation Nr. 12/2019, Bonn, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
- ADAC (2019): ADAC Autokosten Herbst/Winter 2019/2020 – Kostenübersicht für über 1.600 aktuelle Neuwagen-Modelle, https://www.adac.de/_mmm/pdf/autokostenuebersicht_47085.pdf abgerufen am 20.11.2019
- ADAC (2014): Der Kreisverkehr, München
- ADAC (2005): Der Kreisverkehr – Ein ADAC Leitfaden für die Praxis, München
- ADFC (2019): So geht Verkehrswende, Berlin
- ADFC (2018): Fahrradklimatest 2018, <https://www.fahrradklima-test.de/>, aufgerufen am 20.11.2019
- AG Energiebilanzen e.V. (AGEB) (2019): Strommix. Stromerzeugung nach Energieträgern 1990 - 2018. Online verfügbar unter <https://www.ag-energiebilanzen.de/>
- AGFS (2015): Radschnellwege: Leitfaden für die Planung, Krefeld
- Ahrens, G.; Becker, U.; Böhmer, T.; Richter, F.; Wittwer, R. (2013): Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz, Dessau, Umweltbundesamt; TU Dresden
- Architektenkammer Baden-Württemberg (2015): Verwaltungsvorschrift für Verkehr und Infrastruktur über die Herstellung notwendiger Stellplätze, Merkblatt Nr. 593, Stuttgart
- Aichinger, W.; Frehn, M. (2017): Straßen und Plätze neu denken, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt
- AktivPlus e.V. (2016): Aktivplus-Gebäude, Anwenderhandbuch zum Aktivplus-Prinzip. 2. Aufl. Braunschweig
- Albrecht, J.; Schanze, J.; Klimmer, K.; Bartel, S.; Kuchel, L.; Kutcha, L. (2018): Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt; Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Amt für Liegenschaften und Wohnen, Abteilung Kommunikation (ALWK) (2018): Energie und Geld sparen, Stuttgart
- Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft e.V. (AGFW) (2006): AGFW-Arbeitsblatt FW 310 - Teil 1. Jahresnutzungsgrad zentraler Warmwasser-Wärmeerzeuger. Erzeugerleistung bis 2 MW, Betriebsmedium Wasser. Frankfurt am Main
- Bade, M.; Eckermann, F.; Fischer, J.; Moriske, H.; Plehn, W.; Schuberth, J.; Wurbs, J. (2016): Wärmedämmung. Fragen und Antworten. Hintergrund, Umweltbundesamt (UBA), Dessau.
- Baumgärtner, J.; Nusser, T.; Idler, S. (2018): Energiekonzept Quartier „Fuchshof“ Ludwigsburg, Zwischenergebnisse AP 7 und Ausblick. EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH (EGS-plan), 24.10.2018
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StMWi) (2019): Energie-Atlas Bayern. Thema Abwärme. München. Online verfügbar unter https://www.energieatlas.bayern.de/thema_abwaerme.html, zuletzt aktualisiert am 26.09.2019, zuletzt geprüft am 26.09.2019
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StMWi); Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (2017): Wärmenetze in Kommunen. Leitfaden. In zehn Schritten zum Wärmenetz, Augsburg, München, Hamburg. Online verfügbar unter www.energieatlas.bayern.de

BBSR – Bundesamt für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2018): Grün in der Stadt – Maßnahmen zur Grün- und Freiraumentwicklung im Rahmen der Städtebauförderung, Bonn

Becker, C.; Hübner, S.; Sieker, H.; Gilli, S.; Post, M. (2015): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung, Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte, Bonn, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) Online verfügbar unter <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2015/UeberflutungHitzeVorsorge.html>.

BMVI (2017): Fahrradparken an ÖV-Halten - Leitfaden Betreiberkonzepte für Fahrradstationen, Sammelschließanlagen und Fahrradboxen, Berlin

BMVIT (2017): Kosteneffiziente Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs in Gemeinden, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH (Borderstep). Hannover, März 2017.

Brune, M.; Bender, S.; Groth, M. (2017): Gebäudebegrünung und Klimawandel. Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch klimawandeltaugliche Begrünung. Report 30. Climate Service Center Germany (GERICS). Hamburg

Bula, A.; Hinzen, A.; Neeten, T. (2015): Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel. Fördermöglichkeiten für Kommunen zur Umsetzung von räumlichen Anpassungsmaßnahmen. Zwischenbericht. Umweltbundesamt (UBA); BKR Aachen; IÖR; ISB. Dessau (38)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2015): Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). Büro- und Verwaltungsgebäude. 2.2.1.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2010): Energiekonzept. für eine umwelt schonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. 28. September 2010

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. 2. Auflage. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Berlin

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BVBS) (2012): Nationaler Radverkehrsplan 2020 – Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln, Berlin

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): StVO-Novelle: Wir machen die Straßen noch sicherer, klimafreundlicher und gerechter!, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/stvo-novelle.html>, aufgerufen am 21.11.2019

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2019a): Erneuerbare Energien. Dossier. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>, zuletzt geprüft am 24.09.2019

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2019b): Altmaier: „Versorgungssicherheit in Deutschland weiterhin sehr hoch“. Pressemitteilung Strommarkt der Zukunft. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2019/20190703-altmaier-versorgungssicherheit-in-deutschland-weiterhin-sehr-hoch.html>, zuletzt aktualisiert am 03.07.2019, zuletzt geprüft am 26.09.2019

Bundestag (21.07.2014): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien Erneuerbare- Energien-Gesetz - EEG 2017. EEG 2017, Fundstelle: BGBl. I S. 1066

- Bürger, V.; Hesse, T.; Palzer, A.; Köhler, B.; Herkel, S.; Engelmann, P.; Quack, D. (2017): Klimaneutraler Gebäudebestand 2050 - Energieeffizienzpotenziale und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Gebäudebestand. Umweltbundesamt (UBA); Öko-Institut e.V. Freiburg (Öko-Institut); Fraunhofer ISE, Freiburg (ISE), Dessau (Climate Change, 26)
- Clausen, J. (2012): Kosten und Marktpotenziale ländlicher Wärmenetze. Arbeitspapier zu AP 6 A im Rahmen des Projektes „Möglichkeiten und Grenzen von Nahwärmenetzen in ländlich strukturierten Gebieten unter Einbeziehung regenerativer Wärmequellen – Vernetzung von dezentralen Kraft- und Wärmeerzeugungssystemen unter Berücksichtigung von Langzeitwärmespeicherung“, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH (Borderstep), Hannover
- Clausen, J. (2017): Pfadabhängigkeiten rund um Wärmenetze. Ergebnisse aus dem Projekt Evolution2Green
- CRa/Artgineering (2016): Meer fiets meer stad, Utrecht
- CROW (2016): Ontwerprijzer Fietsverkeer
- DB Netze (2019): Bike + Ride Offensive: Anlagensteckbriefe
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB) (2018): DGNB System. Kriterienkatalog Gebäude Neubau. Version 2018. 5. Auflage. Stuttgart
- Deutsche Umwelthilfe e.V. (2016): Blaupause Wärmewende Positionspapier der Deutschen Umwelthilfe für mehr Energieeffizienz und erneuerbare Wärme. Unter Mitarbeit von Paula Brandmeyer
- DIFU; BMVI (2014): Radverkehr in Deutschland – Zahlen, Daten, Fakten, Berlin
- DIFU, tippingpoints (2019): Parkraummanagement lohnt sich! – Leitfaden für Kommunikation und Verwaltungspraxis, im Auftrag von Agora Verkehrswende, Berlin
- Doll, C.; Hartwig, J.; Senger, F.; Schade, W.; Maibach, M.; Sutter, D.; Bertschmann, D.; Lambrecht, U.; Knörr, W.; Dünnebell, F. (2013): Wirtschaftliche Aspekte nichttechnischer Maßnahmen zur Emissionsminderung im Verkehr, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt
- ECF (2016): Electromobility for All, Brüssel
- Eyink, H.; Heck, B.; Dorsch, F.; Haury, S.; Skowski, J.; Wahler, B. et al. (2015): Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Grünbuch Stadtgrün. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Julius-Kühn-Institut (JKI); Bundesamt für Naturschutz (BfN). Berlin
- Fietersbond (2013): Een toekomstagenda voor snelfietsroutes, Niederlande
- Fisch, M. N.; Schulze, E.; Gabriel, J.; Mahler, B.; Nusser, T.; Fafflok, C.; Hegger, J. (2018): Zukunft Bauen: Effizienzhaus Plus – Planungsempfehlungen. Unter Mitarbeit von Arndt Rose und Daniel Wöffen. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BSR) (BBSR); Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI); Forschungsinitiative ZukunftBau; Berliner Institut für Sozialforschung GmbH (BIS); Steinbeis-Transferzentrum, Stuttgart; HHS Planer + Architekten AG. Bonn (Forschung für die Praxis, 15)
- Fishedick, M.; Schüwer, D.; Venjakob, J.; Merten, F.; Mitze, D.; Nast, M. et al. (2007): Potenziale von Nah- und Fernwärmenetzen für den Klimaschutz bis zum Jahr 2020. Umweltbundesamt (UBA); Wuppertal Institut; DLR; ie Leipzig. Dessau (Climate Change)
- Fricke, B.; Schöttler, M.; Steininger, S.; Kluczka, S.; Venjakob, J.; Gröne, M.; Jansen, U.; Schäfer-Sparenberg, C.; Schüwer, D.; Hanke, T.; Buddeke, M.; Merten, F.; Naegler, T.; Simon, S.; Stöckler, S.; Sperber, E. (2016): Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung - Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz, FH Aachen, Aachen

- Fritz, S.; Pehnt, M. (2018): Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende? Kurzstudie. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
- future:solar (2012): Projekt Systemanalyse zur solaren Energieversorgung. Unter Mitarbeit von Leibfried. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); Projektträger Jülich; Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW); SOLVIS GmbH & Co KG; STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG; Uponor GmbH. Online verfügbar unter <https://www.tu-braunschweig.de/igs/forschung/abgeschlosseneprojekte/futuresolar>
- Geiger, A.; Bühler-Kölmel, S.; Wallenborn, T. Hahn, T.; Schütze, E. (2016): Strategisches Fachkonzept Klimaanpassung (Klik). Unter Mitarbeit von Jürgen Baumüller, Sandra Bühler-Kölmel, Albrecht Burkhardt, Nicole Preußner und Günther Schlecht. Stadt Ludwigsburg; Freie Landschaftsarchitekten BDLA (faktorgruen). Ludwigsburg
- Gerbert, P.; Herhold, P.; Burchardt, J.; Schönberger, S.; Rechenmacher, F.; Kirchner, A. et al. (2018): Klimapfade für Deutschland. Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI); Boston Consulting Group (BCG); Prognos.
- Hardinghaus, M.; Cyganski, R. (2019): Attraktive Radinfrastruktur – Routenpräferenzen von Radfahrenden, Berlin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)
- Hausladen, G.; Hamacher, T. (2011): Leitfaden Energienutzungsplan. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG); Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT); Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB); Technische Universität München (TUM), München
- Heinrichs, E.; Scherbarth, F.; Sommer, K. (UBA) (2016): Wirkungen von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt; LK Argus Kassel GmbH
- Herrmann, U. (2011): Klimagerechte und energieeffiziente Stadtentwicklung. Positionspapier der Fachkommission „Stadtentwicklungsplanung“ des Deutschen Städtetages. Unter Mitarbeit von Thilo Bosse, Susanne Metz, Thomas Ponel, Stephan Reiß-Schmidt, Hartmut Thielen und Thorsten Tomndorf. Deutscher Städtetag
- Heyn, T.; Schwede, P.; Süße, J.; Kötter, T.; Weiß, D.; Rehorst, F. et al. (2019): Nachhaltige Anpassung der Siedlungsentwicklung und technischen Infrastrukturen an die Herausforderungen des demografischen Wandels, Erstellung Katalog mit Praxisbeispielen. Abschlussbericht. Umweltbundesamt (UBA); empirica ag, Bonn; Universität Bonn; GaiaC Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung e.V. Aachen. Dessau (Texte, 81)
- Holl, H.; Mahler, B.; Weigand, N.; Kess, H.; Nusser, T.; Herdeg, T. (2011): Solarflächenkataster für die Stadt und den Landkreis Bamberg. Solarkataster Bamberg (ARGE); Klimaallianz Stadt und Landkreis Bamberg; EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH (EGS-plan); Büro für Städtebau und Architektur. Bamberg. Online verfügbar unter <https://www.klimaallianz-bamberg.de/arbeitsgrundlagen/solarflaechenkataster/>
- Hölscher, K.; Wittmayer, J. (2018): Wovon hängt eine erfolgreiche Umsetzung von innovativen Infrastrukturauskopplungen ab? TRAFIS – Transformation hin zu klimaresilienten und ressourcenschonenden Infrastrukturen. UBA-Workshop. Dutch Research Institute für Transitions (DRIFT). Umweltbundesamt (UBA). Dessau, 21.08.2018
- Ifeu, IDT Braunschweig (2015): Pedelec – Verlagerungs- und Klimaeffekte durch Pedelec-Nutzung im Individualverkehr, im Auftrag des BMU
- Infas, DLR, IVT und infas 360 (2019): Mobilität in Deutschland (Im Auftrag des BMVI)
- INlife Holding GmbH: Durchschnittlicher Stromverbrauch in Deutschland und Europa in Zahlen. Online verfügbar unter <https://www.stromvergleich.de/durchschnittlicher-stromverbrauch>, zuletzt geprüft am 26.09.2019
- Institute for sensible Transport (IST) (2018): Transport and Climate Change, <https://sensibletransport.org.au/project/transport-and-climate-change/> abgerufen am 20.11.2019

Kalusche, W.; Herke, S. (2019): Baukosten 2019 Neubau. Statistische Kostenkennwerte für Gebäude. Unter Mitarbeit von Hannes Spielbauer, Klaus-Peter Ruland, Brigitte Kleinmann, Annette Dyckmans, Heike Elsässer, Sabine Egenberger et al. Stuttgart

Klimakabinett (2019): Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

KNBau (2019): Was tun – im Wohnungsbau? Handlungsempfehlungen für den andlungsempfehlungen für den nachhaltigen Wohnungs- und Städtebau nachhaltigen Wohnungs- und Städtebau. pposition der kommission nachhaltiges osition der kommission nachhaltiges auen am umweltbundesamt (KNBau) bbauen am umweltbundesamt (KNBau). Umweltbundesamt (UBA); KNBau. Dessau.

Kuttler, W. (2011): Climate change in urban areas. Part 2, Measures. Klimawandel im urbanen Bereich. Teil 2, Maßnahmen. In: Environmental Sciences Europe (23:21). DOI: 10.1186/2190-4715-23-21.

Mahler, B.; Idler, S.; Gantner, J. (2019a): Mögliche Optionen für eine Berücksichtigung von grauer Energie im Ordnungsrecht oder im Bereich der Förderung. Endbericht. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BSR) (BBSR); Steinbeis-Transferzentrum, Stuttgart; Fraunhofer IBP, Stuttgart (IBP). Stuttgart.

Mahler, B.; Idler, S.; Nusser, T.; Gantner, J. (2019b): Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus. Umweltforschungsplan Forschungskennzahl 3715 41 111 0. Abschlussbericht. Umweltbundesamt (UBA); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Steinbeis-Transferzentrum, Stuttgart; Fraunhofer IBP, Stuttgart (IBP)

Mangold, D. (2019): Kosten von Saisonspeichern. Solites Steinbeis Forschungsinstitut. Online verfügbar unter <http://www.saisonalspeicher.de/Planung/Voraussetzungen/Kosten/tabid/87/Default.aspx>, zuletzt aktualisiert am 09.10.2019, zuletzt geprüft am 09.10.2019

Mann, G. (2013): 11. Internationales FBB-Gründachsymposium 2013. - Vortragsreihe zu aktuellen Themen der Dachbegrünung -. Tagungsband. Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB). Ditzingen

Ministerium für Verkehr und Infrastruktur (2015): Fertig. Los! Pauschale Kostenansätze - RadKULTUR Baden-Württemberg, Stuttgart

Nationale Klimaschutzinitiative (2019): Stadt Frankfurt am Main. 25.000 Euro Preisgeld für "Frankfurt frisch auf – 50% Klimabonus". Hg. v. Nationale Klimaschutzinitiative. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Online verfügbar unter <https://www.klimaschutz.de/stadt-frankfurt-am-main>, zuletzt geprüft am 20.11.2019

Oebbeke, Alfons (2011): Versuchsanlage bestätigt: Dachbegrünung erhöht Erträge der Photovoltaik. baulinks. Online verfügbar unter <https://www.baulinks.de/webplugin/2011/1132.php4>, zuletzt aktualisiert am 19.07.2011, zuletzt geprüft am 26.09.2019.

Ökobaudat (2019): Prozess-Datensatz: Trinkwasser. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BSR) (BBSR). Berlin. Online verfügbar unter https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=ce3057d1-3371-47b4-a982-a1c42c2c6a85&stock=OBD_2019_III&lang=de, zuletzt aktualisiert am 06.01.2019, zuletzt geprüft am 30.09.2019

Öko-Institut e.V., Das Institut für Verkehrsforschung im DLR, IFEU, Infrac AG (BMU) (2016): Endbericht Renewability III – Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin

- Pehnt, M.; Nast, M.; Götz, C.; Blömer, S.; Barckhausen, A.; Schröder, Da. et al. (2017): Wärmenetzsysteme 4.0. Endbericht. Kurzstudie zur Umsetzung der Maßnahme "Modellvorhaben erneuerbare Energien in hocheffizienten Niedertemperaturwärmenetzen". Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); ifeu Heidelberg; adelphi consult GmbH; PricewaterhouseCoopers GmbH (pwc); Ecofys Germany GmbH; Agentur für Erneuerbare Energien e.V. Heidelberg, Berlin, Düsseldorf, Köln
- Pfäffli, K.; Preisig, H. (2011): SIA-Effizienzpfad Energie. Merkblatt 2040. schweizerischer ingenieur- und architektenverein (SIA). Zürich
- Planersocietät (2018): Klimaschutzteilkonzept Mobilität – Radverkehrskonzept, Kreis Warendorf
- Plangemeinschaft Verkehr (PGV) (2014): Fahrradabstellplätze bei Wohngebäuden – Ein Leitfaden für die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, Potsdam / Hannover
- Plangemeinschaft Verkehr (PGV) (2010): Handlungsempfehlungen – Radverkehrskonzept Winsen, (Im Auftrag der Stadt Winsen)
- Plangemeinschaft Verkehr (PGV) (2016): Radschnellweg OWL – Überprüfung der Machbarkeit für den Radschnellweg Ostwestfalen-Lippe, Hannover
- Purr, K.; Günther, J.; Lehmann, H.; Nuss, P. (2019): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE - Studie. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau (RESCUE, ISSN 1862-4359)
- Raje, F.; Saffrey, A. (2016): The value of Cycling, University of Birmingham und Phil Jones Associates
- Richter, M.; Safarik, M.; Heinrich, C. (2014): Klimafreundliche Gebäudeklimatisierung. Ein Ratgeber für Architekten, Bauherren und Planer. Umweltbundesamt (UBA); Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden gGmbH. Dessau
- Schmitz, J. (2019): Tipps zu Kosten & Förderung einer Regenwassernutzung. scon-marketing GmbH. Brilon. Online verfügbar unter <https://www.klaeranlagen-vergleich.de/tipps-zu-kosten-foerderung-einer-regenwassernutzung.html>, zuletzt geprüft am 27.19.2019
- Schönfelder, W.; Weusthoff, H.; Zentner, M.; Ziegler, J. (2012): Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen? Ein Leitfaden für Hauseigentümer, Bauherren und Planer. 2. Aufl. Hamburg Wasser. Hamburg
- Schulz, W.; Brandstätt, C. (2013): Flexibilitätsreserven aus dem Wärmemarkt. Unter Mitarbeit von Andreas Hagemeister, Timo Holzfuß und Jürgen Gabriel. Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. (BEE); Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft e.V. (AGFW); Fraunhofer IFAM, Bremen (IFAM). Bochum
- Sieberg, U.; Koch, M.; Uphoff, H. (2016): Effizient Erneuerbar - Was jetzt zum Gelingen einer Erneuerbaren Wärmewende getan werden muss. BEE-Positionspapier. Analyse des Wärmemarktes und Eckpunkte einer Wärme- und Kältestrategie. Unter Mitarbeit von Georg Wagener-Lohse, Martin Pehnt, Matthias Sandrock, Gabrielle Harrer-Puchner und Björn Pieprzyk. Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. (BEE). Berlin
- Sinus (2017): Fahrrad-Monitor Deutschland 2017, Berlin (Im Auftrag des BMVI)
- Sinus (2019): Fahrrad-Monitor Deutschland 2019, Berlin (Im Auftrag des BMVI)
- Stadt Frankfurt (2018): Statistisches Jahrbuch Frankfurt am Main 2018, Stadt Frankfurt am Main, Frankfurt
- Stadt München (2017): Die Klimaschutzmanagerinnen und Klimaschutzmanager der Landeshauptstadt München. Tätigkeitsfelder und Projekte. Hg. v. Landeshauptstadt München. München. Online verfügbar unter https://www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:0526e24e-5dfb-4b6f-8cb1-d605752027c7/broschuere_ks_management.pdf

Stadt Stuttgart (2019): Programm für mehr Grün in der Stadt. Hg. v. Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Wohnen. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.stuttgart.de/gruenprogramm>, zuletzt geprüft am 20.11.2019

StädteregionAachen (2017): Radschnellweg Euregio – Potenzialanalyse Nutzen-Kosten-Analyse, Düsseldorf

Statista (2019): Anteil der Verkehrsfläche an der gesamten Bodenfläche in Deutschland nach Bundesländern im Jahr 2017, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/254764/umfrage/anteil-der-verkehrsflaeche-in-deutschland-nach-bundeslaendern/> abgerufen am 21.11.2019

Stiftung Die Grüne Stadt (2010): KLimaArtenMatrix für Stadtbaumarten nach Roloff und Grundmann. KLAM-Stadt. Sonderausgabe Grün ist Leben S. 36-41. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.die-gruene-stadt.de/klimaartenmatrix-stadtbaeume.pdf>

Tefft, B.C. (2011): Impact Speed and a Pedestrian's Risk of Severe Injury or Death, Foundation for Traffic Safety, Washington

Transport Consulting International (TCI) (2008): Kosten-Nutzen-Analyse der Effizienz von Radverkehrsmaßnahmen – Schlussbericht, beauftragt vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Denzlingen/Karlsruhe

Trapp, J.; Arndt, W.; Libbe, J.; Schneider, S.; Verbücheln, M.; Winkelhaus, J.; Mottschall, M.; Bauknecht, D.; Bermann, T.; Gröger, J. (2017): Ressourcenleichte Infrastrukturen in Stadt und Region - Handlungsfelder für eine zukunftsfähige Infrastrukturgestaltung, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt; Deutsches Institut für Urbanistik; Öko-Institut Berlin

Trapp, J.; Arndt, W.; Libbe, J.; Schneider, S.; Verbücheln, M.; Winkelhaus, J.; Mottschall, M.; Bauknecht, D.; Bermann, T.; Gröger, J. (2017): Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt; Deutsches Institut für Urbanistik; Öko-Institut Berlin

Senatspressestelle Bremen (2019): Die erste Fahrradzone Deutschlands entsteht in Bremen, <https://www.senatspressestelle.bremen.de/detail.php?gsid=bremen146.c.324246.de&asl=bremen02.c.732.de>, aufgerufen am 21.11.2019

UDV (2019): Sicherheit von Radfahrstreifen und Schutzstreifen, <https://udv.de/de/strasse/stadtstrasse/radverkehr/radfahrstreifen-und-schutzstreifen>

Umweltbundesamt (UBA) (2019): Erneuerbare Energien in Zahlen. Dessau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>, zuletzt aktualisiert am 15.03.2019, zuletzt geprüft am 26.09.2019

Umweltbundesamt (UBA) (2008): Gründachkartierung Düsseldorf. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/gruendachkartierung-duesseldorf>, zuletzt aktualisiert am März 2008, zuletzt geprüft am 26.09.2019

Umweltbundesamt (UBA) (Hg.) (2016): Wassernutzung privater Haushalte. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#textpart-1>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2016, zuletzt geprüft am 30.09.2019

Umweltbundesamt (UBA) (2016): Radverkehr, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#textpart-1> aufgerufen am 20.11.2019

Umweltbundesamt (UBA) (2018): Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr – Bezugsjahr 2017, <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0> aufgerufen am 20.11.2019

United Nations (2016): Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-first session. Hg. v. United Nations. Paris

Van Essen, H.; Brouwer, F.; Otten, M.; Schroten, A. (2008): Minder emissies door investeren in infrastructuur, Delft

VCD (2017): Formenvielfalt von Radschnellverbindungen, VCD-Landesverband Baden-Württemberg, Stuttgart

Wachotsch, U.; Kolodziej, A.; Specht, B.; Kohlmeyer, R.; Petrikowski, F. (2014): E-Rad macht mobil – Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung, Hintergrund August 2014, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt

Whyles, G.r; Taylor, J.; Hunter, A.; Idler, S.; Watt, J. (2018): Energy innovation procurement. A guide for cities. CEPPI Projekt. Local Governments for Sustainability European Secretariat (ICLEI). Freiburg

Wirth, H.; Schneider, K. (2019): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fraunhofer ISE, Freiburg (ISE). Download von www.pv-fakten.de. Online verfügbar unter www.pv-fakten.de

With, W. (1998): Radwege planen und bauen mit Asphalt, Bonn, Deutscher Asphaltverband e.V

A Anlage

A.1 Dokumentation Fachworkshop „Klimagerechte kommunale Infrastrukturen“