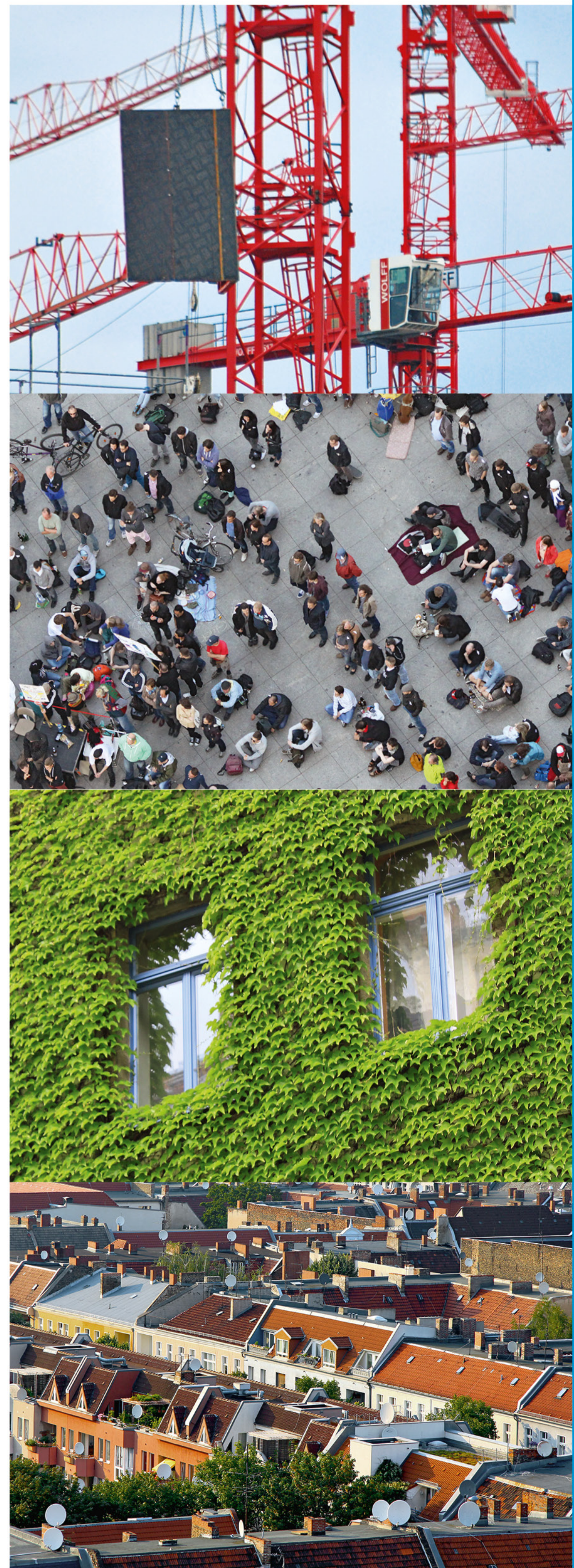


Tilman Bracher, Franciska Frölich von Bodelschwingh,
Thomas Preuß, Jan Hendrik Trapp, Vera Völker

Was gewinnt die Stadtgesellschaft durch saubere Luft?

Die lebenswerte Stadt: Handlungsfelder und Chancen



Tilman Bracher, Franciska Frölich von Bodelschwingh,
Thomas Preuß, Jan Hendrik Trapp, Vera Völker

Was gewinnt die
Stadtgesellschaft durch
saubere Luft?

Impressum

Autoren:

Tilman Bracher
Franciska Frölich von Bodelschwingh
Thomas Preuß
Jan Hendrik Trapp
Vera Völker

Redaktion:

Dr. Sinje Hörlin

DTP:

Nadine Dräger

Gestaltungskonzept Umschlag:

3pc GmbH Neue Kommunikation

Zitierweise:

Tilman Bracher, Franciska Frölich von Bodelschwingh, Thomas Preuß, Jan Hendrik Trapp, Vera Völker: Was gewinnt die Stadtgesellschaft durch saubere Luft? Berlin 2019 (Difu-Impulse, Band 2/2019)

Bildnachweise (Umschlag):

- 1. v. oben: © Busso Grabow (Difu)
- 2., 3., 4. von oben: © Wolf-Christian Strauss (Difu)

ISBN 978-3-88118-642-1

ISSN 1863-7728

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH 2019
Zimmerstraße 13–15, 10969 Berlin
+49 30 39001-0, difu@difu.de, www.difu.de

Berlin, Juli 2019

Inhalt

1.	Von der (un-)sachlichen Debatte über saubere Luft hin zu lebenswerten Städten	5
2.	Luftschadstoffe – Betrachtungsgegenstand und rechtlicher Rahmen	7
2.1	Luftschadstoffe in Städten und Ballungsgebieten	10
	Stickstoffoxide – Stickstoffdioxid	11
	Feinstaub	12
	Ozon	14
	Schlussfolgerungen für den Untersuchungsgegenstand	16
3.	Lebenswerte Städte durch saubere Luft	17
3.1	Umweltsensible Stadtentwicklung, Umweltgerechtigkeit und gesundheitliche Chancengleichheit	18
	Umweltsensible Stadtentwicklung	18
	Umweltgerechtigkeit als normativer Ansatz	18
3.2	Saubere Luft im Kontext von Klimaschutz und Klimaanpassung	21
4.	Luftqualität in den Raum- und Fachplanungen	26
4.1	Luftreinhaltung im Rahmen von Stadtentwicklungs- und Bauleitplanung	26
	Verbindliche Bauleitplanung	28
	Grün in der Stadt	29
4.2	Umweltplanung	30
	Lärminderungsplanung	31
	Landschaftsplanung	31
	Freiraumentwicklungsplanung	32
4.3	Planung stadttechnischer Infrastruktur	32
4.4	Verkehrsplanung	34
5.	Handlungsfelder	41
5.1	Siedlungsstrukturen und Nutzungsmischung	41
5.2	Stadttechnische und grüne Infrastrukturen	44
5.3	Neue Mobilitätsangebote, aktive Mobilität	47
	Verbesserung der Antriebstechnik von Kraftfahrzeugen	48
	Verkehrslenkung und -organisation	49
	Verkehrsverlagerung und -vermeidung	52
	Dieselfahrverbote und saubere Luft	54
6.	Was gewinnt die Stadtgesellschaft durch saubere Luft?	56

7.	Botschaften und Forschungsbedarf	59
	Chancendiskussion anstelle von Verlustdebatte!	59
	Bündnispartner gewinnen!	59
	Saubere Luft als Querschnittsthema verankern!	60
	Integriert planen!	60
	Handlungsdruck erkennen und langfristige Strategien entwickeln!	60
	Potenziale der interkommunalen Kooperation nutzen!	61
8.	Literatur	62
	Autorinnen und Autoren	67

1. Von der (un-)sachlichen Debatte über saubere Luft hin zu lebenswerten Städten¹

Fragt man Menschen in der Stadt nach ihren Vorstellungen von einer gesunden und lebenswerten Stadt, so wären in den Antworten wahrscheinlich folgende Assoziationen enthalten: weniger Lärm, kein Stau, saubere Luft, ausreichende sowie ansprechende Grünflächen, komfortable und sichere Rad- und Fußwege, mehr Spiel- bzw. Bewegungsmöglichkeiten für Jung und Alt.² Die Auflistung ließe sich entsprechend fortsetzen. Im Kontrast zu den geäußerten Wunschvorstellungen steht allerdings häufig die mangelnde individuelle Bereitschaft, nachhaltige Stadtentwicklung im eigenen Verhalten wirksam werden zu lassen, sprich: nachhaltige Stadtentwicklung ganz praktisch zu leben. Bestes Beispiel hierfür ist die Mobilität mit dem eigenen Auto, die zuweilen als „Grundrecht“ reklamiert wird.³ Der öffentliche Diskurs um Luftschadstoffe und das Auto als deren zentraler Verursacher ist jedenfalls emotional sehr aufgeladen. In Anbetracht der in vielen Städten drohenden bzw. in wenigen Städten bereits eingeführten Fahrverbote verkehrte sich die Frage nach sauberer Luft regelrecht in ein Aufregerthema, das Bürgerinnen und Bürger, Städte, Länder und Bund, Industrien, Verbände aller politischen Couleur, Gerichte und die Medien beschäftigt. Die Freiheit des einzelnen Autofahrers bzw. der einzelnen Autofahrerin wiegt scheinbar schwerer als die gesundheitlichen Belastungen großer Bevölkerungsteile. Das wirkt insbesondere in den durch hohe bauliche Dichten geprägten Städten, in denen Mobilitätsalternativen zum Auto bestehen, grundlegende Fragen auf, die im bisher stark technologiezentrierten Diskurs nicht thematisiert werden.

Zweifelloos ist der Kfz-Verkehr aktuell der für die urbane Luftqualität bedeutendste Faktor. Kraftfahrzeuge stoßen Schadstoffe bodennah, d.h. in unmittelbarer Nähe zum Menschen aus. Letztere sind den Schadstoffemissionen somit direkt ausgesetzt. Und die Anzahl an neu zugelassenen Kraftfahrzeugen steigt. Die Aufmerksamkeit der öffentlichen bzw. politischen Debatte liegt in diesem Zusammenhang auf Verboten und Verzicht. Der dahinterliegende Kern des Themas bleibt dabei allerdings unerkannt oder wird ausgeblendet: die Grenzen der Belastbarkeit der Städte und ihrer Bewohnerinnen und Bewohner.

Ein Problem kommt selten allein, so dass die NO_x-Problematik – unabhängig vom Streit um angeblich falsch platzierte Messstellen oder „falsche“ Grenzwerte – nur ein Mosaikstein einer komplexen Gemengelage von Problemen vieler Städte ist. Denn insbesondere in den Städten gehen Luftbelastungen häufig mit anderen Belastungen einher, beispielsweise mit Verkehrslärm, überhöhten Ozonwerten, hohen Feinstaubkonzentrationen sowie

¹ Wir danken Kirstin Lindloff für die Mitwirkung an der vorliegenden Publikation.

² Unternehmen, die 2017 an einer Difu-Befragung teilnahmen, nannten „Luft- und Umweltqualität“ als drittwichtigsten „weichen“, personenbezogenen Standortfaktor. Vgl. hierzu: Wagner/Landua/Wolf (2017), S. 14-15.

³ Die Fachliteratur ist Ronellenfitschs „Grundrecht auf Automobilität“ später nicht gefolgt. Vgl. Röthel (1997).

klimaschädlichen CO₂-Emissionen und einer intensiven UV-Strahlung während sommerlicher Hitzeperioden. Hinzu kommt die spürbare Flächenkonkurrenz des Autoverkehrs mit umweltfreundlichen Mobilitätsformen wie dem Fuß- und Radverkehr oder dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV).

In Form von Fahrverboten, der Hardware-Nachrüstung von Diesel-Pkw oder dem Wechsel von Autoantrieben z.B. durch Elektrofahrzeuge werden zwar dringende und inzwischen unvermeidbare kurzfristige Maßnahmen ergriffen, um Regelkonformität im Immissionsschutz zu erreichen. Mittel- und langfristig tragfähige Lösungen in puncto lebenswerte Stadt müssen allerdings anders aussehen. Sie erfordern ein umfassendes und integriertes Herangehen. Hierbei gilt es auszuloten, welche Belastungen für die Bürgerinnen und Bürger besonders schwer wiegen bzw. gilt es zu eruieren, welche Vorstellungen diese von einer lebenswerten „Stadt für alle“ haben. Eine „Stadt für alle“ meint in diesem Zusammenhang die gesamte Stadt mit ihren Infrastrukturen: das gewachsene Altbauviertel genauso wie das in Planung befindliche neue Wohnquartier.

Wir laden dazu ein, die Chancen für eine Entwicklung hin zu gesunden und lebenswerten Städten neu auszuloten. Die laufende Debatte um saubere Luft nehmen wir zum Anlass, um neu über öffentliche Räume sowie Mobilität in der Stadt nachzudenken. Adressieren möchten wir in erster Linie die Städte, in denen Mehrfachbelastungen in den Wohn- und Lebensbedingungen der dort lebenden Menschen besonders deutlich zutage treten.

Wir richten unser Augenmerk in diesem Papier somit auf die Städte, die vor der Herausforderung stehen, trotz Zuzug und weiterer baulicher Verdichtung gesunde Lebensbedingungen für die Bevölkerung zu schaffen bzw. zu erhalten.

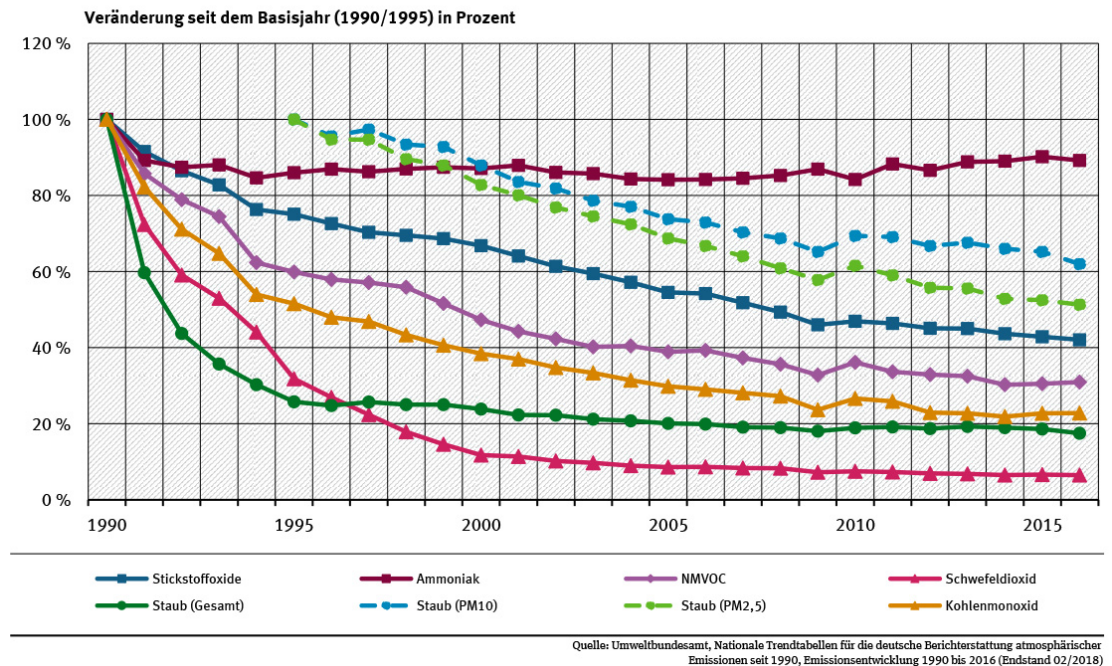
Die Befassung mit dem Thema „Saubere Luft“ soll dabei jedoch nicht ausblenden, dass sich die Belastungssituationen, Mobilitätsanforderungen und -optionen für Bewohnerinnen und Bewohner verschiedener Städte, des städtischen Umlands und des ländlichen Raums grundlegend unterscheiden.

2. Luftschadstoffe – Betrachtungsgegenstand und rechtlicher Rahmen

Luftschadstoffe haben vielfältige Quellen: Industrieprozesse, Energiewirtschaft, Verkehr, Gewerbe, Haushalte und Landwirtschaft sowie weitere Sektoren emittieren Luftschadstoffe und beeinträchtigen durch die Konzentration von verschiedenen Schadstoffen die Luftqualität. Das Umweltbundesamt dokumentiert u.a. die jährlichen Emissionen der prioritären Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ammoniak, Feinstaub und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) sowie weiterer Luftschadstoffe wie z.B. Kohlenmonoxid.

Abb. 1:
Luftschadstoff-
emissionen

Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe



Quelle: Umweltbundesamt (UBA) 2018b.

Abb. 1 veranschaulicht die rückläufige Entwicklung der Emissionen klassischer Luftschadstoffe in den vergangenen Jahrzehnten. Im betrachteten Zeitraum wird insbesondere in den Jahren direkt nach 1990 eine starke Emissionsminderung bei allen Schadstoffen außer Ammoniak deutlich. Der starke Rückgang in dieser Phase ist auf die industrielle Transformation in den neuen Bundesländern zurückzuführen, weitere Minderungseffekte wurden durch zahlreiche politische und technische Maßnahmen erreicht. So konnten beispielsweise die Schwefeldioxid-Emissionen durch eine Senkung des Schwefelgehalts von Heizöl reduziert werden. Darüber hinaus bewirkte der Einsatz von Entstickungsanlagen im Kraftwerksbereich ebenso wie die zunehmende Verschärfung von Abgasgrenzwerten für Kraftfahrzeuge Minderungen der Stickstoffoxid-Emissionen. Der zunehmende Einsatz von Partikelfiltern in Kraftfahrzeugen leistet zudem einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der Feinstaubemissionen. Trotz dieser Erfolge ist der Ausstoß von Luftschadstoffen im Hinblick auf die dauerhafte Belastbarkeit der Öko-

systeme und nicht zuletzt die menschliche Gesundheit immer noch zu hoch. Dies manifestiert sich unter anderem darin, dass die für einzelne Luftschadstoffe gesetzlich verankerten Grenzwerte für einzelne Luftschadstoffe und Folgelastungen wie Ozon regelmäßig überschritten werden.

Rechtlicher Rahmen

Die rechtliche Grundlage für die Luftreinhaltung bilden die durch die europäische Luftqualitätsgesetzgebung festgelegten Immissionsgrenzwerte. Am 21. Mai 2008 ersetzte die Richtlinie 2008/50/EG⁴ die ursprüngliche Luftqualitätsrahmenrichtlinie aus dem Jahr 1996 sowie deren Tochtrichtlinien.⁵ Die Mitgliedstaaten forderten im 6. Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft 2002 unter anderem, dass „die Verschmutzung auf ein Maß reduziert werden muss, bei dem schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit möglichst gering sind, wobei empfindliche Bevölkerungsgruppen und auch die Umwelt insgesamt besonders zu berücksichtigen sind [...]“. Deshalb seien „[...] Emissionen von Luftschadstoffen zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern und angemessene Luftqualitätsziele festzulegen“⁶. Für den Gesundheits- und Umweltschutz wird einem quellorientierten Ansatz besondere Bedeutung beigemessen.

Die Richtlinie nimmt auch auf „eine gute Luftqualität“ Bezug.⁷ Letztere solle aufrechterhalten oder verbessert werden. Bei Nichterreichung der in der Richtlinie formulierten Ziele seien seitens der Mitgliedstaaten Maßnahmen zu ergreifen, „um die Grenzwerte und kritischen Werte einzuhalten und, soweit möglich, die Zielwerte und langfristigen Ziele zu erreichen“. In diesem Zusammenhang wird auf die Schadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Feinstaub mit Partikelgrößen kleiner als 10 Mikrometer (PM 10) und kleiner als 2,5 Mikrometer (PM 2,5), Blei, Benzol und Kohlenmonoxid sowie Ozon abgestellt.⁸ Die Richtlinie bestätigte die bestehenden Grenzwerte, die auf Arbeiten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) basieren, und legte neue Grenz- bzw. Zielwerte für PM 10 und PM 2,5 fest.

4 Amtsblatt der Europäischen Union L 152/1, 11.6.2008.

5 Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität; Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft; Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft und Entscheidung 97/101/EG des Rates vom 27. Januar 1997 zur Schaffung eines Austausches von Informationen und Daten aus den Netzen und Einzelstationen zur Messung der Luftverschmutzung in den Mitgliedstaaten.

6 RL 2008/50/EG, 1, 2.

7 RL 2008/50/EG, 9.

8 Abschnitt 1: Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel, Blei, Benzol und Kohlenmonoxid, Abschnitt 2: Ozon.

Tab. 1:
Immissionsgrenzwerte
und Schwellenwerte zur
Luftqualität

	Art des Schwellen- werts	Mittel über	Konzentrations- schwelle	Zulässige Anzahl von Überschrei- tung	Einzuhalten seit
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Grenzwert zum Gesundheitsschutz	1 Jahr	40 µg/m ³	--	1.1.2010
Feinstaub PM 10	Grenzwert zum Gesundheitsschutz	24 h	50 µg/m ³	35 pro Jahr	1.1.2005
		1 Jahr	40 µg/m ³	--	1.1.2005
Feinstaub PM 2,5	Grenzwert zum Gesundheitsschutz Stufe 1	1 Jahr	25 µg/m ³	--	1.1.2015
	Grenzwert zum Gesundheitsschutz Stufe 2	1 Jahr	20 µg/m ³	--	1.1.2020
Ozon (O ₃)	Zielwert zum Gesundheitsschutz	8 h	120 µg/m ³	an 25 Tagen im 3- Jahres-Mittel	1.1.2010
	Langfristziel zum Ge- sundheitsschutz	8 h	120 µg/m ³	--	--
	Informationsschwelle	1 h	180 µg/m ³	--	--
	Alarmschwelle	1 h	240 µg/m ³	--	--
Benzol (C ₆ H ₆)	Grenzwert zum Gesundheitsschutz	1 Jahr	5 µg/m ³	--	1.1.2010
Kohlenmonoxid (CO)	Grenzwert zum Gesundheitsschutz	8 h	10 mg/m ³	--	1.1.2005
Schwefeldioxid (SO ₂)	Grenzwert zum Gesundheitsschutz	1 h	350 µg/m ³	24 pro Jahr	1.1.2005
		24 h	125 µg/m ³	3 pro Jahr	1.1.2005
Blei (Pb)	Grenzwert zum Gesundheitsschutz	1 Jahr	500 µg/m ³	--	1.1.2005

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von
<https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/messnetz/grenzwerte.shtml>

Die wichtigste strukturelle Regelung der Richtlinie aus dem Jahr 2008, vor allem für die nationale und lokale Problembearbeitung, ist die geforderte Erstellung von Luftqualitätsplänen (Artikel 23) für Gebiete und Ballungsräume, in denen die Schadstoffkonzentrationen die Grenz- bzw. Zielwerte überschreiten. Es sollten Aktionspläne (Artikel 24) mit kurzfristigen Maßnahmen erstellt werden, wenn die Gefahr bestehe, dass Alarmschwellen überschritten würden.

Die Implementation der europäischen Richtlinien zur Luftreinhaltung in das deutsche Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erfolgte durch die Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV)). Diese regelt Informations- und Alarmschwellen für bodennahes Ozon ebenso wie Immissionsgrenzwerte für Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Benzol, Kohlenmonoxid und mehrere Schwermetalle.

In § 47 BImSchG ist geregelt, dass die zuständigen Behörden verpflichtet sind, Luftreinhaltepläne für Gebiete aufzustellen, in denen ein Grenzwert voraussichtlich nicht eingehalten werden kann. Es müssen vor Überschreitung des Grenzwerts Maßnahmen benannt werden, die zu einer dauerhaften Minderung der Schadstoffkonzentration führen. Aktionspläne werden nach Überschreitung des Grenzwerts erstellt.

In den Luftreinhalteplänen wird ein quellorientierter Ansatz verfolgt, der sich auf die verschiedenen Sektoren fokussiert, die im betreffenden Gebiet Luftschadstoffe emittieren, und diese im Hinblick auf Abhilfemaßnahmen

adressiert. Ebenfalls in § 47 Abs. 4 BImSchG ist verankert, dass die Maßnahmen entsprechend des Verursacheranteils gegen alle Emittenten zu richten sind, die zum Überschreiten der Immissionswerte beitragen. Die Analyse von Luftreinhalteplänen und ihnen zugrundeliegenden Daten zu den Quellen der städtischen Luftschadstoffbelastungen geben somit Aufschluss darüber, welche Verursacher hohe Anteile an der Luftverschmutzung haben.

2.1 Luftschadstoffe in Städten und Ballungsgebieten

Eine Auswertung der Luftreinhaltepläne von acht ausgewählten Städten⁹ ergibt, dass der Kfz-Verkehr in den Städten die Hauptquelle für die Luftschadstoffbelastungen darstellt. Von verkehrsnah gelegenen Messstationen werden deutlich höhere Werte dokumentiert als von Messstationen, die verkehrsforn liegen und die Grundbelastung messen – den „städtischen Hintergrund“ aus benachbarten Stadtbereichen sowie den großräumigen oder ländlichen Hintergrund. Zu Überschreitungen der Grenzwerte für Stickstoffdioxid und Feinstaub und infolgedessen auch zu überhöhten Ozonwerten kommt es ausschließlich an verkehrsnah gelegenen Messstationen. Ursächlich dafür sind die Emittenten im unmittelbaren lokalen Umfeld: die Verbrennungsmotoren der Kraftfahrzeuge. Entsprechend dem Verursacherprinzip werden in den betrachteten Luftreinhalteplänen vorrangig Abhilfemaßnahmen im Verkehrssektor beschrieben. Dazu zählen die Einrichtung von Umweltzonen, Verkehrsleitsystemen und Tempolimits ebenso wie die Förderung des ÖPNV, die Modernisierung der Busflotte (z.B. durch Elektrifizierung) oder der Ausbau von Radverkehrsnetz und -infrastruktur.

Im Fokus der betrachteten Luftreinhaltepläne stehen insbesondere die Schadstoffe Stickstoffdioxid und Feinstaub sowie die mögliche Folgebelastrung durch bodennahes Ozon. Die Fokussierung auf diese drei Luftschadstoffe deckt sich mit Analysen des Umweltbundesamtes (UBA), die zu dem Ergebnis kommen, dass die Grundbelastung in deutschen Ballungsräumen in Bezug auf drei Luftschadstoffe die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) überschreitet: Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon.¹⁰ Im Jahr 2017 lag der Stickstoffdioxid-Jahresmittelwert für den städtischen Hintergrund gut 5 % über der von der WHO festgestellten Wirkungsschwelle von 20 µg/m³, der Jahresmittelwert für Feinstaub (PM 2,5) lag etwa 20 % oberhalb der WHO-Empfehlung von 10 µg/m³ und die durchschnittliche Ozonkonzentration lag mehr als 54 % über der WHO-Empfehlung von 100 µg/m³ als täglichem maximalem 8-Stunden-Mittelwert. Diese Überschreitungsquoten beziehen sich auf die Jahresmittelwerte für die städtische Grundbelastung, an verkehrsnahen Standorten können die Belastungen und damit die Überschreitungsquoten deutlich höher sein.

Dies verdeutlicht auch eine nähere Betrachtung der drei genannten Schadstoffgruppen sowie ihrer Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

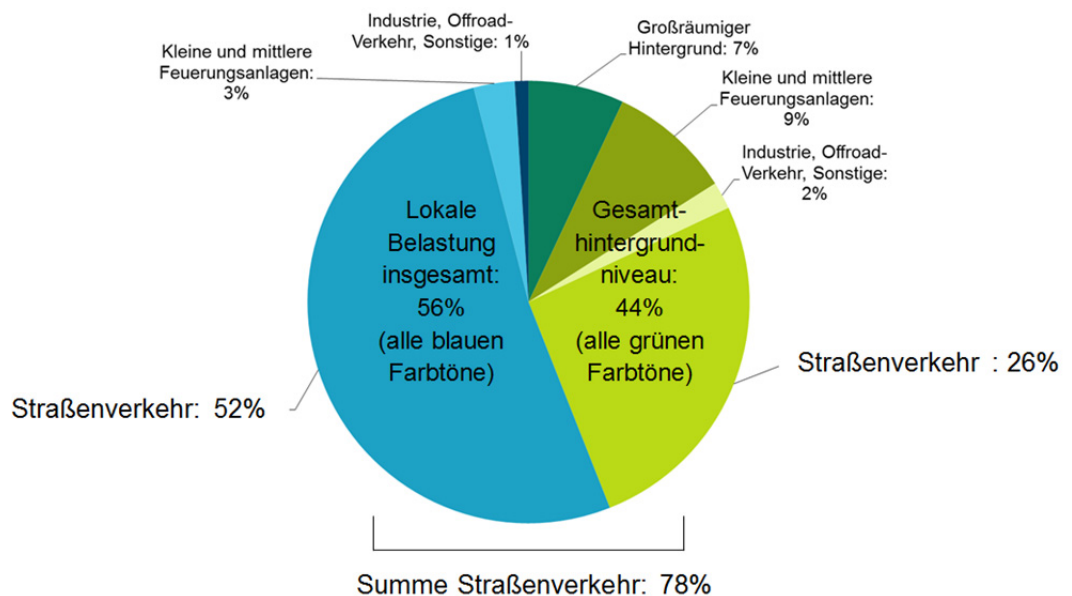
9 Berlin, Bonn, Braunschweig, Hamburg, Mannheim, Münster, Reutlingen und Stuttgart.

10 Umweltbundesamt (UBA) (2019a).

Stickstoffoxide – Stickstoffdioxid

Stickstoffoxide entstehen infolge von Nebenreaktionen bei Verbrennungsprozessen und können als Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid auftreten. Stickstoffmonoxid tritt jedoch nicht großräumig in Erscheinung, da es relativ schnell von Luftsauerstoff (O_2) und Ozon (O_3) oxidiert wird. Die Hauptquellen von Stickstoffoxiden sind Verbrennungsmotoren und Feuerungsanlagen für Kohle, Öl, Gas, Holz und Abfälle. In Ballungsgebieten stellt der Straßenverkehr die bedeutendste Stickstoffoxid-Quelle dar – ursächlich dafür sind vor allem Diesel-Motoren. Berechnungen des Umweltbundesamtes haben ergeben, dass 60 bis 80 % der Stickoxid-Belastung in den Innenstädten durch den Autoverkehr verursacht werden, und bestätigen damit gleichlautende Ergebnisse der Universität Innsbruck.¹¹ Abb. 2 stellt beispielhaft die Verursacher der NO_2 -Immissionsbelastung an der Messstelle „Am Neckartor“ in Stuttgart (Bezugsjahr 2016) dar.

Abb. 2:
Verursacher der NO_2 -
Immissionsbelastung in
Stuttgart, Messstelle
„Am Neckartor“



Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage des Luftreinhalteplans für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart, November 2018, S. 25.

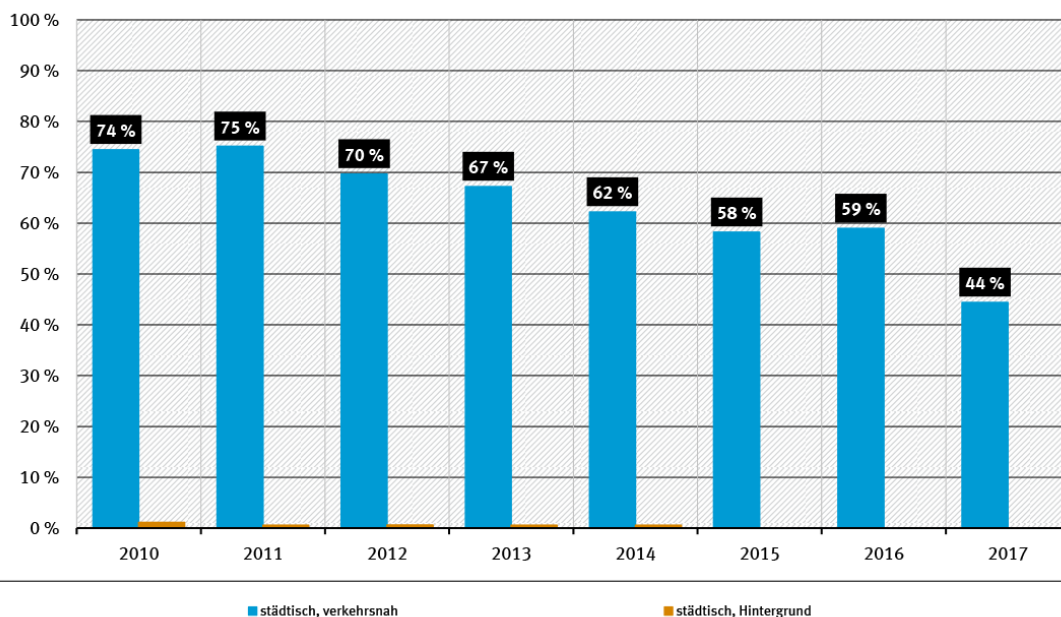
Im Jahr 2016 wurde der seit 2010 einzuhaltende Stickstoffdioxid-Jahresgrenzwert von $40 \mu g/m^3$ Luft an 59 % der verkehrsnah gelegenen städtischen Messstationen überschritten, vereinzelt wurden Jahresmittelwerte von rund $80 \mu g/m^3$ an stark befahrenen Straßen gemessen. Insgesamt wurde 2016 in 90 Städten der Jahresgrenzwert überschritten und 2017 war dies in 65 Städten der Fall – die höchsten Belastungen wurden jeweils in Stuttgart und München gemessen. Der Jahresmittelwert für die städtische Hintergrundbelastung, die an verkehrsfernen Standorten in der Stadt gemessen wird, liegt bei 20 bis $30 \mu g/m^3$ Luft.¹²

¹¹ SWR (2017): Stickoxide – welchen Anteil hat der Verkehr?

¹² Umweltbundesamt (UBA) (2018e).

Abb. 3:
Überschreitung des
Stickstoffdioxid-Jahres-
grenzwerts

Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Stickstoffdioxid-Jahresgrenzwertes ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bezogen auf den jeweiligen Stationstyp



Quelle: Umweltbundesamt (UBA) 2018e.

Stickstoffdioxid ist ein ätzendes Reizgas, das die Augen und die Bronchien angreift, das Schleimhautgewebe im gesamten Atemtrakt schädigt und zu Entzündungsprozessen in der Lunge führen kann. Infolgedessen können Atemnot, Husten, Bronchitis, Lungenödem und Lungenfunktionsminderungen auftreten. Insbesondere Menschen mit vorgeschädigten Atemwegen und Allergien leiden unter erhöhten Stickstoffdioxid-Belastungen.¹³ Einer Studie des Umweltbundesamtes zufolge lassen sich beispielsweise für das Jahr 2014 statistisch etwa 6.000 vorzeitige Todesfälle aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf die Belastung mit Stickstoffdioxid zurückführen. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Belastung mit Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit Krankheiten wie Diabetes mellitus, Bluthochdruck, Schlaganfall, der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD) und Asthma steht. Die UBA-Studie kommt beispielsweise zu dem Ergebnis, dass 15 % der Asthmafälle auf die Belastung mit Stickstoffdioxid zurückzuführen sind.¹⁴

Feinstaub

Als Stäube werden feste Teilchen in der Außenluft bezeichnet, die nicht sofort zu Boden sinken, sondern eine bestimmte Zeit in der Atmosphäre verbleiben. In Abhängigkeit von ihrer Größe werden Staubpartikel in verschiedene Gruppen eingeteilt. Als Feinstaub PM 10 werden Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als $10 \mu\text{m}$ bezeichnet und Partikel mit einer Größe von weniger als $2,5 \mu\text{m}$ als Feinstaub PM 2,5. Feinstaub kann einen natürlichen Ursprung haben – z.B. Bodenerosion oder Waldbrände – oder durch menschliches Handeln erzeugt werden. Zu den wesentlichen Feinstaubquellen, die durch den Menschen verursacht sind, zählen der Verkehr, Kaminöfen und Heizungen in Wohnhäusern, der

¹³ Umweltbundesamt (UBA) (2018e).

¹⁴ Umweltbundesamt (UBA) (2018f).

Schüttgutumschlag und bestimmte Industrieprozesse sowie Kraft- und Fernheizwerke und Abfallverbrennungsanlagen. In städtischen Ballungsräumen ist vor allem der Straßenverkehr eine bedeutende Quelle für Feinstaub. Dieser entsteht jedoch nicht nur infolge der Verbrennungsprozesse in den Motoren, sondern zu einem erheblichen Anteil auch durch den Abrieb von Bremsen und Reifen, und wird durch die Fahrzeuge von der Straßenoberfläche aufgewirbelt. So ist beispielsweise die im Jahresmittel 2016 gemessene Feinstaubbelastung an einer innerstädtischen Messstelle in Stuttgart zu 65 % dem Straßenverkehr als Verursacher zuzuordnen.¹⁵

Neben diesem primären Feinstaub, der direkt aus der Quelle stammt, gibt es sekundären Feinstaub, der in der Atmosphäre infolge von chemischen Reaktionen aus gasförmigen Substanzen wie Schwefel- und Stickoxiden, Ammoniak oder Kohlenwasserstoff entsteht. Hier ist die Landwirtschaft eine relevante Quelle, da gasförmige Emissionen aus der Tierhaltung zur Sekundärstaubbelastung beitragen.

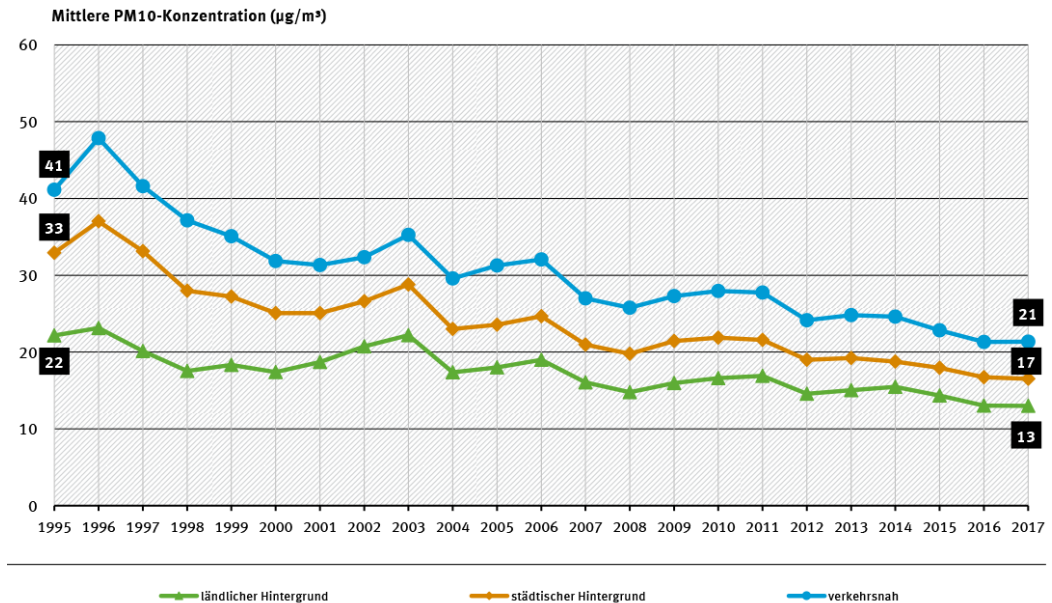
Für PM 10 gibt es zwei Grenzwerte zu beachten: Zum einen ist seit 2005 ein Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft einzuhalten und zum anderen darf ein Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur an maximal 35 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden. Während seit 2012 keine Grenzwertüberschreitungen des Jahresmittelwerts festgestellt wurden, werden insbesondere an verkehrsnahen Messstationen in Ballungsräumen nach wie vor – in Einzelfällen deutliche – Überschreitungen der Tagesmittelwerte gemessen.¹⁶ Für PM 2,5 gilt seit 2015 ein Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel und ab 2020 ein maximaler Jahresmittelwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Wert wurde bereits seit Beginn der Messung im Jahr 2008 nicht überschritten.¹⁷ Die Feinstaubkonzentration in der Luft weist eine starke Witterungsabhängigkeit auf. Insbesondere in trockenen Wintern, aber teilweise auch in heißen Sommern, können hohe PM 10-Konzentrationen auftreten. Wie stark die Belastung ansteigt, hängt davon ab, wie schnell ein Austausch mit der Umgebungsluft erfolgen kann. Winterliche Hochdruckwetterlagen in Kombination mit geringen Windgeschwindigkeiten führen dazu, dass die Luftschadstoffe nicht abtransportiert werden und sich in den Luftschichten unterhalb von 1.000 m ansammeln. Nach einem Wechsel zu einer Wetterlage mit mehr Wind, nimmt die PM 10-Konzentration zügig wieder ab. Abb. 4 veranschaulicht die Entwicklung der Jahresmittelwerte von 1995 bis 2017. Neben der grundsätzlichen Verringerung der durchschnittlichen Feinstaubbelastung lassen sich witterungsbedingte Schwankungen beispielsweise in den Jahren 2003, 2006 oder auch 2012 gut erkennen.

15 Regierungspräsidium Stuttgart (2018): Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Stuttgart, Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart, November 2018, S. 24.

16 Umweltbundesamt (UBA) (2018d).

17 Umweltbundesamt (UBA) (2017b), S. 8.

Abb. 4:
Trend der PM10-
Jahresmittelwerte



Quelle: Umweltbundesamt (UBA) 2018d.

PM 10 kann über die Atemwege bis in tiefere Bereiche der Bronchien eindringen, PM 2,5 sogar bis in die Bronchiolen und Lungenbläschen. Die damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen können Reizungen und lokale Entzündungen in Rachen, Luftröhre und Bronchien umfassen sowie Schädigungen der Lungenbläschen. Die gesundheitliche Wirkung der Feinstaubpartikel wird durch Korngröße, geometrische Form und auf der Oberfläche anhaftende Schadstoffe beeinflusst.¹⁸

Ozon

Ozon wird nicht direkt freigesetzt, sondern bildet sich bei intensiver Sonneneinstrahlung durch komplexe photochemische Reaktionen von Sauerstoff und Luftverunreinigungen in den unteren Luftschichten der Atmosphäre bis in etwa zehn Kilometer Höhe. Die Vorläuferstoffe für die Entstehung dieses sogenannten bodennahen Ozons sind flüchtige organische Verbindungen einschließlich Methan sowie Stickstoffoxide. Relevante Quellen für den Vorläuferstoff Stickoxide sind der Kraftfahrzeugverkehr und der Kraftwerksbereich, flüchtige organische Verbindungen werden insbesondere durch die Anwendung von Lacken und Lösungsmitteln emittiert.¹⁹

In stabilen sommerlichen Schönwetterperioden reichert sich das durch die intensive Sonneneinstrahlung entstehende Ozon in den unteren Luftschichten an, so dass der Ozongehalt in der Luft steigt (Sommersmog). Die Entstehung und Konzentration von Ozon ist somit stark witterungsabhängig. Interessanterweise ist die Ozonbelastung in der Innenstadt trotz des höheren Verkehrsaufkommens häufig niedriger als am Stadtrand, da das von den Verbrennungsmotoren emittierte Stickstoffmonoxid mit dem Ozon in der Luft zu Stickstoffdioxid und Sauerstoff reagiert.²⁰

Zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken für die Bevölkerung werden in Bezug auf die Ozon-Belastung verschiedene Schwellen- und Zielwerte formu-

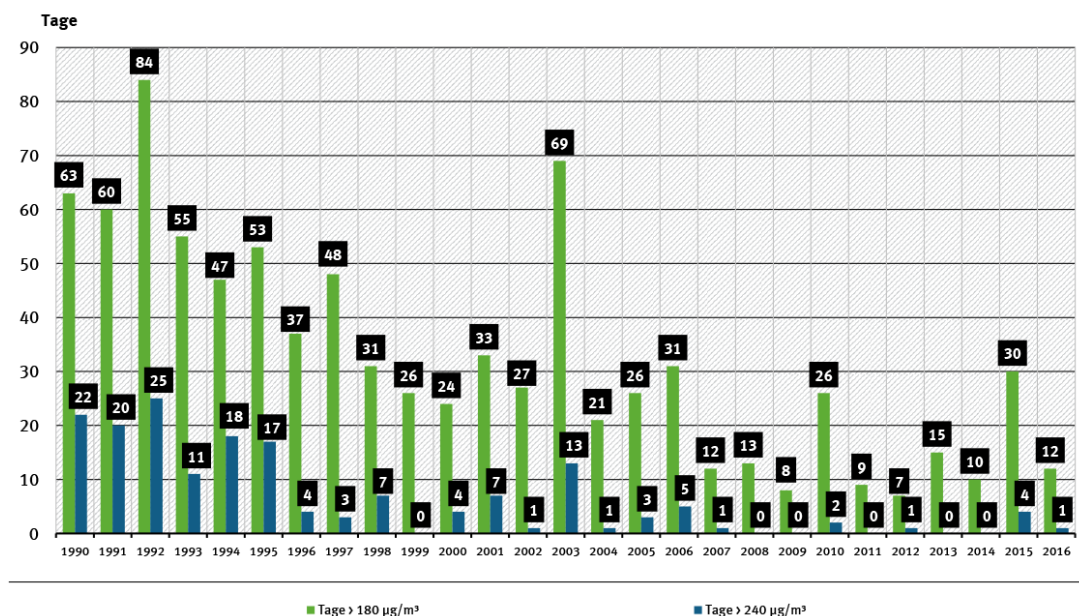
¹⁸ Umweltbundesamt (UBA) (2018d).

¹⁹ Umweltbundesamt (UBA) (2018g).

²⁰ Umweltbundesamt (UBA) (2018h).

liert. Der Informationsschwellenwert für Ozon liegt bei $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gemittelt über eine Stunde, und dient dem Schutz der Gesundheit besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen. Wird dieser Ein-Stunden-Mittelwert erreicht, werden über die Medien Verhaltensempfehlungen an die Bevölkerung gegeben und besonders sensiblen Personen wird geraten, körperlich anstrengende Tätigkeiten im Freien zu vermeiden. Ab dem Alarmschwellenwert für Ozon von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ besteht ein gesundheitliches Risiko für die Gesamtbevölkerung. Darüber hinaus gibt es seit 2010 einen europaweit einheitlichen Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft sollen im 8-Stunden-Mittel nicht häufiger als 25-mal pro Kalenderjahr überschritten werden. Um witterungsbedingte Sondereffekte zu berücksichtigen, werden die Werte über drei Jahre gemittelt. Langfristig besteht das Ziel, dass der 8-Stunden-Mittelwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ während eines Kalenderjahres gar nicht mehr überschritten wird.

Abb. 5:
Zahl der Tage mit Überschreitungen von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Quelle: UBA 2018g.

Hohe Ozonbelastungen rufen bei vielen Menschen Reizerscheinungen der Augen (Tränenreiz) und Kopfschmerzen sowie Husten und Atembeschwerden hervor. Die Atemwege sind von der Ozonwirkung besonders betroffen: Neben Reizungen der oberen Atemwege kann Ozon bei tiefer Einatmung – z.B. bei körperlicher Anstrengung – bis in die tieferen Lungenabschnitte gelangen und dort das Gewebe schädigen und entzündliche Prozesse auslösen. Temporäre Einschränkungen der Lungenfunktion sind ebenso möglich wie auftretende allergische Symptome, die durch die Vorschädigung des Lungengewebes verursacht werden. Studien im Auftrag der WHO ergaben einen Zusammenhang zwischen der Höhe der Ozonkonzentration und der täglichen Gesamtmortalität. Todesursache waren Erkrankungen der Atemwege oder des Herz-Kreislaufsystems, deren Ausprägungen das Ozon verstärkte. Darüber hinaus ergaben tierexperimentelle Studien Hinweise darauf, dass Ozon Veränderungen in den Zellen des Atemtrakts hervorrufen kann, die eine Krebsentstehung begünstigen können. Die Datenlage ist jedoch bisher nicht ausreichend, um das krebserregende Potenzial von Ozon abschließend beurteilen zu können.

Schlussfolgerungen für den Untersuchungsgegenstand

Den Anlass für die vorliegende Studie haben die aktuellen – zum Teil hitzig geführten – Diskussionen über die Luftverschmutzung in den Städten insbesondere durch Dieselfahrzeuge sowie die bisher ergriffenen Maßnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte gegeben. Wie die Ausführungen zu den wesentlichen Schadstoffen in der städtischen Luft zeigen, stellt der Kraftfahrzeugverkehr infolge des hohen Verkehrsaufkommens eine entscheidende Quelle für die Luftschadstoffbelastung in den Städten dar.

Wirksame Strategien zur Verbesserung der Luftqualität müssen also an dieser Stelle ansetzen und insbesondere Ansätze zur Verkehrsvermeidung in den Fokus nehmen. Eine reine Verlagerung der vorhandenen Verkehrsströme kann zwar das Problem der Grenzwertüberschreitung an der umgangenen Messstation „lösen“, nicht jedoch die tatsächliche Schadstoffbelastung reduzieren, die dann in ausreichendem Abstand zur Messstation entsteht. Das primäre Ziel sollte nicht darin bestehen, die Grenzwerte der Messstationen einzuhalten, sondern darin, die Gesundheit der Menschen zu schützen, die in der Stadt leben und arbeiten. Auch eine deutliche Steigerung des Anteils von Elektrofahrzeugen würde das Luftschadstoffproblem nur zum Teil lösen, da beispielsweise der Feinstaub, der durch Reifen- und Bremsabrieb entsteht, weiterhin anfallen würde.²¹

Im Unterschied zu den bisher ergriffenen Maßnahmen, die unter Annahme des bestehenden Verkehrsaufkommens primär nach technologiebasierten Lösungsansätzen suchen, würde eine deutliche Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs im Zuge einer grundlegenden Verkehrswende neben sauberer Luft gleichzeitig weitere positive Effekte für die Lebensqualität in den Städten bedeuten. Die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum ließe sich durch die Reduzierung des Verkehrs steigern, indem der Raum, der nicht mehr für Straßenland und Parkplätze benötigt würde, als Aufenthaltsraum in Form von Grün- und Freiflächen gestaltet und genutzt wird. Dies hätte zusätzliche positive Effekte nicht nur für die Luftqualität, sondern grundsätzlich für die Lebensqualität in Städten.

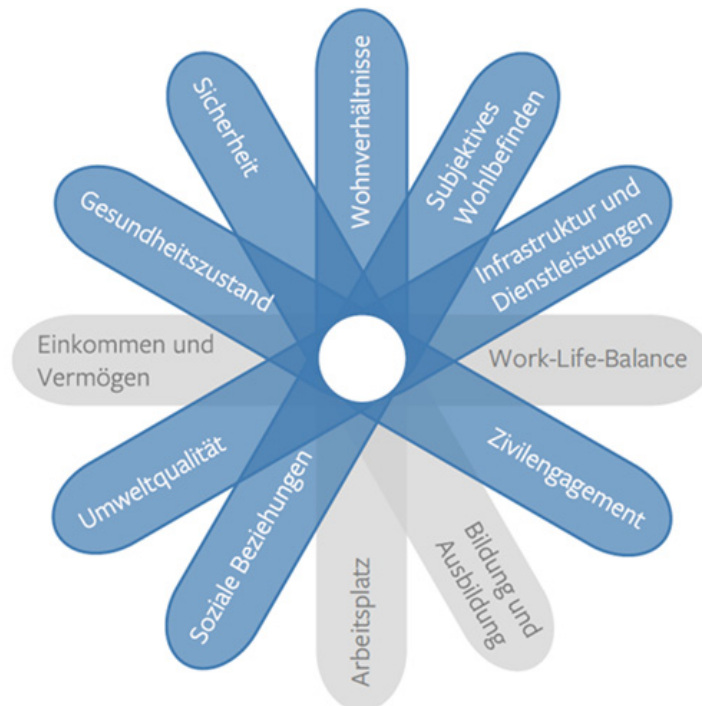
Im Hinblick auf eben diese Möglichkeiten für die Städte wird der Fokus dieser Studie folglich über die saubere Luft hinaus auf die Gestaltung einer gesunden und lebenswerten Stadt insgesamt erweitert. Für die Städte böte sich damit die Chance, aus der aktuell nicht zufriedenstellenden Situation bzw. Gemengelage autofixierter Argumentationslinien auszubrechen und sich stattdessen als konstruktiv in die Zukunft gerichtet auftretender „Anwalt“ der Belange und Interessen aller Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt – Kinder, Jugendliche, Alte, Frauen, Männer, Diverse, (chronisch) Kranke, Gesunde etc. – zu positionieren und nachhaltige Zukunftsoptionen zu schaffen. Ein Schlüsselfaktor bei der zu leistenden Überzeugungsarbeit wird dabei sein, im öffentlichen Diskurs die Menschen in ihren unterschiedlichen Rollen zu adressieren. Das heißt, den Autofahrer nicht nur als solchen, sondern als Vater eines asthmatischen Kindes anzusprechen bzw. die Autofahrerin als Joggerin mit Spaß an Bewegung in sauberer Luft.

21 Umweltbundesamt (UBA) (2018i); Vieweg (2017) sowie Regierungspräsidium Stuttgart (2018), S. 24.

3. Lebenswerte Städte durch saubere Luft

In der Etablierung und Umsetzung einer Strategie „Saubere Luft“ in den Städten liegt ein Schlüssel für eine umweltsensible Stadtentwicklung: eine Stadtentwicklung, die die Anforderungen an Umweltgerechtigkeit und gesundheitliche Chancengleichheit erfüllt und somit für ein Mehr an Lebensqualität sorgt. Sie verknüpft die Handlungsfelder Klimaschutz und -anpassung, Luftreinhaltung, Lärminderung, Mobilität sowie Grün in der Stadt. Diese Belange sind im engen Zusammenspiel von Umweltfachplanungen, räumlicher Planung sowie der Infrastruktur- und Verkehrsplanung integriert umzusetzen. Hierbei sind die sich unterscheidenden Potenziale und Erfordernisse der einzelnen städtischen Teilräume in den Blick zu nehmen. Saubere Luft als ein Indikator für Umweltqualität bildet damit einen Baustein für Lebensqualität in den Städten, die durch eine Reihe weiterer Dimensionen determiniert ist (vgl. Abb. 6).

Abb. 6:
Dimensionen der
Lebensqualität



blau hinterlegt: Dimensionen, die durch den Stadtraum beeinflusst werden

Quelle: OECD (2016) verändert, in: SRU (2018), S. 46.

Die Strategie „Saubere Luft“ steht dabei in enger Verbindung mit dem Ansatz der Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“ des Umweltbundesamtes, die die drei interdisziplinär ausgerichteten Themencluster „Umweltschonende, sozialverträgliche und gesundheitsfördernde Stadtentwicklung“, „Umweltschonende urbane Ressourcennutzung und regionale Kreislaufwirtschaft“ sowie „Umweltschutz durch abgestimmte Stadt- und Infrastrukturentwicklung“ verknüpft.²²

22 Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018a).

3.1 Umweltsensible Stadtentwicklung, Umweltgerechtigkeit und gesundheitliche Chancengleichheit

Umweltsensible Stadtentwicklung

Bauliche Dichte und Nachverdichtung und die damit verbundenen vielfältigen Nutzungen und Nutzungskonflikte untereinander sowie mit der natürlichen städtischen Lebensumwelt bewirken zunehmend gesundheitsrelevante Umweltbelastungen für die Menschen in der Stadt. Umweltsensible Stadtentwicklung zielt darauf ab, Belastungen, deren Überschreitung teils an gesetzlich vorgeschriebenen Richt- oder Grenzwerten gemessen wird, zu vermeiden oder zu vermindern. Zugleich strebt sie die Entwicklung von umweltbedeutsamen Ressourcen wie Grün- und Freiflächen in der Stadt an. Um die Lebensqualität in den Städten zu verbessern, steht den Kommunen eine Reihe von Instrumenten der räumlichen Planung der Umweltfachplanung sowie der Infrastruktur- und Verkehrsplanung zur Verfügung. Umweltsensible Stadtentwicklung ist dabei primär an Umweltmedien und Umweltbelastungen ausgerichtet: Die soziale Lage der in den städtischen Teilräumen betroffenen Bewohnerinnen und Bewohner wird dabei nicht regelmäßig in den Blick genommen. Bekannt ist jedoch, dass Menschen mit einem niedrigen sozialen Status häufig in aus Umweltsicht überdurchschnittlich belasteten Wohnlagen leben, während Menschen mit höherem Einkommen in der Regel weniger von Umweltbeeinträchtigungen wie z.B. Lärm oder Luftverunreinigungen betroffen sind. Insbesondere in Städten, die unter einem hohen Wachstumsdruck stehen, lassen sich derartige Überschneidungen von problematischer sozialer Lage und gesundheitsrelevanten Umweltbeeinträchtigungen jedoch dann seltener feststellen, wenn aufgrund der Wohnungsknappheit auch Besserverdienende in Quartiere mit vormals einfacher Wohnlage, z.B. an stark befahrene Straßen, ziehen.

Umweltgerechtigkeit als normativer Ansatz

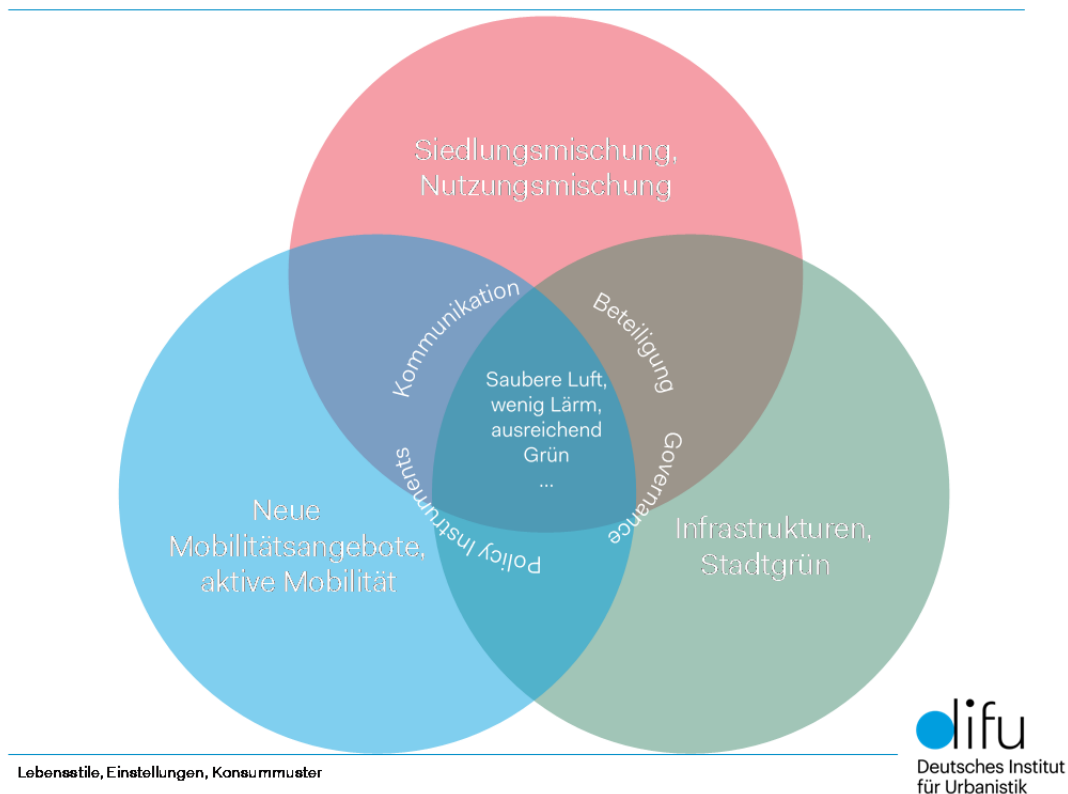
Weitergehend ist der Ansatz der Umweltgerechtigkeit. Er zielt darauf ab, eine Konzentration gesundheitsrelevanter Umweltbelastungen auch in sozial benachteiligten Quartieren oder Wohnlagen zu vermeiden und abzubauen sowie ihren Bewohnerinnen und Bewohnern den Zugang zu gesundheitsfördernden Umweltressourcen zu ermöglichen²³. Klassische Ziele des gesundheitsbezogenen Umweltschutzes werden mit dem Ziel eines sozial gerechten Zugangs zu einer möglichst gesunden Lebensumwelt verbunden²⁴.

Umweltgerechtigkeit und gesundheitliche Chancengleichheit werden – bezogen auf die gebaute Umwelt des Menschen – maßgeblich von Siedlungsstrukturen, umweltrelevanten Infrastrukturen sowie Formen von Mobilität in der Stadt beeinflusst (vgl. Abb. 7). Diesbezügliche Belastungen und Ressourcen sowie deren Auswirkungen auf die Bevölkerung sind in den Städten ungleich verteilt. Umweltgerechtigkeit und gesundheitliche Chancengleichheit stehen jedoch mit Umweltbelastungen und Umweltressourcen der Stadtbewohnerinnen und -bewohner in unmittelbarem Zusammenhang. Daher wird eine Verbesserung der Umweltsituation u.a. durch saubere Luft, weniger Lärm und ausreichende Begrünung angestrebt.

23 Böhme et al. (2015), S. 46 f.

24 Vgl. Bolte et al. (2012).

Abb. 7:
Schnittmengen von
Umweltgerechtigkeit/
gesundheitlicher
Chancengleichheit mit
den Strukturen der
gebauten Stadt



Quelle: Difu 2019.

Strategien und Maßnahmen zur Reduzierung der räumlich und sozial ungleichen Verteilung von Umweltbelastungen und Umweltressourcen fehlen in den deutschen Städten allerdings noch weitgehend²⁵. Gemeinsam mit mehreren Städten hat das Deutsche Institut für Urbanistik (Difu) zwei Forschungsprojekte zum Thema „Umweltgerechtigkeit“ durchgeführt²⁶. Gefördert wurden diese vom Umweltbundesamt (UBA) und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Zur Verankerung des strategischen Ansatzes Umweltgerechtigkeit wurden hier Handlungsempfehlungen für die kommunale Praxis erarbeitet und diese sowie zentrale Elemente von Umweltgerechtigkeit modellhaft erprobt. Die Empfehlungen beziehen sich u.a. auf die Identifizierung mehrfachbelasteter Teilräume mit einer Konzentration umweltbezogener Belastungen sowie sozialer und gesundheitlicher Benachteiligungen mittels geeigneter Indikatoren (vgl. Abb. 8)²⁷. In diesem Analyseschritt wurde deutlich, dass das Thema „Saubere Luft“ eine herausragende Stellung einnimmt. Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt sind Belastungen der Luft durch Stickstoffdioxid und Feinstaub in den Städten häufig dort zu verzeichnen, wo zugleich eine hohe Lärmbelastung durch den Straßenverkehr besteht und in den Sommermonaten Überwärmungssituationen entstehen. Begünstigt werden Lärm und Überhitzung durch eine hohe bauliche Dichte und einen hohen Versiegelungsgrad. Zugleich sind in diesen Gebieten vergleichsweise geringe Umweltressourcen in Form von Grün- und Freiflächen vorhanden. Diese in vielen Städten vorhandenen Befundlagen verdeutlichen, in welchen Teilen der Stadt entweder aus Gründen hoher Mehrfachbelastungen der Umwelt und

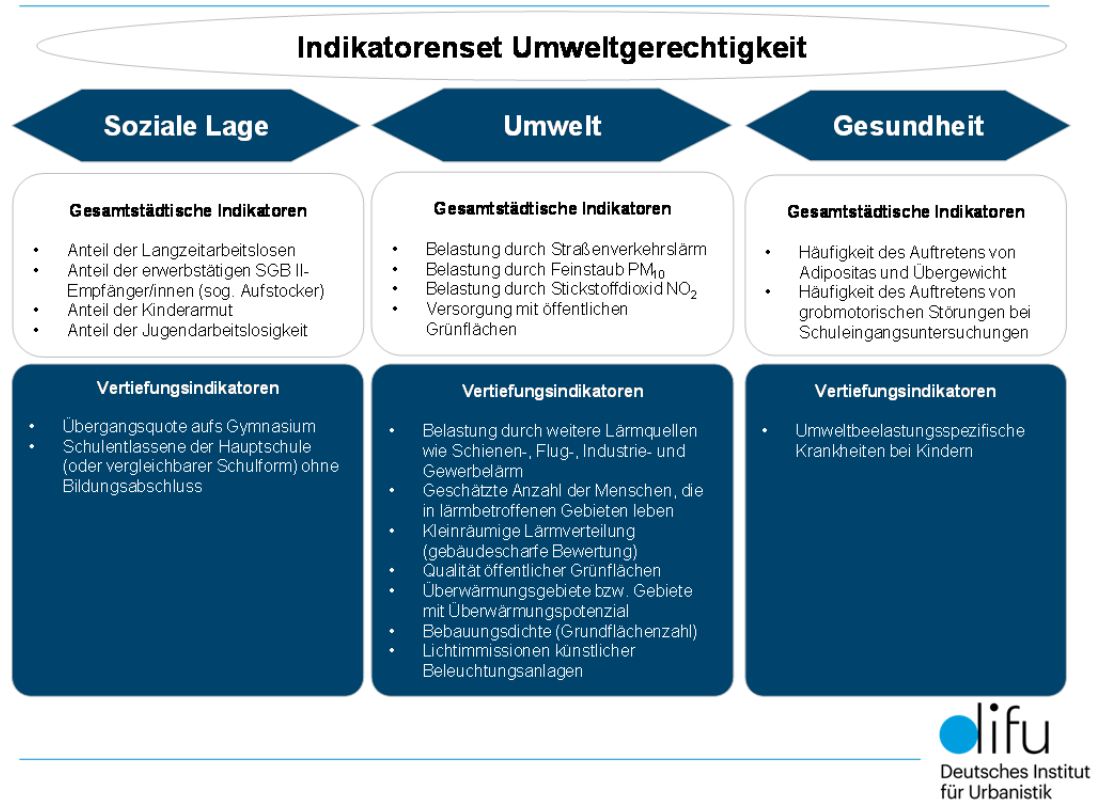
25 Böhme/Preuß (2017), S. 177 ff.

26 Forschungsvorhaben „Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum“ (2012–2014) und Forschungs-Praxis-Projekt „Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen“ (2015–2019).

27 Böhme et al. (2015); S. 68ff.; 133ff.; Böhme/Franke/Preuß (2019), S. 111 ff.

darüber hinaus zusätzlich bestehender sozialer und gesundheitlicher Benachteiligungen vorrangiger Handlungsbedarf zum Abbau von Mehrfachbelastungen besteht.

Abb. 8:
Indikatorenset
Umweltgerechtigkeit



Quelle: Indikatorenset Umweltgerechtigkeit. Vgl. Böhme et al. (2015).

Schließlich sollte die Analyse von Mehrfachbelastungen darin münden, unter intensiver Beteiligung von Bewohnerschaft und anderen Vor-Ort-Akteuren detaillierte Ziele und Maßnahmen für mehrfachbelastete städtische Teilräume zu entwickeln und umzusetzen²⁸. Dazu gehören vor allem Maßnahmen, die darauf abzielen, gesundheitsrelevante Umweltbelastungen wie Lärm, Luftschadstoffe oder Wärmeinseln abzubauen. Der Ansatz Umweltgerechtigkeit nimmt aber nicht nur Belastungen in den Blick, es geht auch um Umweltressourcen und deren Weiterentwicklung. Eine wichtige Umweltressource stellen Grün- und Freiräume dar. Sie wirken als klimaökologische Ausgleichsräume, Lärminderungsräume und Schadstoffsenken und dienen der Bevölkerung in Städten als Erlebnis-, Begegnungs-, Bewegungs- und Erholungsorte. Voraussetzung hierfür ist, dass die Grün- und Freiflächen für alle Bevölkerungsgruppen in gleichem Maße zugänglich, nutzbar und von gewünschter Qualität sind. Ein integriertes Herangehen bedeutet für die Kommunen, vorhandene gesamtstädtische und teilräumliche Konzepte und Planungen dahingehend zu überprüfen, inwieweit sie bereits Ziele und Maßnahmen zur Umweltgerechtigkeit enthalten (Schnittstellenanalyse) bzw. wie sie entsprechend ergänzt werden können²⁹. Zu den zu überprüfenden Konzepten und Planungen gehören zum Beispiel Stadt- und Quartiersentwicklungskonzepte, Landschafts- und Freiraumpläne, Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte, Lärminderungspläne,

28 Böhme/Franke/Preuß (2019), S. 114.

29 Ebd. (2019), S. 115.

Verkehrsentwicklungskonzepte. Jede dieser Planungen kann aus ihrem Aufgabengebiet heraus zur Umweltgerechtigkeit beitragen, indem sie um Themen aus dem Bereich Umweltgerechtigkeit ergänzt wird³⁰. Sofern die Beiträge der einzelnen Planungen und Instrumente in den verschiedenen Handlungsfeldern aufeinander abgestimmt sind, lässt sich die Situation in den mehrfach belasteten Quartieren gleichzeitig und umfassend verbessern: durch Grünflächen, Lärmschutz, saubere Luft, gesunde Lebensverhältnisse, weniger Hitzestress, stadtverträgliche Mobilität etc. Umweltgerechtigkeit berührt damit verschiedene Verwaltungsbereiche: Stadtplanung, Stadtentwicklung, Umwelt, Grün, Klimaschutz und -anpassung, Verkehr und Mobilität, Gesundheit etc.³¹.

Ein solches komplexes Herangehen – im Unterschied zu kurzfristigem und disziplinärem Handeln – erfordert ein kooperatives Handeln der Verwaltungen mit Unterstützung durch die Kommunalpolitik und mit aktiver Einbindung der Zivilgesellschaft. Ein Mehr an Umweltgerechtigkeit ist damit eine zentrale Herausforderung bei der Entwicklung lebenswerter und gesunder Städte für alle Bevölkerungsgruppen, unabhängig von ihrer sozialen Lage. Das Thema „Saubere Luft“ ist dabei ein Element in einem ganzen Mosaik von Maßnahmen.

3.2 Saubere Luft im Kontext von Klimaschutz und Klimaanpassung

Die Luft ist ein verbindendes Medium. Saubere Luft ist nicht nur unserer Gesundheit zuträglich, sondern dient auch dem Klimaschutz. Das Themenfeld der Luftreinhaltung lässt sich daher nicht isoliert betrachten und weist zahlreiche Schnittstellen und Synergien zum Stadtklima, Klimawandel, Klimaschutz, Umgebungslärm und letztlich auch zur Klimafolgenanpassung auf. Dabei sind einerseits sowohl die globale als auch die lokale Ebene und andererseits die komplexen chemischen Vorgänge von Luftschadstoffen und Treibhausgasen von Bedeutung.

Beim Querschnittsthema „Klimaschutz“ spielen Luft und Lufthygiene sogar eine entscheidende Rolle. Im Fokus der Diskussionen um den Klimaschutz steht vor allem die Reduktion von Kohlendioxid (CO₂) als Hauptverursacher des globalen Temperaturanstiegs. Doch nicht nur CO₂, sondern auch sogenannte kurzlebige klimawirksame Schadstoffe (Short-Lived Climate-forcing Pollutants, SLCPs), tragen in erheblichem Maße zum Klimawandel bei. Zu diesen SLCPs gehören u.a. Gase und Partikel, die in direktem Zusammenhang mit dem motorisierten Verkehr stehen, wie Feinstaubpartikel oder Stickoxide (NO_x), aber auch in der Luft gebildetes Ozon. „Ungefähr die Hälfte der Erderwärmung ist auf die Emission von SLCPs zurückzuführen.“³² Im Gegensatz zum CO₂, das über mehrere Jahrhunderte in der Atmosphäre gespeichert bleibt, sind die SLCPs vergleichsweise „kurzlebig“. So verweilen bspw. NO_x nur einige Stunden und bis zu maximal zwei Tagen (DWD), Feinstaub nur wenige Tage und Ozon wenige Monate in der Atmosphäre. Daher werden Emissionsminderungen bei diesen Schadpartikeln und -gasen relativ schnell durch eine absinkende atmosphärische Konzentration wirksam und bieten eine kurzfristige Möglichkeit sowohl Luftqualität als auch Klimaschutz zu verbessern.³³

30 Ebd. (2019), S. 115.

31 Böhme et al. (2015); Böhme/Franke/Preuß (2019).

32 Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) e.V. (2013), S. 9.

33 Vgl. ebd.

Wichtig ist dabei auch der oben bereits erläuterte Zusammenhang von Stickoxiden und Ozon. Fahrzeuge stoßen zu 85 % Stickstoffmonoxid (NO) aus. Stickstoffdioxid (NO₂) wird zwar nur zu 15 % emittiert, ist aber aufgrund seiner wesentlich stärkeren schädlichen Auswirkungen gesetzlich begrenzt. Der größte Teil der NO₂ Konzentration in der Atmosphäre stammt jedoch aus Umwandlungsprozessen von NO zu NO₂ durch Ozon. Dieser Anteil wird an den verkehrsnahen Messstellen der deutschen Innenstädte nicht vollständig erfasst. Er ist allerdings bedeutend, da erhöhte Ozonwerte im Sommer für Grenzwertüberschreitungen sorgen können, ohne dass eine Zunahme des Verkehrs zu verzeichnen ist oder sogar bei abnehmenden Verkehrsmengen. Dieser fehlende lineare Zusammenhang ist wichtig im Hinblick auf die Planung und Wirksamkeit von Maßnahmen, da die Reduktion der Verkehrsemissionen deutlich höher als die angestrebte NO₂-Reduktion ausfallen muss: „Wenn man den Verkehr um zehn Prozent reduziert, sinkt der NO₂-Wert an den Messstellen mit hoher Belastung nur um etwa fünf Prozent.“³⁴

Doch ist nicht nur der Ausstoß von NOX und Feinstaubpartikeln, sondern auch der CO₂-Ausstoß aus dem Autoverkehr eine relevante Größe im Klimaschutz, dessen Ausmaß im Jahr 2017 weiter angestiegen ist – zwischen 1995 und 2017 um 0,5 %.³⁵ Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund erscheint das Erreichen des deutschen und internationalen Klimaschutzziels, die Treibhausgas-Emissionen bis 2020 um 20 % gegenüber 1990 zu verringern, unrealistisch. Besonders problematisch sind sogenannte Rebound-Effekte: Zunehmende Fahrzeugbestände und Motorisierungen machen technische Fortschritte bei Antrieben und Abgasreinigungen wieder zunichte. Denn eigentlich sind die spezifischen CO₂-Emissionen – das sind die Emissionen pro Verkehrsaufwand – seit 1995 um rund 15 % gesunken (UBA 2018c).³⁶ Auch könnten in Folge von Fahrverboten zahlenmäßige Rückgänge bei den Dieselfahrzeugen zu einer Steigerung bei Benzinern führen, was wiederum einen CO₂-Anstieg und eine Verlagerung des Problems zur Folge hätte.

Das atmosphärische Zusammenwirken von Treibhausgasen und Luftschadstoffen sowie die Beeinflussung durch anthropogene Emissionen können an dieser Stelle nur exemplarisch und stark vereinfacht anhand der vorgenannten, für das vorliegende Thema vordringlich relevanten Beispiele erfolgen. Die in der Atmosphäre vorkommenden Gase und Partikel haben einen zentralen Einfluss auf das globale Klimasystem und tragen je nachdem zur Erwärmung oder Abkühlung bei. In diesem komplexen und sensiblen System stehen die Themen „Luftverschmutzung“ und „Klima“ in direktem Zusammenhang, da manche Luftschadstoffe auch Treibhausgase sind oder – wie im Falle einiger Feinstaubarten – da sie Sonnenenergie reflektieren und damit zur Abkühlung beitragen. Die Emissionsminderung bei Rußpartikeln bspw. ist sowohl dem Klimaschutz als auch der Luftreinhaltung dienlich, da sie sowohl Feinstaubbelastung als auch Erderwärmung reduziert.³⁷ Doch zeigen die oben dargestellten Zusammenhänge und Beispiele bereits deutlich: „Nur mit kleineren und vor allem deutlich weniger Autos wird der Verkehr künftig einen Beitrag zum Schutz des Klimas leisten“.³⁸

Luftreinhaltung und Klimaschutz lassen sich insbesondere auf lokaler Ebene mit den entsprechenden Maßnahmen wirksam umsetzen. Gemäß Subsidiaritätsprinzip sind die untersten staatlichen Ebenen für diese Aufgaben-

34 Vgl. Spektrum.de (2018).

35 Vgl. Umweltbundesamt (UBA) (2018c).

36 Vgl. ebd.

37 Vgl. Beisheim/Klemm (2014), S. 102 f.

38 So der Greenpeace-Verkehrsexperte Benjamin Stephan, in: Süddeutsche Online (2018).

erfüllung zuständig, ob sie nun verpflichtend, wie im Falle der Luftreinhaltung, oder freiwillig, wie im Falle des Klimaschutzes, ist. Die dafür zur Verfügung stehenden Instrumente – Luftreinhaltepläne und Klimaschutzkonzepte – weisen zahlreiche Schnittmengen, aber auch Unterschiede auf: Zwar fokussieren die Luftreinhaltepläne vor allem die Reduzierung von Feinstaubpartikeln und Stickoxiden und damit in aller Regel den Verkehrssektor, während in Klimaschutzkonzepten die CO₂-Reduzierung und damit eine größere, sektorübergreifende Maßnahmenpalette im Mittelpunkt steht. Der Verkehrssektor wird hier oftmals unter der Überschrift „Umweltfreundliche Mobilität“ behandelt. Doch haben letztlich sowohl Luftreinhaltepläne als auch Klimaschutzkonzepte die Steigerung der urbanen Lebensqualität zum Ziel. Weitere Schnittmengen bestehen zumeist bei der Behandlung der Themen „Mobilitäts- und Parkraummanagement“ sowie „Radverkehrsförderung“. Eine vergleichende Untersuchung des Luftreinhalteplans und des Klimaschutzkonzepts der Stadt Münster in Westfalen aus dem Jahr 2014 kommt zu dem Ergebnis, dass vor allem im Bereich des ÖPNV Überschneidungen vorliegen. Der Nahverkehrsplan der Stadt Münster bündelt die Maßnahmen von Luftreinhalteplan und Klimaschutzkonzept sowie weitere Maßnahmen und somit die Ziele von Klimaschutz, Luftreinhaltung und Lärminderung.³⁹

Jenseits der Überschneidungen und Unterschiede muss festgehalten werden, dass beide Instrumente die intensive Auseinandersetzung mit den Themen „Verkehrsvermeidung“ und „Fußverkehr“ noch vermissen lassen. So wird im Klimaschutzkonzept der Stadt Münster bspw. attestiert: „Für einen klimafreundlicheren Verkehr wird in Münster bereits viel getan. Allerdings reicht dieses Engagement nicht aus, um anspruchsvolle Reduktionsziele bei den Treibhausgasen bis 2020 zu erreichen. So werden einige Handlungsfelder (Bsp.: Betriebliches Mobilitätsmanagement, Stadt-Umland-Verkehr) mit noch zu geringer Intensität angegangen, während andere Bereiche bisher kaum erfasst werden (Bsp.: Fußverkehr) oder die Ausrichtung der Aktivitäten den Klimaschutzzielen eher entgegensteht (Bsp.: Parkraummanagement eher an der Parkraumnachfrage ausgerichtet als an Angebotsvorgaben bzw. -zielen).“⁴⁰

Auch werden die Synergien zwischen Luftreinhaltung und Klimaschutz in der Praxis häufig noch nicht erkannt geschweige denn genutzt. Die unterschiedlichen Zuständigkeiten begünstigen die zumeist separat erfolgende Entwicklung und Umsetzung der Maßnahmen zusätzlich – die Umsetzung von Maßnahmen aus den Luftreinhalteplänen (z.B. an Bundesstraßen) liegt mehrheitlich nicht in der Hoheit der Kommunen. Diese weitgehend getrennt voneinander stattfindende Maßnahmenpolitik hemmt letztendlich beide Seiten. Die Nutzung von Synergien hingegen bringt Chancen mit sich, etwa dergestalt, dass Maßnahmen aus dem Klimaschutz die Luftreinhaltepläne sinnvoll flankieren und unterstützen können.

So hat die Stadt Münster bereits 2009 mit ihrer Kampagne „Saubere Luft für Münster“, die vom Umweltamt der Stadt initiiert und von der für den Luftreinhalteplan zuständigen Bezirksregierung unterstützt wurde, ein Zeichen für das Pendeln mit dem ÖPNV gesetzt.⁴¹ Ein jüngeres Beispiel ist die Kampagne „Frischer Wind für Wiesbaden“, mit deren Hilfe die Stadt Wiesbaden Fahrverbote vermeiden und zeigen möchte, dass nachhaltige Mobilität Spaß machen kann.⁴²



39 Vgl. Beisheim/Klemm (2014), S. 106.

40 Duscha et al. (2009), S. 49.

41 Vgl. Westfälische Nachrichten (2009).

42 Vgl. Landeshauptstadt Wiesbaden (o.J.).

Auch die Umsetzung von Tempo-30-Zonen kann – auch wenn originär als eine Maßnahme zur Luftreinhaltung oder zum Lärmschutz angelegt – eine ideale Ergänzung des jeweiligen Klimaschutzkonzepts einer Stadt darstellen, da wesentliche Indikatoren der nachhaltigen Mobilität wie Luft, Lärm und Verkehrssicherheit berücksichtigt werden (s.a. Kap. 5.2).

Doch nicht nur Klimaschutzkonzepte sollten in Einklang mit den Luftreinhalteplänen gebracht werden, auch städtische Konzepte zur Anpassung an den Klimawandel – oftmals auch in Klimaschutzkonzepten integriert – weisen in ihren Maßnahmenpaletten Synergien zur Luftreinhaltung auf, die es zu erkennen und nutzen gilt. Bereits eingetretene Klimawandeleffekte (betrachtet werden in den Konzepten zumeist die Komplexe Hitze, Trockenheit und Niederschlag, seltener Wind- und Sturmereignisse) haben teilweise auch Auswirkungen auf die lufthygienische Situation in Städten. Hier kommen Effekte des Stadtklimas, das sich im Vergleich zum Umland durch höhere Durchschnittstemperaturen in einigen städtischen Bereichen auszeichnet, erschwerend hinzu. In Städten ist die Luft aufgrund der hohen räumlichen Emittenten-Konzentration besonders stark belastet. Die Emissionsminderung stellt in urbanen Räumen und Innenstädten eine große Herausforderung dar, da neben den lokalen Spitzenbelastungen bspw. durch den Autoverkehr sowohl regionale als auch städtische Hintergrundkonzentrationen existieren (vgl. Kapitel 2). Durch beidseitige hohe Bebauungsstrukturen entstehende Straßenschluchten begünstigen zudem hohe lokale Schadstoffkonzentrationen.⁴³ Darüber hinaus können sich Luftschadstoffe aufgrund des eingeschränkten Luftaustauschs in Städten, der auf geringere mittlere Windgeschwindigkeiten zurückzuführen ist, anreichern. Witterungsabhängig können so aufgrund des fehlenden Abtransportes z.B. hohe Feinstaubkonzentrationen verstärkt in trockenen Wintern und teilweise auch während heißer, trockener Sommermonate auftreten.⁴⁴ Anpassungsmaßnahmen, die sowohl der Minderung bereits eingetretener Klimawandeleffekte als auch der Verbesserung der Luftqualität zugutekommen, sind z.B. Verschattungs- und Begrünungsmaßnahmen oder Erhalt und Schaffung von Frischluftflächen und Luftleitbahnen. Insbesondere bei der Begrünung von Straßenzügen sind jedoch einerseits die gewählten Baumarten – einzelne Baumarten tragen durch ihre Emissionen zur Ozonbelastung bei – und andererseits die Vermeidung von geschlossenen Kronendächern an hoch belasteten Straßenabschnitten entscheidend, um zusätzliche Belastungen oder die Anreicherung von Schadstoffen abzuwenden.⁴⁵

Geht es um die Umsetzung der Maßnahmen für saubere Luft – seien es solche aus Luftreinhalteplänen oder Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten – sind Städte und Gemeinden auf die Akzeptanz und Unterstützung der Bevölkerung und lokalen Unternehmen sowie politische Rückendeckung angewiesen. Städtische Maßnahmen können Vorbildwirkung erzeugen. Eine offensive Aufklärungs- und Öffentlichkeitsarbeit sowie intensive Kommunikation haben insbesondere bei solchen Maßnahmen einen hohen Stellenwert, die einer Verhaltensänderung bedürfen, wie der Umstieg vom eigenen Pkw auf den ÖPNV oder das Fahrrad. Ebenfalls zu nennen ist an dieser Stelle der Fußverkehr, der besonders dann einen Klimaschutzbeitrag leistet, wenn er kurze Autofahrten von unter fünf oder sogar unter einem Kilometer ersetzt.⁴⁶ Hier ist vor allem der Doppelnutzen – Effekte für Klima und

43 Vgl. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2010), S. 129.

44 Vgl. Umweltbundesamt (UBA) (2018d).

45 Vgl. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2010), S. 169.

46 Bauer/Hertel/Buchmann (2018), S. 21.

Gesundheit – zu vermitteln. Auch aus wirtschaftlicher Sicht sind doppelwirksame Maßnahmen im Verkehrssektor deutlich besser zu bewerten.⁴⁷

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die zweifelsfrei bestehenden zahlreichen Überschneidungen und Synergien zwischen den Themen „Klimaschutz“, „Klimaanpassung“ und „Luftreinhaltung“ besser gebündelt und somit gestärkt werden sollten. Diese Bündelung kann in integrierten Konzepten, weiterführenden bzw. anderen Konzepten oder auch übergeordneten städtischen Leitbildern erfolgen. Aber nicht nur die lokale Ebene ist hier aufgefordert zu handeln. Insbesondere wenn es um finanzielle Anreize geht, sind Bund und Länder adressiert, die Themen viel stärker als bisher gemeinsam zu denken und ihre Förderkulissen übergreifender und noch stärker interdisziplinär zu gestalten.

47 Vgl. Beisheim/Klemm (2014), S. 107.

4. Luftqualität in den Raum- und Fachplanungen

Die Luftreinhaltung ist sowohl in der Raumplanung als auch in den relevanten Fachplanungen verankert. Bereits in den Grundsätzen der Raumordnung heißt es in § 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG (Raumordnungsgesetz): „Der Schutz der Allgemeinheit vor Lärm und die Reinhaltung der Luft sind sicherzustellen.“⁴⁸ Den Fachplanungen generell zuzuschreiben ist es, dass sie Belang optimierend und bedarfsgesteuert angelegt sind, während die Raumplanung (Bauleitplanung und Raumordnungsplanung) für die Konfliktbewältigung zuständig ist, vorausplanend, überfachlich und koordinierend im Sinne einer Gesamtplanung agiert. In Bezug auf ihre Umweltwirkung können Fachplanungen in „eingreifend“ und „schützend“ unterteilt werden. Zu den in Mensch und Natur eingreifenden Fachplanungen zählen bspw. der Bergbau, Energie- und Rohstofftrassen und der Verkehr; schützende, also bewahrende bzw. vorsorgend agierende Fachplanungen sind z.B. Denkmalschutz, Bodenschutz, Natur- und Landschaftsschutz sowie Immissionsschutz. Einige Fachplanungen, wie die Wasserwirtschaft oder die Landwirtschaft, weisen sowohl eingreifende als auch schützende Züge auf. Verkehr und Immissionsschutz können als die beiden besonders hervorzuhebenden Fachplanungen im Kontext der Luftreinhaltung gelten. Wobei der Verkehr den eingreifenden und der Immissionsschutz den schützenden Fachplanungen zuzuordnen ist.⁴⁹

4.1 Luftreinhaltung im Rahmen von Stadtentwicklungs- und Bauleitplanung

In den intensiv genutzten und stark frequentierten innerstädtischen Quartieren fallen infolge des hohen Verkehrsaufkommens größere Schadstoffbelastungen an als in dezentralen Lagen der Städte. Gleichzeitig wird die Durchlüftung dieser Quartiere – und damit auch der Abtransport von Luftschadstoffen – durch die dichte Bebauung, geschlossene Gebäudekubaturen und hohe Gebäudekörper mit geringen Abstandsflächen erschwert. Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, führen die Gebäude und ihre Anordnung zu Veränderungen der Windströmungsverhältnisse und damit zu verringerten Luftaustauschprozessen. Dicht bebaute innerstädtische Stadtgebiete weisen daher regelmäßig eine höhere Luftschadstoff- und Feinstaubbelastung auf als andere Stadtteile. Während es bei der Neuplanung von Quartieren möglich ist, Aspekte der Durchlüftung planerisch zu berücksichtigen, um stadtklimatisch ungünstige Situationen von vornherein zu vermeiden, steht in dicht bebauten Bestandsquartieren der Umgang mit den bereits bestehenden Belastungen im Vordergrund.

Zur Vermeidung und Minderung der Belastungen sowie zum Umgang mit bestehenden Immissionen werden insbesondere in informellen Planungen wie gesamtstädtischen Stadtentwicklungsplänen und Klimaschutzkonzepten sowie teils räumlichen Strukturkonzepten entsprechende Entwicklungsziele formuliert. Diese beziehen sich häufig auf die Reduktion der lokalen CO₂-Emissionen, die Vermeidung von Verkehren durch gemischte Nutzungsstrukturen, die Verkehrsverlagerung vom motorisierten Individualverkehr (MIV) zum Umweltverbund, die Förderung des Radverkehrs und den

48 6. Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008, BGBl. I S. 2986.

49 Krappweis (2018).

Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur sowie des ÖPNV, um die verkehrsbedingten Emissionen zu reduzieren. Die Querschau verschiedener gesamtstädtischer Konzepte verdeutlicht diesbezüglich eine inhaltliche Überschneidung der Zielstellungen insbesondere von Luftreinhalteplänen, Klimaschutzkonzepten und Verkehrsentwicklungsplänen.⁵⁰

In der Stadt Mannheim wurde darüber hinaus die Freihaltung von Grünzügen und Frischluftkorridoren zur Frischluftentstehung und -bewegung in unterschiedlichen Konzepten verankert, die bei der Entwicklung mehrerer innenstadtnaher Konversionsflächen zu beachten sind.⁵¹ Damit werden neben der Sicherung und Entwicklung von Ventilationsbahnen zur Belüftung der verdichteten und regelmäßig überhitzten Innenstadt die Ziele verfolgt, Freiräume bzw. Grünflächen zu sichern, Kälteinseln zu erhalten und das Zusammenwachsen von Wärmeinseln zu verhindern. Um die nötige Luftbewegung nicht zu verbauen, gilt es, Flächen mit städtebaulichem Entwicklungspotenzial zu identifizieren sowie ggf. auch Nachverdichtungen zu verhindern. Dazu sollen bei konkreten Planungen Baulinien definiert werden, die die exakte Positionierung des Bauvorhabens bestimmen. Die umfangreichen innenstadtnahen Konversionsflächen sollen als großflächig klimawirksame Flächen entwickelt werden. Im Zuge konkreter Planungsvorhaben werden Klimagutachten erarbeitet, die sowohl die stadtklimatischen Auswirkungen detailliert betrachten als auch die Auswirkungen auf Luftschadstoffbelastungen untersuchen und Planungshinweise z.B. zur Sicherstellung der Frischluftbewegung oder zur Verbesserung des lokalen Kleinklimas geben. So sind bei der Überplanung einer Konversionsfläche, die in einem für den Frischlufttransport besonders sensiblen Bereich liegt, detaillierte Analysen und Simulationen für verschiedene Varianten der Gebäudeanordnung, -ausrichtung und -kubatur vorgenommen worden, um die Auswirkungen auf die Durchlüftung zu untersuchen.

Gleichzeitig stellen dichte Bebauungsstrukturen, die durch vielfältige bauliche Nutzungen gekennzeichnet sind, ein großes Potenzial für die Reduzierung von Emissionen dar. Durch die Umsetzung des Leitbilds der nutzungsgemischten, kompakten Stadt der kurzen Wege wird ein wichtiger Beitrag zur Vermeidung von Verkehrsströmen und damit zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastungen geleistet. (In Kapitel 5.1 werden diese Aspekte weiter ausgeführt.)

Analysen im aktuell laufenden Projekt „Transformative Strategien einer integrierten Quartiersentwicklung“ haben ergeben, dass häufig eine deutliche Diskrepanz zwischen den in gesamtstädtischen Stadtentwicklungskonzepten oder Klimaschutzkonzepten formulierten Zielen und der konkreten planerischen Umsetzung besteht. Während in den Konzepten auf gesamtstädtischer Ebene beispielsweise die Förderung von Fuß- und Radverkehr sowie die Weiterentwicklung des ÖPNV-Netzes als Entwicklungsziele beschrieben werden, um insgesamt den Umweltverbund zu stärken und damit auch die verkehrsinduzierten Luftbelastungen zu reduzieren, zeigen konkrete Planungsprojekte häufig ein anderes Bild. So werden Wohnstandorte weiter an dezentralen Standorten entwickelt, die nur schlecht an das bestehende ÖPNV-Netz angebunden sind, und das in den gesamtstädtischen Konzepten verankerte Ziel des Ausbaus des ÖPNV-Netzes wird in diesem räumlichen Zusammenhang nicht zeitgleich umgesetzt. Fuß- und Radverkehr werden bei der Planung des Neubauquartiers zwar häufig innerhalb des Quartiers berücksichtigt – markierte Fahrradstreifen und eigene Wegefüh-

50 So die Erkenntnis aus dem BMBF-Förderprojekt TRASIQ. Transformative Strategien einer integrierten Quartiersentwicklung.

51 Stadt Mannheim (o.J.).

rungen stellen dabei jedoch nicht den Standardfall dar – die Radverkehrs-anbindung an die Gesamtstadt und das angestrebte gesamtstädtische Radverkehrsnetz fehlen hingegen regelmäßig. Damit fehlen entscheidende Voraussetzungen oder auch Anreize, um den Verzicht auf den Pkw attraktiv zu machen.

Praxisbeispiel Mannheim Stadtquartier Franklin

Ein vielversprechendes Konzept wird bei der Entwicklung eines neuen Stadtquartiers auf einer Mannheimer Konversionsfläche verfolgt. Das Stadtquartier Franklin wird auf einer Fläche entwickelt, die etwa die Größe der Mannheimer Innenstadt hat und durch eine Mischung von Wohnen, Arbeit, Freizeit und Bildung geprägt sein wird. Das Verkehrskonzept für den neuen Stadtteil Franklin zeichnet sich durch eine gezielte Förderung des Umweltverbundes aus. Das gesamte Gebiet soll künftig mit einer Straßenbahnlinie erschlossen werden, die als Verlängerung einer bestehenden Linie durch das Quartier geführt wird. Die Haltestellen sind so platziert, dass die relevanten Ziele und Einrichtungen auf kurzem Weg erschlossen werden und für Franklin Mitte eine flächenhafte Erschließung im 300 m Einzugsbereich sichergestellt ist. Gleichzeitig liegt ein besonderer Fokus auf dem Fuß- und Radverkehr. Innerhalb des Quartiers besteht ein engmaschiges Wegenetz, das ein breites Angebot für unterschiedliche Nutzungszwecke bereithält. Neben den Alltagsrouten sind ein Radschnellweg und eine rundumlaufende Activity Lane geplant. Die öffentlichen Straßenverkehrsflächen hingegen sind auf ein Mindestmaß reduziert. Insgesamt werden so die Voraussetzungen für eine möglichst klimaneutrale Mobilität geschaffen. Mit Carsharing und fahrerlosen Elektrobussen soll Franklin zum Vorzeigequartier („Blue Village“) entwickelt werden. In Kombination mit Fahrradverleihstationen soll der Privatwagen auf dem Areal nahezu entbehrlich gemacht werden.



Verbindliche Bauleitplanung

„Aufgabe der Bauleitplanung ist es, die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde vorzubereiten und zu leiten. Bauleitpläne sollen einer nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung dienen, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten. Sie sollen nach den gesetzlichen Bestimmungen des Baugesetzbuchs zudem dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln, auch in Verantwortung für den allgemeinen Klimaschutz“⁵², und eine auf Vermeidung und Verringerung von Verkehr ausgerichtete städtebauliche Entwicklung sicherzustellen.

Im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung können im Bebauungsplan Maßnahmen festgesetzt werden, die zur Minderung von Luftschadstoffbelastungen beitragen, sowie Maßnahmen, die der Konfliktbewältigung und dem Schutz der Bevölkerung dienen.

52 Böhme/Bunzel 2014, S. 7.

Wie bereits beschrieben nehmen Gebäudestellung und -form Einfluss auf die Durchlüftung eines Quartiers. Um eine optimale Frischluftzirkulation und damit den Abtransport der verunreinigten Luft sicherzustellen, können im Bebauungsplan Festsetzungen zur Bauweise, zu Baulinien und Baugrenzen sowie zur Höhe baulicher Anlagen getroffen werden. Dies geschieht auf der Basis von § 9 Abs. 1 BauGB in Verbindung mit der BauNVO.⁵³

Auf der Basis von § 9 Abs.1 Nr. 23 a lässt sich die Verwendung bestimmter luftverunreinigender Stoffe beschränken oder ausschließen – diese Festsetzung kann sich beispielsweise auf bestimmte Brennstoffe beziehen, um damit einen Beitrag zur Minderung von Luftverunreinigungen durch Hausbrand zu leisten. Diese Regelung bezieht sich auf die Hauptheizung der Gebäude und kann im Bestand nur bei umfangreichen Änderungen greifen.⁵⁴

Darüber hinaus ist die Festsetzung von planerischen Maßnahmen zur Konfliktlösung und zum Schutz der Bevölkerung möglich, ohne dass dadurch der Schadstoffgehalt der Luft vermindert würde. Solche Festsetzungen können sich beispielsweise auf eine horizontale oder vertikale Nutzungsgliederung beziehen, um sensible Nutzungen in besonders stark belasteten Gebäudezonen auszuschließen (§ 9 Abs. 1 i.V.m. § 1 Abs. 7 BauNVO). Des Weiteren ist die Festsetzung von nicht offenbaren Fenstern oder die technische Lüftung mit Luftansaugung von der straßenabgewandten Seite auf der Basis von § 9 Abs. 1 Nr. 24 möglich.⁵⁵ Diese Festsetzungen dienen dem Umgang mit der Belastungssituation, haben jedoch keinen Einfluss auf die Quellen der Luftschadstoffbelastung.

Zusätzliche Minderungsoptionen entstehen, wenn mit dem Träger eines Bauvorhabens privatrechtliche Vereinbarungen im Rahmen eines städtebaulichen Vertrags getroffen werden. Dieser bietet u.a. die Möglichkeit, die Verwendung bestimmter Materialien zu vereinbaren, die einen schadstoffmindernden Beitrag leisten, wie beispielsweise photokatalytisch aktive Betonplatten für die Gestaltung von Wegen und Plätzen, die eine leichte Reduktion der NO_x-Belastung bewirken.

Grün in der Stadt

Urbanes Grün trägt zum klimatischen Ausgleich in den Städten bei und mindert Luftschadstoffbelastungen (CO₂ und Feinstaub). Grünzüge und größere Grünflächen haben für die Frischluftentstehung und den Lufttransport in die Quartiere eine große Bedeutung. Straßenbäume, aber auch grünplanerische Maßnahmen auf den Grundstücken und an den Gebäuden wie z.B. Dach- und Fassadenbegrünungen tragen zur Bindung von Schadstoffen bei und wirken sich gleichzeitig positiv auf das Kleinklima aus (kühlender Effekt).

Bei der Weiterentwicklung von innerstädtischen Quartieren ist daher im Sinne einer doppelten Innenentwicklung neben der Erschließung von Potenzialen für eine bauliche Nutzung auch das Ziel der Erhaltung, Qualitätsverbesserung und Ergänzung des urbanen Grüns zu verfolgen. Im Hinblick auf die stadtklimatischen und positiven Luftqualitätseffekte des urbanen Grüns sind Ziele in Bezug auf den Erhalt und die Entwicklung von Grünzügen und Freiraumachsen, Straßen- und öffentlichen Räumen sowie für Grünmaßnahmen auf den Grundstücken und an den Gebäuden zu formu-

53 Bunzel/Frölich von Bodelschwingh/Michalski (2017).

54 Bunzel/Hinzen (2000), S. 89 f.

55 Ebd., S. 90 f.

lieren.⁵⁶ Die Sicherung dieser Ziele erfolgt durch die Verankerung im Landschaftsplan, der als formelles Planungsinstrument auf kommunaler Ebene die ökologische Grundlage der vorbereitenden Bauleitplanung darstellt. So wird beispielsweise im Landschaftsplan der Stadt Potsdam das Leitbild der qualifizierten Innenentwicklung formuliert und es werden quartiersbezogene Empfehlungen für den Erhalt und die Entwicklung von Grünzügen sowie von Grünzäsuren innerhalb der Bebauung formuliert.

Im Rahmen der verbindlichen Bebauungsplanung werden regelmäßig auf der Basis von § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB Pflanzgebote festgesetzt, die beispielsweise die Begrünung von Fassaden und Dächern oder die Anpflanzung von Bäumen regeln. In Stuttgart wurde die Begrünung einer Schallschutzwand entlang einer Bundesstraße festgesetzt, um zur Bindung der Luftschadstoffe beizutragen. Darüber hinaus bietet der städtebauliche Vertrag ebenso wie bei den bauleitplanerischen Festsetzungen eine breite Vielfalt zusätzlicher Vereinbarungsmöglichkeiten.

In Mannheim ist im Jahr 2018 eine Begrünungssatzung für die Innenstadt und die angrenzenden Bereiche in Kraft getreten, die unter anderem der Verbesserung des Stadtklimas dient. Danach besteht eine Begrünungspflicht für Flachdächer, flachgeneigte Dächer und Decken von Gebäuden, wenn ihre Fläche jeweils größer als 10 m² und nicht mehr als 20° geneigt ist. Stellplätze sind mit Pflastersystemen mit einem Grünanteil von mindestens 30 % zu befestigen, darüber hinaus werden verbindliche Vorgaben zur Pflanzung von Bäumen gemacht.

4.2 Umweltplanung

Die Luftreinhalteplanung zählt zusammen mit anderen umweltschutzspezifischen Fachplanungen, hier sind insbesondere die Lärminderungsplanung und die Landschaftsplanung zu nennen, zum Kernbereich der Umweltplanung. Diese in den Umweltgesetzen enthaltenen spezifischen Fachplanungen haben allesamt einen Umweltschutzzweck, also einen vorsorgenden, schützenden Zweck als Planungsziel.⁵⁷ „Die Luftreinhalteplanung basiert auf einer gesetzlich verpflichtenden systematischen Überwachung der Luftqualität für bestimmte Schadstoffe durch Messungen und Modellrechnungen (§ 44 BImSchG)“⁵⁸. Notwendige Aktivitäten auf dem Gebiet der Luftreinhalteplanung resultieren aus der Belastung durch Partikel PM₁₀ und Stickstoffdioxid (NO₂). An das Überschreiten der gesetzlich vorgegebenen Immissionsgrenzwerte ist zum einen die Verpflichtung zur Meldung der Überschreitung an die EU-Kommission mit allen erforderlichen Daten gekoppelt⁵⁹. Maßgeblich sind die in der 39. BImSchV festgelegten Werte, die in Kapitel 2 bereits erläutert wurden. Zum anderen müssen Luftreinhaltepläne mit Maßnahmen erarbeitet werden, die geeignet sind, den Grenzwert für die Luftschadstoffe (aktuell insb. NO₂) sobald als möglich einzuhalten. Die Aufstellung von Luftreinhalteplänen stellt eine staatliche Pflichtaufgabe zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Umweltvorsorge dar. Dementsprechend wird die Wirksamkeit der Luftreinhaltepläne ständig überprüft – Behörden sämtlicher Träger öffentlicher Belange auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene sind rechtlich verbindlich an sie gebunden. Außenwirkung erzielen die Pläne jedoch nur durch die behördliche Umsetzung einzelner Maßnahmen auf Basis der entsprechenden fachge-

56 Böhme et al. (2016).

57 Meßerschmidt (2005), S. 1189.

58 Böhme/Bunzel (2014), S. 35.

59 Ebd., S. 35.

setzlichen Eingriffsregelungen. Maßnahmen im Bereich Straßenverkehr können dabei nur im Einvernehmen mit der zuständigen Straßenbau- bzw. Straßenverkehrsbehörde festgesetzt werden. Das heißt, dass Luftreinhaltepläne bei der Umsetzung der Maßnahmen keine bestehenden Gesetzesgrundlagen oder Verwaltungsverfahren ersetzen – auch bestehende Zuständigkeiten bleiben unberührt.⁶⁰ Die Aufstellung von Luftreinhalteplänen ist in den Ländern unterschiedlich geregelt. In Nordrhein-Westfalen stellen bspw. die Bezirksregierungen die Pläne auf, in Niedersachsen sind seit 2007 die Kommunen zuständig, und in Bayern sind es die Regierungen in Zusammenarbeit mit den Kommunen.

Lärminderungsplanung

„Mit der Lärminderungsplanung soll ein Konzept festgelegt werden, um schädliche Auswirkungen (einschließlich Belästigung) durch Umgebungslärm zu verhindern, ihnen vorzubeugen oder sie zu mindern (Art. 1 UmgebungslärmRL). Während die Lärmkarten primär der Ermittlung der Belastung durch Umgebungslärm anhand einer EU-weit geltenden Bewertungsmethode und der Sicherstellung der Information der Öffentlichkeit über Umgebungslärm und seine Auswirkungen dienen, sollen in Aktionsplänen auf der Grundlage der Lärmkarten Maßnahmen festgelegt werden, um den Umgebungslärm soweit erforderlich zu verhindern“⁶¹. Lärminderung stellt, ebenso wie Luftreinhaltung und Klimaschutz, eine kontinuierliche Querschnittsaufgabe dar – die gemeinsame Bearbeitung dieser Querschnittsaufgaben und die Integration in andere umweltbezogene Fachplanungen, wie die Landschaftsplanung oder die Verkehrsplanung, erfolgt jedoch noch viel zu selten, obwohl sich die „Hotspots“ in den innerstädtischen Quartieren häufig überlagern und zahlreiche Synergien bei Maßnahmen und deren Umsetzung existieren. Bereits eine Kombination kleiner Maßnahmen kann eine deutlich spürbare Reduzierung der Dezibel-Belastung und Verbesserungen bei Luft und Klima erwirken.

Landschaftsplanung

„Aufgabe der Landschaftsplanung ist es, die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege für den jeweiligen Planungsraum zu konkretisieren. Die Grundlagen hierzu sind im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) geregelt. Ergänzende Vorschriften finden sich in den Landesnaturschutzgesetzen. Das BNatSchG formuliert unter der Überschrift „Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege“ einen allgemeinen Grundsatz und verschiedene Ziele. So sind Natur und Landschaft nach dem allgemeinen Grundsatz u.a. als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen auch in Verantwortung für die künftigen Generationen im besiedelten und unbesiedelten Bereich zu schützen. Neben anderen Aspekten geht es dabei auch um die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie den Erholungswert von Natur und Landschaft. Der Schutz umfasst auch die Pflege, die Entwicklung und, soweit erforderlich, die Wiederherstellung von Natur und Landschaft (§ 1 Abs. 1 BNatSchG). In Bezug auf den Erholungswert von Natur und Landschaft wird hervorgehoben, dass zum Zweck der Erholung in der freien Landschaft nach ihrer Beschaffenheit und Lage geeignete Flächen vor allem im besiedelten und siedlungsnahen Bereich zu schützen und zugänglich zu

60 Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (Hrsg.) (2012) und Regierung von Oberbayern (2018).

61 Böhme/Bunzel (2014), S. 39 f.

machen sind (§ 1 Abs. 4 BNatSchG). Zudem wird verlangt, dass Freiräume im besiedelten und siedlungsnahen Bereich einschließlich ihrer Bestandteile – wie Parkanlagen, großflächige Grünanlagen und Grünzüge, Wälder und Waldränder, Bäume und Gehölzstrukturen, Fluss- und Bachläufe mit ihren Uferzonen und Auenbereichen, stehende Gewässer, Naturerfahrungsräume sowie gartenbau- und landwirtschaftlich genutzte Flächen – zu erhalten und dort, wo sie nicht in ausreichendem Maße vorhanden sind, neu zu schaffen sind (§ 1 Abs. 6 BNatSchG)⁶². Ferner sind Luft und Klima auch durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen, u.a. auch durch Flächen mit günstiger lufthygienischer oder klimatischer Wirkung wie Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen.

Freiraumentwicklungsplanung

„Neben dem im Naturschutzrecht gesetzlich verankerten Instrumentarium der Landschaftsplanung ist die informelle Freiraumentwicklungsplanung ein wichtiges Instrument für die kommunale Grünflächenentwicklung. Teils verfolgen die Kommunen hierbei integrierte Ansätze, mit denen die Vielzahl an Anforderungen und damit einhergehenden Funktionen von Grün (Erholung, Spiel, Sport und Bewegung, gärtnerische Aneignung, Klimaschutz, Naturschutz) in einer abgestimmten Gesamtstrategie zusammengefasst und auch soziale, wirtschaftliche und baukulturelle Faktoren berücksichtigt werden. Teils werden aber auch themenzentrierte Konzepte beispielsweise zur Spielplatzentwicklung, Kleingartenentwicklung, Dach-, Fassaden- und Hofbegrünung, Biotopvernetzung, Erholung in Natur und Landschaft, zu grünen Wegeverbindungen und zu grünen Zwischennutzungen erstellt. Wie Stadtentwicklungspläne können auch Freiraumentwicklungskonzepte stadtreional, gesamtstädtisch und/oder quartiersbezogen ausgerichtet sein“⁶³. Die Freiraumentwicklungsplanung ermöglicht es Bürgerinnen und Bürgern, ihre Wünsche, Ideen und Kritikpunkte frühzeitige einzubringen⁶⁴.

4.3 Planung stadttechnischer Infrastruktur

Unter stadttechnischen Infrastrukturen werden üblicherweise die Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen in den Bereichen Energie (Strom, Gas, Wärme), Wasserver- und Abwasserentsorgung, Informations- und Kommunikationstechnologien, Abfall und Verkehr (insb. ÖPNV) subsummiert.⁶⁵ Im Folgenden stehen die Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen im Fokus. Mobilitätsinfrastrukturen werden im Kapitel Verkehrsplanung behandelt.

Stadttechnische Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen haben sehr unterschiedliche institutionelle, technische und räumliche Bedingungen und Zuschnitte. Entsprechend unterschiedlich ausgestaltet sind die den einzelnen Infrastruktursystemen/-sektoren zugrunde liegenden Planungen. Grundsätzlich ist die Infrastrukturplanung in Deutschland in hohem Maße sektoral, institutionell und in Bezug auf ihre räumliche Skalierung und Konkretisierung differenziert. Während die Bundesnetzagentur z.B. für die Stromversorgung in Abstimmung mit den Übertragungsnetzbetreibern sogenannte

62 Ebd., S. 43f.

63 Ebd., S. 56.

64 MBWSV NRW (Hrsg.) (2012), S. 133.

65 Soziale Infrastrukturen (z.B. Schulen, Kita, Theater) sind zwar wichtige Bestandteile kommunaler Daseinsvorsorge, werden in diesem Vorhaben aufgrund ihrer geringen Relevanz für saubere Luft in Städten nicht weiter behandelt.

Netzentwicklungspläne auf nationaler Ebene entwirft und abstimmt, existieren derlei Planungen nicht für die Siedlungswasserwirtschaft, da etwa Trinkwasserversorgungssysteme anders als das Stromnetz nicht überregional, deutschlandweit vernetzt sind. „Infrastrukturplanung ist in Deutschland somit ein fragmentiertes Politikfeld“⁶⁶ und hochgradig sektorenspezifisch.⁶⁷ Entsprechend wird die Abstimmung und Koordination zwischen den einzelnen sektoralen Fachplanungen als „eher unzureichend“ beschrieben.⁶⁸

Mittels Infrastrukturen werden Räume erschlossen und für gesellschaftliche Zwecke nutzbar gemacht, zugleich haben Infrastruktursysteme eigene Flächenbedarfe (man denke z.B. an Freiflächen-Solaranlagen aber auch das Freihalten für Stromtrassen oder Schutzgebiete für die Wasserbewirtschaftung). Entsprechend müssen Infrastrukturen in räumlichen Planungen Berücksichtigung finden. Die planerische Koordination der Ausstattung von (Siedlungs-)Räumen mit Infrastrukturen ist integraler Bestandteil der Raum- und Bauleitplanung (vgl. Kap. 4.1). Auf lokaler/städtischer Ebene sind im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung in der Abwägung der zu berücksichtigenden Belange Infrastrukturen für soziale und kulturelle Bedürfnisse der Bevölkerung, Ver- und Entsorgungsfunktionen, Mobilität und des Umweltschutz zu beachten (§ 1 Abs. 6 BauGB). Dies erfolgt in der Regel über die Beteiligung der Infrastrukturbetreiber als „Träger öffentlicher Belange“. Diese bringen im Planungsprozess ihre (sektoralen) Belange ein und sind – eingebettet in die Bauleitplanung – für die infrastrukturellen Planungen verantwortlich.⁶⁹ Entsprechend der Zielrichtung und Aufgabe der Bauleitplanung werden hier (orientiert an der zu ver-/entsorgenden Bevölkerung und Fläche) die räumlichen Bedarfe für Ver- und Entsorgungsflächen, der Stadtentwässerung (z.B. für dezentrale Regenwasserbewirtschaftung) und auch Verkehrsflächen verortet. Damit werden in der formalen räumlichen Planung die Voraussetzungen für den Bau von Infrastrukturen geschaffen. Vorgaben für die technische Ausgestaltung der stadttechnischen Infrastrukturen sind hier jedoch nur bedingt enthalten.

Je nach Infrastruktursektor lassen sich inhaltliche, normative Leitlinien für die Infrastrukturgestaltung aus übergeordneten, mehr oder weniger abstrakten Entwicklungsvorstellungen und Grobplanungen ableiten. Leitlinien der Infrastrukturplanung und -gestaltung sind zudem in integrierten Stadtentwicklungskonzepten (informelle Planung) und der Fachplanung angelegt. Die Fachplanung kann dabei auch integrierenden Charakter haben, wenn etwa in Stadtentwicklungskonzepten „Klimaanpassung“ oder in kommunalen „Energie und Klimaschutzprogrammen“ politik- und handlungsfeldübergreifend Leitlinien gesetzt werden.

Eine bereits etwas ältere Auswertung von Stadtentwicklungskonzepten im Difu hat gezeigt, dass Infrastrukturen hier sehr unterschiedlich Berücksichtigung finden.⁷⁰ Schwerpunkte liegen auf den Bereichen ÖPNV, Fuß- und Fahrradverkehr sowie Bildungseinrichtungen. Stadttechnische Infrastrukturen der Ver- und Entsorgung (Wasserver- und Abwasserentsorgung, Energie, Telekommunikation) finden hingegen deutlich seltener Beachtung.⁷¹

66 Einig (2011), S. 96.

67 Moss (2011), S. 77.

68 Einig (2011), S. 96.

69 Dies erfolgt jedoch regelmäßig in Form einer nachholenden Planung, d.h. die Planung der (unterirdischen) technischen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen richtet sich an den (oberirdischen) städtebaulichen Planungen aus (vgl. Libbe et al. 2017).

70 Libbe/Köhler/Beckmann (2010).

71 Libbe et al. (2010), S. 95.

Auch bewegen sich die Aussagen zu diesen Infrastrukturen auf einem allgemeinen und wenig konkreten Niveau.

Ein Blick in Strategiepapiere und Planungen von (kommunalen) Infrastrukturbetreibern der Energie und Wassersparte zeigt, dass nur bedingt eine systematische Befassung mit dem Thema „Saubere Luft“ stattfindet. Kommunale Energieversorger und auch Wasserunternehmen setzen sich intensiv mit Fragen des globalen Klimaschutzes bzw. ihrer CO₂-Emissionen auseinander. Sei es als Strategie und Beitrag zur Energiewende, indem von fossilen auf erneuerbare Stromerzeugungsanlagen umgestellt wird, effiziente Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien oder die energetische Optimierung von Kläranlagen, die regelmäßig einer der größten kommunalen Energieverbraucher sind. Bei diesen Maßnahmen geht es in der Regel jedoch weniger um die lokale Luftqualität (der Fokus in diesem Paper) als um übergeordnete Beiträge zum Klimaschutz.

Spielen also die unmittelbaren lokalen Emissionen von Infrastrukturen in der räumlichen und Fachplanung nur eine untergeordnete Rolle, wird die Auseinandersetzung mit Emissionen jedoch bei Planung und Bau von konkreten Infrastrukturanlagen geprüft. Hier greift das UVP-Gesetz, in dem die Prüfung von Schutzgütern (Mensch, Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, Kulturgüter und sonstige Sachgüter sowie deren Wechselwirkungen; § 1 a der 9. BImSchV) vorgeschrieben ist. In diesem Zusammenhang werden dann Fragen der hier im Fokus stehenden „sauberen Luft“ in Städten thematisiert und auf ihre rechtliche Konformität hin überprüft.⁷²

4.4 Verkehrsplanung

Verkehrsplanung steht vor der Herausforderung, allen Teilen der Gesellschaft Mobilität und Erreichbarkeit zu ermöglichen und dafür gute Angebote zu schaffen, aber gleichzeitig die resultierenden Belastungen möglichst gering zu halten. Die meisten deutschen Städte entsprechen jedoch eher dem Leitbild einer an den Bedürfnissen des motorisierten Individualverkehrs ausgerichteten autogerechten Stadt. Die Pkw-Dichte ist entsprechend hoch: Im europäischen Vergleich belegte Deutschland im Jahr 2016 mit 555 Pkw je 1.000 Einwohnern den siebten Rang, ein Blick auf die Entwicklung seit 2008 zeigt eine kontinuierliche Zunahme der Pkw-Dichte.⁷³ Damit verbunden sind ein enormer Verbrauch an Flächen und Ressourcen sowie Belastungen durch Lärm und Luftschadstoffe.⁷⁴ Vom Idealbild einer lebenswerten Umgebung mit kurzen Wegen, vielen Grünflächen, gesunder Luft, wohnsitznaher Versorgung und umweltfreundlicher Mobilität sind die Städte hingegen weit entfernt.

Angesichts der hohen spezifischen Luftschadstoffbelastungen durch den Kfz-Verkehr rückt die Wahl des Verkehrsmittels neben Straßenbau und dem öffentlichen Personennahverkehr in den Mittelpunkt der Verkehrsplanung. Die nachstehende Tabelle des Umweltbundesamts zeigt die spezifischen Unterschiede der Verkehrsmittel⁷⁵, aber auch den Bezug zum Besetzungsgrad. Wenn in einem Pkw nur ein bis zwei Personen unterwegs sind, sind bei

72 Goldman (2015).

73 Eurostat (2019): Personenkraftwagen je 1.000 Einwohner.

74 Umweltbundesamt (2019b).

75 Wobei das Thema „Flugverkehr“ in der kommunalen Betrachtung ausgeklammert bleibt.

einem für fünf Personen zugelassenen Fahrzeug noch drei oder vier Plätze frei.

Kommunale Verkehrsplanung kann nicht nur die Wahl der Verkehrsmittel beeinflussen, sondern Fahrzeugbesitz, Quell- und Zielwahl, Reisezeiten und die Qualität des Betriebs (z.B. Geschwindigkeit und Komfort), sowie die Vermeidung und Verringerung des Verkehrs. In der Bauleitplanung ist dies gesetzlich verankert: Nach § 1 Abs. 6 Satz 9 BauGB sind bei der Aufstellung der Bauleitpläne „die Belange des Personen- und Güterverkehrs und der Mobilität der Bevölkerung, einschließlich des öffentlichen Personennahverkehrs und des nicht motorisierten Verkehrs, unter besonderer Berücksichtigung einer auf Vermeidung und Verringerung von Verkehr ausgerichteten städtebaulichen Entwicklung“ zu berücksichtigen.

Der in einigen Stadtteilen relativ hohe Anteil autofreier Haushalte belegt, dass dies gelingen kann. Während die Mehrzahl der Haushalte in innerstädtischen Stadtteilen von Berlin, Köln oder Hamburg unabhängig von ihrem Einkommensniveau kein eigenes Auto besitzt, ist Autobesitz im Umland der Städte und vor allem im ländlichen Raum ein mehr oder weniger starker Garant für Mobilität und Lebensqualität. Für weitere Wege fehlen vielfach die Alternativen zum eigenen Auto völlig bzw. sind diese nur schlecht erreichbar. Die Marktanteile der öffentlichen Verkehrsmittel – und sogar bei Fahrten mit dem Fahrrad – sind außerhalb der großen Städte deutlich geringer als in Mittel- und Großstädten mit Bahnanschluss und Stadtverkehr im Takt.

Tab. 2:
Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personennahverkehr – Bezugsjahr 2017

		Pkw	Reisebus ¹	Eisenbahn, Fernverkehr	Flugzeug	Linienbus	Eisenbahn, Nahverkehr	Straßen-, Stadt- und U-Bahn
Treibhausgase ²	g/Pkm	139	32	36 ³	201 ⁴	75	60	64
Kohlenmonoxid	g/Pkm	0,60	0,04	0,02	0,13	0,05	0,04	0,04
Flüchtige Kohlenwasserstoffe ⁵	g/Pkm	0,14	0,01	0,00	0,04	0,03	0,01	0,00
Stickoxide	g/Pkm	0,34	0,17	0,04	0,51	0,28	0,18	0,06
Feinstaub	g/Pkm	0,004	0,003	0,000	0,004	0,002	0,002	0,000
Auslastung		1,5 Pers./Pkw	60 %	56 %	82 %	21 %	27 %	19 %

¹ Die Kategorie „Reisebus“ umfasst Busse im Gelegenheitsverkehr (z.B. für Klassen- oder Kaffeefahrten) und Fernlinienbusse. Differenzierte Daten für diese beiden Unterkategorien stehen für das Jahr 2017 nicht zur Verfügung.

² CO₂, CH₄ und N₂O angegeben in CO₂-Äquivalenten

³ Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogenen Strombezügen basieren (siehe z.B. den „Umweltmobilcheck“ der Deutschen Bahn AG), weichen daher von den in der Tabelle dargestellten Werten ab.

⁴ Unter Berücksichtigung aller klimawirksamen Effekte des Flugverkehrs (EWF = Emission Weighting Factor = 2)

⁵ Ohne Methan

Quelle: Umweltbundesamt (2019c).

Städtische Verkehrsplanung ist eine vergleichsweise komplexe Aufgabe, da die Verkehrsangebote auf dem Gebiet einer Gemeinde von unterschiedlichen Anbietern, Baulastträgern und Behörden erstellt und betrieben werden. Dazu gehören beispielsweise die Unternehmen der Deutschen Bahn und an Flüssen und Kanälen auch die Bundeswasserstraßenverwaltung. Kommunen werden an den Planungen dieser Einrichtungen – wenn überhaupt – nur auf freiwilliger Basis beteiligt.

Die Verkehrswege der Bundes-, Landes und Kommunalstraßen liegen jeweils in unterschiedlicher Baulastträgerschaft. Der öffentliche Verkehr (ÖPNV mit Bussen, Straßenbahnen und U-Bahnen sowie der Schienenpersonennahverkehr (SPNV) mit Zügen und Regionalbuslinien) werden von unterschiedlichen Stellen reguliert und „bestellt“ oder eigenwirtschaftlich angeboten (Eisenbahnfernverkehr, Fernbusse), und auch Taxiverkehr und Chauffeurdienste werden reguliert.

Die Infrastrukturprojekte des Bundes (Bestand, Aus- und Neubauprojekte der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße) werden in einem Rahmenprogramm auf Bundesebene, dem Bundesverkehrswegeplan festgelegt. Bau und Betrieb haben bislang die Bundesländer in Auftragsverwaltung übernommen; die 2018 gegründete „Infrastrukturgesellschaft für Autobahnen und andere Bundesfernstraßen“ (IGA) übernimmt ab dem 1. Januar 2021 Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung, Finanzierung und vermögensmäßige Verwaltung der Autobahnen.⁷⁶ Die Deutsche Bahn AG ist für das Streckennetz der Eisenbahnen inklusive aller betriebsnotwendigen Anlagen

⁷⁶ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Dossier/IGA-GmbH/iga.html>, [Zugriff: 16.1.2019].

verantwortlich. Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) ist für die Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt zuständig.

In seinem Beitrag „Verkehr schafft Verkehr“⁷⁷ hat G.W. Heinze vor einem halben Jahrhundert belegt, dass der Ausbau von Verkehrsangeboten Verkehrswachstum bewirkt. Der Ausbau der Bundesfernstraßen und das Wachstum im Pendlerverkehr, den die Kommunen bewältigen müssen, stehen daher in unmittelbarem Zusammenhang. Um zu einer Reduktion der Verkehrsbelastung in den Städten führen zu können, sind auch Anstrengungen in Umlandkommunen notwendig.

Die Rechtsgrundlagen der Straßen und ihres Betriebs sind in den Straßengesetzen der Länder und im Bundesfernstraßengesetz sowie im Straßenverkehrsrecht verankert.

Das Straßenverkehrsrecht (Bundesebene) zielt als Gefahrenabwehrrecht auf „Sicherheit und Ordnung von Verkehr“, aber eigentlich nicht auf eine nachhaltige Stadt- und Verkehrsentwicklung bzw. auf Umwelt- und Gesundheitsschutz. § 45 StVO („verkehrsbeschränkende Maßnahmen“) und insbesondere die Rechtsprechung verankern die Privilegierung des Autoverkehrs. Nach § 45 Abs. 9 StVO und durch die Rechtsprechung sind Verkehrsbeschränkungen des Kfz-Verkehrs nur ausnahmsweise zulässig. Außerdem fehlt den Straßenverkehrsbehörden die Qualifikation für städtebauliche Belange, Umwelt- und Klimaschutz.

Auch die Straßengesetze der Länder und des Bundes sind in dem vorgenannten Sinn nicht mehr zeitgemäß. Auch sie schützen die Leichtigkeit des Verkehrs und sind im Geiste der autogerechten Stadt und des Infrastrukturaufbaus zur Ermöglichung von Verkehr entstanden, ohne den Verkehr im Sinne einer menschen- und umweltschonenden Weise zu steuern. Da Straßen dem Verkehr gewidmet sind, dienen sie zu diesem Zweck der Benutzung durch die Öffentlichkeit (Gemeingebrauch): Jedes Fahrzeug darf überall fahren und parken, wo es nicht verboten ist. Andere Nutzungen der öffentlichen Straßen – „Sondernutzungen“ – können durch die Straßenverkehrsbehörden erlaubt werden, wenn die Sicherheit und Ordnung des Verkehrs gewährleistet bleibt.

Auch die aus Immissionsschutzgründen aufzustellenden Luftreinhaltepläne sind vom Straßenverkehrsrecht abhängig, da erforderliche Maßnahmen nach § 47 Abs. 4 BImSchG im Bereich des Straßenverkehrs nur im Einvernehmen mit der zuständigen Straßenbau- bzw. Straßenverkehrsbehörde festgesetzt werden können. Die in den Luftreinhalteplänen festgesetzten Maßnahmen und Pläne sind dann aber verbindlich:

„Die Maßnahmen, die Pläne (...) festlegen, sind durch Anordnungen oder sonstige Entscheidungen der zuständigen Träger öffentlicher Verwaltung nach diesem Gesetz oder nach anderen Rechtsvorschriften durchzusetzen. Sind in den Plänen planungsrechtliche Festlegungen vorgesehen, haben die zuständigen Planungsträger dies bei ihren Planungen zu berücksichtigen.“ (§ 47 d Abs. 6 i.V.m. § 47 Abs. 6 BImSchG)

Viele Kommunen erstellen Verkehrs- und Verkehrsentwicklungspläne auf freiwilliger Basis. Stand der Technik sind die Empfehlungen der FSGV zur Verkehrsentwicklungsplanung (VEP)⁷⁸ und die Empfehlungen der Europäischen Kommission für eine integrierte, sektorübergreifende Verkehrspla-

77 Heinze (1979), S. 9-32.

78 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (2013).

nung (Sustainable Urban Mobility Plans - SUMP)⁷⁹. Beide Konzepte verfolgen einen integrierten Ansatz. Das SUMP-Konzept sieht vor, dass die Pläne für ein Stadtgebiet in verschiedenen Politikbereichen und Sektoren, auf verschiedenen Regierungsebenen und Verwaltungsebenen sowie in Zusammenarbeit mit Bürgerinnen und Bürgern und anderen Interessengruppen entwickelt werden. VEP/SUMP bieten einen Rahmen, um Luftreinhaltepläne (LRP), Lärminderungspläne (LMP) und ggf. weitere Fachpläne wie Klimaschutzkonzepte zu koordinieren. Verkehrsmaßnahmen können auf diesem Weg an Emissionsschutzziele ausgerichtet werden. Damit werden Gesundheitsgefährdungen der Menschen an der Quelle abgewendet. Sektorübergreifende, integrierte Konzepte sind in der Erstellung komplex und aufwendig. Insbesondere mittlere und kleinere Kommunen sind damit ressourcenseitig überlastet. Während das Planungsinstrument für den öffentlichen Personennahverkehr, der Nahverkehrsplan, im PBefG gesetzlich verankert ist, sind alle sonstigen Teilpläne für den Verkehr mit bestimmten Verkehrsmitteln (z.B. Radverkehrsplan) oder für bestimmte Zwecke (z.B. Stellplatzkonzept, Wirtschaftsverkehrskonzept, Innenstadtkonzept) freiwillig. In den Kommunen fehlt somit die für eine zeitgemäße Verkehrspolitik der Verkehrsverlagerung ausreichende Rechtsgrundlage, um Fuß- und/oder Radverkehr oder ÖPNV zu priorisieren, Kfz-Verkehr zu beschränken, Gebietslizenzen für den Wirtschaftsverkehr oder Sharing-Anbieter auszugeben oder Parkplätze auch dort zu bewirtschaften, wo kein großer Parkdruck herrscht.

In Deutschland hat etwa die Hälfte der Städte bis 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern sowie drei Viertel der Städte mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern einen VEP oder vergleichbaren Plan erstellt.⁸⁰ Modellhafte Beispiele im Sinne der EU-Empfehlungen sind Bremen,⁸¹ Kassel und Dresden. Bremen hat für seinen vorbildlichen SUMP 2015 einen europäischen Preis erhalten.

79 Eltis (2013).

80 Arndt/Drews (2019).

81 Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr: „EU-Kommission zeichnet Verkehrsentwicklungsplan Bremen 2025“ aus. Nachricht vom 24.3.2015. Die Europäische Kommission verlieh am 23. März 2015 den SUMP-Award für den Verkehrsentwicklungsplan. Bremens Verkehrssenator Joachim Lohse nahm den Preis von der EU-Verkehrskommissarin Violeta Bulc in Empfang. Die EU zeichnet im Rahmen der europäischen Woche der Mobilität jedes Jahr den europaweit besten Plan für nachhaltige städtische Mobilität aus. Dieser Preis soll zum einen die lokalen Behörden in Europa ermutigen, sich mit dem Thema der strategischen Verkehrsplanung zu beschäftigen. Zum anderen sollen damit herausragende planerische Leistungen und Verfahren anerkannt werden.

Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr. Pressemitteilung vom 24.3.2015

EU-Kommission zeichnet Verkehrsentwicklungsplan Bremen 2025 aus

Die EU zeichnet im Rahmen der europäischen Woche der Mobilität jedes Jahr den europaweit besten Plan für nachhaltige städtische Mobilität aus. Dieser Preis soll zum einen die lokalen Behörden in Europa ermutigen, sich mit dem Thema der strategischen Verkehrsplanung zu beschäftigen. Zum anderen sollen damit herausragende planerische Leistungen und Verfahren anerkannt werden.

In diesem Jahr konzentriert sich der Preis auf Städte, die exzellentes Monitoring und eine sorgfältige Evaluation bei der Planung und Umsetzung ihrer Verkehrsentwicklungspläne gezeigt haben. Ein gutes Monitoring ist ein entscheidender Faktor für den langfristigen Erfolg der Planungsprozesse. Die EU lobt am Bremer Verkehrsentwicklungsplan besonders das mehrstufige Analyseverfahren, die starke Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern, Beiräten und Interessensvertreterinnen und -vertretern in den Planungsprozess sowie den regelmäßigen Austausch mit anderen Städten und Gemeinden.

Um die von zu hohen Stickoxidbelastungen akut betroffenen Kommunen bei der Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität zu unterstützen, wurden im Jahr 2018 sogenannte kommunale „Masterpläne“ bzw. „Green-City-Pläne“ im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“⁸² ohne die formalen Vorgaben der VEP/SUMP gefördert (Fördermittel für Planerstellung). Im Ergebnis entstanden 64 Green-City-Pläne mit teilweise umfassenden strategischen Inhalten zur urbanen Mobilität der Zukunft in den betroffenen Kommunen.⁸³ Aus dem „Fonds nachhaltige Mobilität des Bundes für das Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020“ stehen mit der Förderrichtlinie des BMVI zur „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ zweckgebundene Fördermittel zur Verfügung. Digitalisierung kann eine bessere Verkehrssteuerung, schnelle und vernetzte Informationen für Kunden, z.B. beim Routing im ÖPNV, beim Car- und Bikesharing, und bei umweltabhängiger Verkehrssteuerung ermöglichen. Digitale Technologie kann Teleconferencing, Homeoffice und Onlineshopping erleichtern, und ggf. dazu beitragen, dass seltener zur Arbeit oder zum Einkaufen gefahren wird. Wo digitale Instrumente aber primär genutzt werden, um den Verkehrsfluss der Autos zu beschleunigen, und zu Lasten von Fußgängern, Radfahrern und ÖV-Kunden gehen, werden Fehlansätze gesetzt.

Einen breiteren Ansatz verfolgt das Förderprogramm „Modellstädte zur Luftreinhaltung“ in Bonn, Essen, Herrenberg (Baden-Württemberg), Reutlingen und Mannheim. Dort fördert der Bund zusätzlich zum „Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020“ bis 2020 weitergehende Maßnahmenpakete zur Luftreinhaltung. Dazu gehören unter anderem Radverkehrsmaßnahmen, Tarifsenkungen und Angebotserweiterungen im ÖPNV sowie Konzepte für die letzte Meile im Güterverkehr.

So umfasst Mannheims integrierte „Konzept und Maßnahmenliste“ 23 Projekte, davon acht Positionen zur „Attraktivierung des Öffentlichen Personennahverkehrs“. Weitere Maßnahmen sind der Aufbau eines Micro-Hubs

82 Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017a): Förderrichtlinie „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“.

83 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (o.J.): Masterpläne „Green City“.

für Last-Mile-Konzepte im Lieferverkehr, fünf Maßnahmen betreffen den Radverkehr, und unter den multimodalen und weiterführenden Maßnahmen gibt es eine Güterseilbahn zwischen Mannheim und Ludwigshafen über den Rhein, Ladeinfrastruktur für Fernbusse am Zentralen Omnibusbahnhof und vertikale Testgärten an Hochstraßen zur Minderung von Schadstoffen in der Luft.⁸⁴

⁸⁴ Stadt Mannheim (2018): Konzept und Maßnahmenliste der Modellstadt Mannheim, 15. März 2018, unveröffentlicht.

5. Handlungsfelder

Die vorhandenen, fortgeschriebenen und derzeit in Aktualisierung befindlichen Luftreinhaltepläne zeigen, dass die von Grenzwertüberschreitung betroffenen Kommunen unterschiedliche Maßnahmen kombinieren, um Emissionen und insbesondere die Konzentration von NO₂ zu reduzieren. Ein besonderer Handlungsdruck besteht für die Städte, deren Luftreinhalteplan, zumindest vorläufig, erfolgreich durch die Deutsche Umwelthilfe beklagt worden ist. Sie suchen aktuell nach kurzfristig wirksamen Maßnahmen, um die Schadstoffbelastung zu senken und Verkehrsbeschränkungen zu verhindern. Die Stadt Mainz etwa wurde Ende Oktober 2018 durch das Landesverwaltungsgericht aufgefordert, ein Konzept für Verkehrsverbote für Dieselfahrzeuge in den neuen Luftreinhalteplan aufzunehmen.⁸⁵

5.1 Siedlungsstrukturen und Nutzungsmischung

Einen wichtigen Ansatzpunkt für die Reduzierung des Verkehrsaufkommens und der damit verbundenen Emissionen bieten die Siedlungs- und Nutzungsstrukturen in den Städten. Nutzungsmischung und bauliche Dichte sind die wesentlichen Voraussetzungen für eine Stadt der kurzen Wege, die den Fuß- und Radverkehr fördert und das Auto entbehrlich macht. Zu den planerischen Bausteinen einer entsprechenden Quartiersentwicklung zählen Baugebietsausweisungen, die die Mischung verschiedener baulicher Nutzungen ermöglichen, sowie Festsetzungen zur baulichen Dichte treffen. Darüber hinaus können Festsetzungen zur vertikalen Gliederung von Gebäuden einen Beitrag dazu zu leisten, dass in den Erdgeschossen von Gebäuden Ladenlokale und Gewerbeeinheiten vorgesehen werden oder Dienstleistungsnutzungen auch in bestimmten Obergeschossen angesiedelt werden können. (Ob sich bei der Realisierung der Planung tatsächlich Einzelhandels-, Gewerbe-, Gastronomie- oder Dienstleistungsbetriebe ansiedeln, lässt sich hingegen durch die Planung nicht beeinflussen – dafür sind Faktoren wie die Lage und das Nachfragepotenzial der möglichen Kundschaft ausschlaggebend.)

Eine hohe bauliche Dichte erzeugt in Verbindung mit gestalterischer Vielfalt Aufenthaltsqualität und soziale Interaktion – oder anders formuliert: ein lebendiges Quartier. Darüber hinaus werden durch die damit einhergehende Einwohnerzahl die Voraussetzungen für die Umsetzung einer vielfältigen Nutzungsmischung und ein attraktives ÖPNV-Angebot geschaffen. Gleichzeitig sind bei Neuplanungen in kompakter Bauweise sowie bei Nachverdichtungsprojekten im Bestand Umweltaspekte wie die Luftzirkulation zu berücksichtigen, um den Luftaustausch und den Abtransport von schadstoffbelasteter Luft nicht zu behindern und Überhitzungseffekte zu vermeiden. Die Umwelt- und Aufenthaltsqualität wird in verdichteten Quartieren stark vom Verhältnis zwischen bebauten und unbebauten Flächen sowie der Anordnung von Gebäuden und Freiflächen beeinflusst. Neben der Sicherung einer ausreichenden Anzahl von Grün- und Freiräumen kommt der qualitätsvollen Gestaltung dieser Räume entscheidende Bedeutung für die Aufenthaltsqualität zu. Die planerische Herausforderung in kompakten und nutzungsgemischten Quartieren lautet daher, ein hohes Maß an baulicher Dichte und eine möglichst große Vielfalt unterschiedlicher Nutzungen mit einer hohen Umwelt- und Aufenthaltsqualität in Einklang zu bringen.⁸⁶

⁸⁵ Verwaltungsgericht Mainz (2018).

⁸⁶ Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017a).

Kompakte und nutzungsgemischte Stadtquartiere, die in den zurückliegenden Jahren entwickelt wurden, zeichnen sich häufig durch ein differenziertes Wegenetz für den Fuß- und Radverkehr aus. Neben den straßenbegleitenden Wegen wurden häufig eigene, autofreie Wegenetze für den Fuß- und Radverkehr durch das Quartier geplant, die sowohl der Verbindung verschiedener Orte im Quartier (Wohnen, Versorgung, Dienstleistungen, Bildung etc.) dienen als auch Aufenthalts- und Erholungszwecke erfüllen, da sie durch abwechslungsreich gestaltete Grün- und Freiräume führen. Entsprechend attraktive Wege legen die Erledigung der täglichen Wege zu Fuß oder per Fahrrad nahe und machen einen Verzicht auf das Auto leichter.⁸⁷

Praxisbeispiel München Stadtteil Nordhaide

Ein Beispiel für eine entsprechende Planung ist der Stadtteil Nordhaide in München, der auf einer etwa 30 ha großen Konversionsfläche zu einem Quartier für rund 6.500 Einwohner entwickelt und 2011 fertiggestellt wurde. Neben ca. 2.500 Wohnungen sind Gewerbeflächen im Umfang von etwa 28.000 m² Geschossfläche entstanden, die einem Einkaufszentrum, weiterem Einzelhandel und Dienstleistungen, Nahversorgung, Arztpraxen und Apotheke sowie gastronomischen Einrichtungen Raum bieten. Darüber hinaus ist im Stadtteil Nordhaide eine Vielzahl sozialer Infrastruktureinrichtungen entstanden, darunter eine Grundschule mit Hort, sechs Kindertagesstätten, Kinder- und Jugendfreizeiteinrichtungen, ein Bewohnertreff, ein kirchliches Gemeindezentrum sowie das Schulzentrum Nordhaide, das eine Berufsoberschule, eine Fachoberschule und eine Fachakademie für Heilpädagogik beherbergt. Charakteristisches Kennzeichen der Nordhaide ist eine in leichtem Schwung diagonal durch den Stadtteil geführte öffentliche Grünanlage, die oberhalb der unterirdisch verlaufenden U-Bahnlinie angelegt wurde. Die beiden Endpunkte dieser „Diagonalen“ werden durch das Einkaufszentrum und das kirchliche Gemeindezentrum markiert. Zwischen diesen Ankerpunkten findet das öffentliche Leben im Quartier statt: Kindertagesstätten, Grundschule, Kinder- und Jugendfreizeitstätte sowie Dienstleistungsangebote finden sich entlang der autofreien „Diagonalen“, die als eine Abfolge von kleinen Parks und Spielplätzen gestaltet ist. Mit dem Stadtteil Nordhaide wurde somit ein nutzungsgemischtes, belebtes Quartier gestaltet, das sich durch kurze Wege zu vielfältigen Nahversorgungs-, Dienstleistungs- und Infrastruktureinrichtungen auszeichnet und unterschiedliche, vielfältig nutzbare öffentliche Freiräume umfasst, die Spiel-, Begegnungs- und Aufenthaltsmöglichkeiten bieten. Darüber hinaus ermöglichen autofreie oder verkehrsberuhigte Wegeverbindungen im Quartier die gefahrlose Erreichbarkeit von öffentlichen und anderen Einrichtungen.⁸⁸



⁸⁷ So die Ergebnisse einer Recherche des BMBF-Förderprojekts „TRASIQ Transformative Strategien einer integrierten Quartiersentwicklung“, bislang unveröffentlichte Projektergebnisse.

⁸⁸ Deutsches Institut für Urbanistik (2017).

Praxisbeispiel Wien Seestadt Aspern



Auch bei der Entwicklung der Seestadt Aspern in Wien wird das Ziel verfolgt, einen Stadtteil der kurzen Wege mit Nutzungsgemischten Strukturen und guter Nahversorgung zu schaffen. Auf einem ehemaligen Flugfeld mit einer Größe von 240 ha sind Wohnungen, Büro- und Gewerbeflächen sowie Wissenschafts-, Forschungs- und Bildungseinrichtungen geplant. In definierten Erdgeschossbereichen der Wohnblöcke sollen Versorgungseinrichtungen für den täglichen Bedarf und für persönliche Dienstleistungen sowie soziale Einrichtungen entstehen, die gleichzeitig zur Belebung der Straßen und Plätze beitragen. Die dafür vorgesehenen, sogenannten aktivierten Erdgeschosszonen sollen durch größere Raumhöhen und Gebäudetiefen eine große Nutzungsvielfalt ermöglichen. Bei der Gestaltung der öffentlichen Räume wird Wert darauf gelegt, dass das Stadtgebiet in Teile gegliedert wird, die auch für zu Fuß gehende Menschen überschaubar und erreichbar sind, und dass diese als sicher und angenehm empfunden werden. Im Zentrum des Gebiets liegt ein 5 ha großer See in einem Park, der sich als Grünzug sowie in Form von grünen Fußwegverbindungen durch den Stadtteil fortsetzt. In der Seestadt Aspern sind mehrere Kindertageseinrichtungen, zwei Volks- und zwei Mittelschulen sowie eine allgemeinbildende höhere Schule geplant. Die dafür vorgesehenen Standorte sind attraktiven öffentlichen Grünflächen zugeordnet und liegen unmittelbar an Stationen öffentlicher Verkehrsmittel. Mit dem Mobilitätskonzept für die Seestadt Aspern wird eine Förderung des Umweltverbundes angestrebt und das Ziel verfolgt, 40 % Fuß- und Radverkehr, 40 % öffentlichen Personennahverkehr und 20 % motorisierten Individualverkehr zu erreichen. Innerhalb des Gebiets erfolgt derzeit eine Erschließung durch Busse, mittelfristig ist eine Erschließung durch Straßenbahnen vorgesehen. Der ruhende Verkehr ist im Stadtteil vorrangig in Sammelgaragen untergebracht.⁸⁹

Neben der quartiersinternen Erschließung kommt – im Interesse der Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr – auch der Anbindung an die Gesamtstadt entscheidende Bedeutung zu. Gelungene Planungsbeispiele zeichnen sich u.a. dadurch aus, dass eine (vorzugsweise) schienengebundene ÖPNV-Erschließung durch das Gebiet geführt wird, anstelle das Quartier nur am Rand zu „touchieren“. Bei der Verlängerung bestehender Linien ergibt sich damit gleichzeitig die Chance, dass der Betrieb der Strecke bereits während der Bauphase des Quartiers aufgenommen werden kann, so dass die auf den Baustellen Beschäftigten den ÖPNV für ihren Arbeitsweg nutzen können.

Sowohl bei der Erschließung des Stadtteils Nordhaide als auch bei der Seestadt Aspern konnte dieser Ansatz umgesetzt werden. Der U-Bahn-Anschluss des Planungsgebiets Nordhaide war bereits zu Beginn der Baumaßnahmen gegeben und die Strecke wurde zeitnah um zwei Stationen erweitert, um den Anschluss an eine S-Bahn-Linie herzustellen. Zur Erschließung der Seestadt Aspern wurde eine bestehende U-Bahnlinie in den neuen Stadtteil verlängert und bereits in der Bauphase der ersten Wohngebäude eröffneten zwei U-Bahn-Stationen. Mittlerweile hat Aspern auch eine Bahnstation an der Linie Wien – Bratislava.

Über die Einbindung in ein tragfähiges, gesamtstädtisches ÖPNV-Netz hinaus gilt es, die städtischen Teilbereiche auch durch ein gut ausgebautes

89 Ebd.

Netz von Fahrradwegen attraktiv zu verbinden. Unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Distanzen sollte dabei durch ein differenziertes Wegeangebot Rechnung getragen werden, das auch Radschnellwege mit einschließt. Wenn die Kommune den Ausbau des ÖPNV-Angebots sowie der Radverkehrswege und -infrastrukturen aktiv unterstützt, können sich diese Mobilitätsträger in der Konkurrenz zum motorisierten Individualverkehr besser durchsetzen und damit zur Minderung der gesamtstädtischen Verkehrsströme beitragen.

Neben der quartiersinternen Fokussierung auf die Stadt der kurzen Wege mit gemischten und kompakten Bebauungsstrukturen als Potenzial für die Realisierung verkehrsreduzierter Stadtstrukturen sind also unbedingt auch Aspekte der gesamtstädtischen Einbindung des Quartiers zu berücksichtigen. Diese beginnen bei der Entwicklung von neuen Stadtquartieren bereits mit der Wahl des Standorts, der zentrumsnah oder peripher gelegen sein kann und im Hinblick auf ÖPNV- und Radverkehrsanbindung besser oder schlechter zu erschließen sein kann.

In innerstädtischen Bestandsquartieren stellt der ruhende und fließende Verkehr im Hinblick auf seine Flächenansprüche und Emissionen ein großes Problem dar. Das hohe Verkehrsaufkommen ist jedoch nur zu einem Teil quartiersinduziert – die Pkw-Besitzquote und der Anteil der Wege, die mit dem Auto zurückgelegt werden, liegen bei den Innenstadtbewohnern meist deutlich unter dem gesamtstädtischen Durchschnitt.⁹⁰ Der größere Teil des innerstädtischen Verkehrsaufkommens ist somit anderen Stadtteilen als Quelle und/oder Ziel der Verkehrsströme zuzuordnen sowie Orten im Umland der Städte und überörtlichen Verkehrsströmen. Einen wichtigen siedlungsstrukturellen Aspekt stellt daher die Ausweisung von Wohnbauflächen im Einzugsbereich der Städte dar, die bevorzugt entlang der Trassen des schienengebundenen Nahverkehrs (Regionalbahn) erfolgen sollte, um ein zusätzliches Verkehrsaufkommen in der Stadt durch überörtliche Pendlerströme zu vermeiden. In dieser Hinsicht ist die Regionalplanung gefordert, entsprechende Vorgaben zur Entwicklung von Siedlungsflächen entlang der Regionalbahntrassen bzw. im Umfeld von Haltepunkten des Regionalverkehrs zu machen und durchzusetzen.

5.2 Stadttechnische und grüne Infrastrukturen

(Stadttechnische) Infrastrukturen spielen für die Luftqualität in Städten eine wichtige Rolle, auch wenn ihre Emissionen mit Blick auf die Grenzwerte von z.B. NO_x weit hinter denen des motorisierten Individualverkehrs zurückstehen.⁹¹ Mit Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen werden die Austauschbeziehungen von Mensch und Natur wesentlich gestaltet und damit Ressourcen-, Material- und Energieströme sowie Flächeninanspruchnahmen grundlegend strukturiert. Technische Infrastruktursysteme erschließen Räume, erfassen Umweltressourcen (z.B. Wasser, Gas), wandeln diese um und transportieren sie zum Ort des gesellschaftlichen Bedarfs.

Infrastruktursysteme sind nicht nur als Instrumente der Umwandlung und Nutzbarmachung natürlicher Ressourcen relevant. Sie selbst nehmen beim Bau und ihrem Betrieb vielfältige und enorme Mengen an Umweltressourcen in Anspruch. Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von technischen Infrastrukturen sind ressourcen- und energieintensiv.⁹² Neben den direkten

90 Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017a), S. 38.

91 European Environment Agency (2018), S. 20 f.

92 Trapp et al. (2017).

Emissionen von stadttechnischen Infrastrukturen (Geruch, Lärm) sind mit ihrem Bau und Betrieb enorme Energieaufwendungen verbunden, mit denen die Emission von Luftschadstoffen und Klimagasen einhergeht. Damit wird die Luftqualität sowohl im überregionalen als auch im lokalen Maßstab beeinflusst. Zwar tragen fossile Kraftwerke als technische Infrastruktur mit ihren Emissionen damit nicht unmittelbar zu den erhöhten Werten an den verkehrsnahen Messstationen bei, aber sie wirken sich auf die Hintergrundbelastung der Luft aus.

Für die Auseinandersetzung mit technischen Infrastrukturen und möglichen Handlungsfeldern zum Thema „Saubere Luft“ bietet die konzeptionelle Unterscheidung von Quellen und Senken eine grundlegende Strukturierungsmöglichkeit.

Mit Blick auf die stadttechnischen Infrastrukturen als **Quellen** von Luftschadstoffen gilt es, unmittelbar an den Emissionen bei ihrem Bau und Betrieb anzusetzen: umweltbelastenden Emissionen von Kraftwerken durch die Verbrennung fossiler Energieträger (u.a. Kohlendioxid (CO₂), Stickstoffoxide (NO_x) und Schwefeloxide (SO_x); Kläranlagen und Abfallinfrastrukturen (Müllverbrennungsanlagen) emittieren insbesondere Methan.⁹³

Es liegt eine Reihe technikbasierter Optionen zur Reduzierung der direkten Emissionen von Kraftwerken und Infrastrukturanlagen etwa durch Effizienzsteigerung und den Einbau von optimierten Filteranlagen vor. Ansatzpunkte (Maßnahmenbündel) liegen in der Umstellung auf erneuerbare Energien und die Suche nach erhöhter Energie- und Ressourceneffizienz im Infrastrukturbetrieb etwa im Rahmen digitalisierter Steuerung.

Infrastrukturen sind jedoch nicht allein eine technische Angelegenheit, sondern sie sind eng verwoben einerseits mit Entwicklungsleitbildern (Zukunftsvorstellungen) von Gesellschaften und andererseits mit den alltäglichen Handlungen der Individuen.⁹⁴ Neben den direkten Emissionen durch technische Infrastrukturen wirken diese auch indirekt auf die Luftqualität in Städten, indem Infrastrukturen, genauer deren Verfügbarkeit und Ausgestaltungen, das Verhalten beeinflussen. So hat etwa der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur das Mobilitätsverhalten der Menschen (insbesondere die Strecken) verändert. Infrastrukturen beeinflussen umweltrelevante Verhaltensweisen. Je nach Ausgestaltung und Art der Infrastruktur können umwelt- und luftqualitätsbelastende oder auch umweltfreundliche Nutzungen und Verhaltensweisen angeregt werden. Wenn z.B. der Umweltverbund im Verkehr gestärkt wird oder Infrastrukturen im Zuge einer konsequenten Auslegung auf Energie- und Ressourceneffizienz sparsames Verhalten ermöglichen.

Wenn man in einem weiteren Verständnis von Infrastrukturen in der Stadt auch „grüne“ Infrastrukturen mitdenkt, eröffnen sich weitere Optionen für den Beitrag von Infrastrukturen für saubere Luft in Städten. Interpretiert als „Grüne Infrastrukturen“ erfüllen Parkanlagen, Gründächer, Straßenbäume, Brachen, Grünflächen etc. wichtige Ökosystemleistungen.⁹⁵ Neben den Funktionen für Erholung sowie Erhaltung und Entwicklung von Biodiversität in den Städten sind im Kontext guter Umweltbedingungen für Stadtbewohnerinnen und -bewohner insbesondere die regulativen Ökosystemleistungen grüner Infrastrukturen von Interesse. Darunter fallen Luftqualitätsregulation, Lärmschutzwirkung und Klimaregulation.

93 European Environment Agency (2018), S. 21.

94 Flitner/Lossau/Müller (Hrsg.) (2017).

95 Winker et al. (im Erscheinen).

In diesem Verständnis können Infrastrukturen auch **Senken** für Luftschadstoffe und Kohlenstoffdioxid sein. So können grüne Infrastrukturen mit einem entsprechenden Grünvolumen dazu beitragen, die belastete Stadtluft zu filtern und die Luftqualität wesentlich zu verbessern. Ergänzend dazu wird mit technischen Lösungen experimentiert. In Stuttgart beispielsweise werden Straßen zur Feinstaubbekämpfung regelmäßig mit Wasser gereinigt und ein neu entwickelter Luftfilter eingesetzt, um gleichzeitig Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub an vielbefahrenen Straßen zu reduzieren.⁹⁶

Grüne Infrastrukturen bieten neben Effekten für saubere Luft weitere positive Effekte für die Steigerung der Lebensqualität in Städten: Sie sind ein Baustein in einer dem Klimawandel angepassten Regenwasserbewirtschaftung in Städten (Wasserrückhalt, Verdunstung und Versickerung), sie bieten Raum für Freizeit und Erholung und können die Umweltgerechtigkeit und Gesundheit der Menschen in Städten positiv beeinflussen.

Im Zuge des Klimawandels werden grüne Infrastrukturen in Städten künftig häufiger Wetterextremen wie Starkregen und längeren Trockenperioden ausgesetzt sein. Um ihre klimatischen und ökologischen Funktionen insbesondere auch in Phasen längerer Trockenheit zu erhalten, ist Bewässerung nötig. Dies wirft wiederum die Frage nach verfügbaren Wasserquellen und damit nach Rückkopplungen zu den „grauen“ technischen Infrastrukturen der Siedlungswasserwirtschaft auf. Mit der Ausweisung und Anlage von notwendigen grünen Infrastrukturen sind regelmäßig erhebliche Flächenbedarfe verbunden. Diese konkurrieren mit Flächenbedarfen für Mobilität, Wohnen, Arbeiten, Erholung und Ökosystemleistungen, die im begrenzten städtischen Raum erfüllt werden müssen. Soweit die Straßen, Wege und Plätze als öffentliche Straße gewidmet⁹⁷ sind, stehen sie dem Kfz-Verkehr zur Verfügung – „Sondernutzungen“ bedürfen der Erlaubnis der Straßenverkehrsbehörden. Die Diskussion um resiliente Stadtentwicklung und die notwendige Klimaanpassung wird perspektivisch dazu führen, dass die bestehenden Flächennutzungen und deren Verteilung in den Städten grundlegend in Frage gestellt werden.

96 MANN+HUMMEL International GmbH & Co. KG (o.J.): MANN+HUMMEL präsentieren Technologie zur Senkung der NO₂-Belastung an vielbefahrenen Straßen – Filter Cubes könnten Fahrverbote vermeiden.

97 Vgl. Straßengesetze der Länder, z.B. Straßengesetz Baden-Württemberg in der Fassung vom 11.5.1992.

5.3 Neue Mobilitätsangebote, aktive Mobilität

Da Zufußgehen, Radfahren und der Verkehr mit anderen aktiv, d.h. von Menschen angetriebenen Kleinfahrzeugen praktisch keinerlei direkte schädliche Emissionen verursacht, gilt es, die Potenziale dieser Verkehrsträger der aktiven Mobilität – ohne unzumutbare Reboundeffekte bei anderen Verkehrsträgern – optimal auszuschöpfen. Insbesondere kürzere Strecken eignen sich für Verlagerungen auf den nicht motorisierten Verkehr. Der Radverkehr kann in den meisten Städten – bei vergleichbarer Ausgangslage an Personenkilometern wie der Fußverkehr – aufgrund seiner höheren Reichweiten zu größeren Emissionsminderungen beitragen als der Fußverkehr.

Eine Potenzialabschätzung im Rahmen des Berliner Luftreinhalteplans kommt zu dem Ergebnis, dass bei Verlagerungen auf den Fuß- und Radverkehr von 50 % der kurzen Wege unter 3 km Länge und weiteren Verlagerungen bei den längeren Wegstrecken bis zu 13 % der innerörtlichen Pkw-Emissionen vermieden werden können.⁹⁸ Maßnahmen im Bereich des Fuß- und Radverkehrs, wie z.B. Erhalt, Pflege und Ausbau der Radverkehrsanlagen und -abstellanlagen oder die Erarbeitung und Umsetzung von Fußverkehrsstrategien, sind in enger Verzahnung mit den Instrumenten der Stadtentwicklung und Bauleitplanung, der Verkehrsplanung und mit den Klimaschutzkonzepten aufzusetzen. In Berlin reguliert zusätzlich ein eigenes Mobilitätsgesetz die „Zielorientierte integrierte Mobilitätsgewährleistung für Berlin“⁹⁹. Auch der Fußverkehr erhält so einen deutlich größeren Stellenwert und soll sowohl durch verbindliche Planungsgrundlagen und klare Zuständigkeiten als auch durch finanzielle Unterstützung seitens des Bundes und der Länder gestärkt werden, so dass die Emissionsminderungspotenziale ausgeschöpft werden können.

Straßen und Wege lassen sich zu Fuß gut nutzen, wenn vom Fahrzeugverkehr keine hohen Belastungen ausgehen: in Bereichen mit reguliertem Fahrzeugverkehr (z.B. verkehrsberuhigte Tempo-30- bzw. Begegnungszonen), oder auf komfortabel breiten Flächen, die insbesondere von parkenden Pkw frei gehalten werden. Weitere Qualitätsmerkmale sind Wege mit ebenen Belägen, direkter Führung und barrierefreier Gestaltung für Sehbehinderte und Gehbehinderte, die Durchpflasterung von Gehwegen an Einmündungen, „besser“ abgestimmte Ampeln (mehr Räumzeit, weniger Wartezeit, Queren in einem Zug, automatische Freigabe statt Anforderung mit Drucktaster, „Bettelampeln“). Am Beispiel der Lichtsignalanlagen treten die Abwägungsprobleme der Verkehrsplanung besonders deutlich hervor: Zielkonflikte bestehen sowohl innerhalb des Umweltverbundes – die Bevorrechtigung des Umweltverbundes wäre nicht für alle Verkehrsträger gleichzeitig möglich – als auch zwischen Umweltverbund und dem allgemeinen Straßenverkehr, da die Vermeidung von Anfahr- und Bremsvorgängen der Autos und die Verkehrsverflüssigung insgesamt ebenfalls Emissionen mindern kann.

Auch die Instrumente der Radverkehrsförderung in den Kommunen sind eigentlich bekannt: Der Radverkehr braucht ein dichtes Netz an Straßen, Radwegen und Verbindungen, steigungsarme und kurze Wege zwischen Start- und Zielort, sichere und passende Abstellanlagen für Kurz- und Dauerparker am jeweils richtigen Ort, und ggf. Serviceangebote. Das technische Regelwerk¹⁰⁰ sieht für sichere und komfortable Straßen angemessene Ge-

98 Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2013), S. 172 f.

99 Berliner Mobilitätsgesetz vom 5. Juli 2018.

100 Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2010).

schwindigkeiten (z.B. Tempo 30), Markierungen für Radfahrstreifen und Schutzstreifen in ausreichender Breite und die Freihaltung von Sichtbeziehungen vor. Gerade hier liegt das Kernproblem der Radverkehrsförderung: Angesichts der flächenintensiven Nutzung des öffentlichen Straßenraums zum Parken fehlt vielerorts der Platz für gute Radwege, und in der Praxis werden Straßen, Radwege und Sichtflächen an Kreuzungen und Einmündungen unzumutbar zugeparkt oder nur kurz zum Ein- und Aussteigen oder Liefern blockiert. Ohne ein funktionierendes Parkraummanagement funktioniert Radverkehrsförderung nicht. Durch einen Städtebau der kurzen Wege, ein gutes Image des Radverkehrs, die Zurückdrängung des Autoverkehrs und den Abbau der vorhandenen, z.B. steuerlichen Anreize zur Beschaffung oder Nutzung von Autos entstehen darüber hinaus gute Bedingungen, um die Potenziale des nicht motorisierten Verkehrs auszuschöpfen.

Mit den Handlungsfeldern Verbesserung der Antriebstechnik von Kraftfahrzeugen, Verkehrslenkung und -organisation sowie Verkehrsverlagerung und -vermeidung sind ein Großteil der Maßnahmen der Luftreinhaltepläne zur Verbesserung der Luftqualität überschrieben und zugleich zentrale Ziele dieser Maßnahmen angesprochen.

Verbesserung der Antriebstechnik von Kraftfahrzeugen

In den zurückliegenden Jahrzehnten ist in Deutschland nicht nur der Fahrzeugbestand in absoluten Zahlen, sondern die durchschnittliche PS-Zahl verkaufter Neuwagen kontinuierlich gestiegen.¹⁰¹ Mehr als ein Viertel aller Neufahrzeuge sind mittlerweile stark motorisierte und ressourcenzehrende Geländewagen (Special Utility Vehicle, SUV), die viel Fläche brauchen und – entgegen ihrer Ausstattung als Geländewagen – vordringlich für kurze innerstädtische Fahrten genutzt werden. Neben hohen Verbrauchswerten stehen SUVs für breitere Fahrspuren und größere Parkplätze. In Parkhäusern werden bereits XXL-Parkplätze ausgewiesen, das Regelwerk zur Breite von Parkplätzen wird überarbeitet und häufig sind auch Garagen für die Nutzung durch SUVs unterdimensioniert, was dann zum Anstieg des ruhenden Verkehrs im Straßenraum führt.

Vor dem Hintergrund der gerichtlich auferlegten Fahrverbote in stark stickoxidbelasteten Kommunen spielen die Nachrüstung von emissionskräftigen sowie die Beschaffung von emissionsarmen Fahrzeugen für den ÖPNV und die kommunalen Fahrzeugflotten eine wichtige Rolle, da sie relativ kurzfristig umsetzbar und wirksam sind. In ihren Ausschreibungen für ÖPNV-Verkehrsleistungen verlangen bereits zahlreiche Kommunen Anforderungen an umweltfreundliche Fahrzeuge.¹⁰²

Da sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt hat, Deutschland zum Leitmarkt der Elektromobilität zu entwickeln und diese umfassend zu fördern, steht die Entwicklung alternativer Fahrzeug- und Treibstoffkonzepte, z.B. Brennstoffzellen, synthetische Kraftstoffe im Hintergrund. Elektrofahrzeuge gelten als wichtiger Baustein der Energiewende. Der Betrieb von Elektrofahrzeugen erzeugt insbesondere in Verbindung mit regenerativ erzeugtem Strom deutlich weniger CO₂. Zusätzlich können Elektrofahrzeuge mit ihren Energiespeichern die Schwankungen von Wind- und Sonnenkraft ausgleichen und so den Ausbau und die Marktintegration dieser unsteten Energiequellen unterstützen. Die Hauptstrecken der Eisenbahn sind längst elektrifi-

¹⁰¹ BMVI (Hrsg.) (2017b).

¹⁰² Umweltbundesamt (UBA) (2017c).

ziert, die Finanzierung weiterer Strecken noch offen. Dagegen konnten die Nachrüstung von Diesel-Bussen mit Stickoxiddkatalysatoren und die Elektrifizierung der kommunalen Busflotten teilweise über das Ende 2017 gestartete Sofortprogramm „Saubere Luft“ der Bundesregierung finanziert werden.¹⁰³

Im Kfz-Verkehr werden vor allem Flotten elektrifiziert. Die verbesserte Lieferfähigkeit der Industrie, steigende Reichweite der Batterien, der Ausbau der Ladeinfrastruktur und die zunehmende Verfügbarkeit von Strom aus erneuerbaren Energieträgern dürfte zur zügigen Verbreitung von Elektrofahrzeuge führen. Dies dürfte Teile des mit Verbrennungsmotoren betriebenen Kfz-Verkehrs allmählich ersetzen und neben dem Klimaschutzeffekt auch Abgase und Motorlärm reduzieren. Zum Schutz von Fußgängern werden Elektrofahrzeuge mit künstlichen Motorgeräuschen nachgerüstet, damit insbesondere Sehbehinderte sie wahrnehmen können.

In den Kommunen stellt sich dabei auch die Frage der Finanzierung, da Nachrüstungen und Beschaffungen in diesem Bereich kostenintensiv sind. Die Nachrüstung von schweren kommunalen Nutzfahrzeugen und Maschinen, wie z.B. Müllsammelfahrzeuge, ist jedoch über das Sofortprogramm nicht abgedeckt. Aber auch hier verbergen sich hohe Nachrüstopotenziale, die es zu nutzen gilt und für die die Kommunen finanziell unterstützt werden müssen. Ebenso wäre die Förderung von erdgasbetriebenen Müllfahrzeugen und Sonderfahrzeugen über das Sofortprogramm aus Sicht der Kommunen im Sinne der Luftreinhaltung sinnvoll und wünschenswert.

Verkehrslenkung und -organisation

Zur Beeinflussung des Verkehrsablaufs sind durch Digitalisierung und Vernetzung neue technische Möglichkeiten entstanden. Dazu gehören die Nutzung von Daten, die aus einem Fahrzeug heraus generiert werden, welches aktuell am Verkehrsgeschehen teilnimmt (Floating Car Data), moderne Sensorik und exponentiell gestiegene Rechnerleistungen. Gerade neue Instrumente bieten Chancen und Risiken: Die verbesserten Möglichkeiten zur Steuerung des Verkehrs dürfen nicht dazu beitragen, dass sich der aktuelle Qualitätsvorsprung (die Qualitätsstufe¹⁰⁴) des Kfz-Verkehrs einseitig vergrößert, während gleichzeitig die Qualität der Verkehrsmittel des Umweltverbunds sinkt, weil Fußgänger und Radfahrer z.B. immer länger vor roten Ampeln warten müssen.

In der modernen Verkehrsplanung geht es dagegen um „Push + Pull“. Dabei steht der Faktor „PULL“ für Angebotsverbesserungen bei den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds, der Faktor „PUSH“ betrifft Restriktionen gegenüber dem Kfz. In der Regel sind Push-Maßnahmen wirksamer als Pull-Maßnahmen, da es bereits Alternativen zum Autofahren gibt.

Zu den Push-Maßnahmen der Verkehrslenkung- und -organisation gehören eine restriktive Parkraumpolitik, Umweltzonen, Fahrverbote, Umbau des Straßenquerschnitts, Ausweisung von Sonderfahrstreifen, Einfahrbeschränkungen, temporäre und dauerhafte Straßensperrungen, Pfortnerampeln und Bemaufung. Eine City-Maut zielt beispielsweise anders als ein Die-

103 Presse- und Informationsdienst der Bundesregierung (2019).

104 Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2015). Das HBS enthält standardisierte Verfahren, mit denen in Abhängigkeit von infrastrukturellen und verkehrlichen Randbedingungen für verschiedene Arten von Straßenverkehrsanlagen deren Kapazität ermittelt und darauf aufbauend die Qualität des Verkehrsablaufs in sechs Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) von A bis F bewertet werden kann.

selfahrverbot nicht nur auf die Autofahrer der betroffenen Schadstoffklassen (z.B. Euro-4 oder Euro-5), sondern gilt für alle Kfz gleichermaßen. Somit fokussiert eine City-Maut nicht ausschließlich auf die Reduzierung von NO_x, sondern auch von Feinstaub, CO₂ und Lärm. Bei der Umsetzung geht es auch um die genaue Ausgestaltung des Systems. So gilt in London die City-Maut nur montags bis freitags von 7 Uhr bis 18 Uhr, um Härten zu vermeiden und damit die Besucher abendlicher Theater- und Konzertveranstaltungen ausgenommen sind. Die Einnahmen werden dafür genutzt, Pendlern zusätzliche Buslinien anzubieten.

Im Rahmen der Parkraumpolitik dient Parkraummanagement der effizienten, wirtschaftlichen und verträglichen Steuerung von Parkraumangebot und -nachfrage, indem Parkdauer, Kosten für die Parkraumnutzung und Nutzungszuweisungen (Fahrzeuge und Halter) festgelegt werden. Parkgebühren können von den Kommunen in angemessener Höhe erhoben werden. Allerdings wird diese, wie auch die Möglichkeit Gebühren für Bewohnerparkausweise einzunehmen, in der Praxis wenig genutzt. Ähnlich sieht es beim Parkraummanagement insgesamt aus: Die Ausnutzung der kommunalen Handlungsspielräume unterbleibt oftmals insbesondere aufgrund der Widerstände von Bürgerschaft und Politik.¹⁰⁵ Die Einführung flächendeckender Parkraumbewirtschaftung wäre aber eine wirksame und vergleichsweise schnelle und kostensparende Maßnahme, Grenzwerte einzuhalten und Fahrverbote zu vermeiden, wie auch inzwischen Gerichte bestätigen. Angesichts der hohen Luftschadstoffbelastung in vielen Städten sollte die Luftreinhaltung zur Begründung flächenhafter Parkraumbewirtschaftungsgebiete offensiver genutzt werden. Rückendeckung gibt das Verwaltungsgericht Wiesbaden.¹⁰⁶ Es hat durch Urteil vom 6.9.2018 das Land Hessen aufgrund der Grenzwertüberschreitungen bei Stickoxid verpflichtet, den Luftreinhalteplan für die Stadt Frankfurt am Main unter Berücksichtigung der Rechtsauffassung des Gerichts fortzuschreiben¹⁰⁷ und mit der Parkraumbewirtschaftung zusätzliche Anreize für den Umstieg auf den öffentlichen Nahverkehr zu setzen. Dazu müsse das Land Hessen für eine deutlich intensivierte Parkraumbewirtschaftung die Parkplätze in der besonders belasteten Innenstadt verknappen und die Gebühren für Parkplätze erheblich erhöhen.

Die Erkenntnis, dass aktives Parkraummanagement enormes Gestaltungspotenzial besitzt, setzt sich erst langsam durch. Ordnungsamt, Bürgerämter, Klimaschutzmanager, ÖV-Betriebe, Fahrradbeauftragte, Wirtschaftsförderung müssen im Rahmen einer Stakeholder-Beteiligung beim Ausbau der Parkraumbewirtschaftung ins Boot geholt werden und verstehen, dass „ihre Stadt“ mehr Lebensqualität und Gerechtigkeit bekommt und saubere Luft und Sicherheit allen etwas bringt. Auch die Politik sollte frühzeitig in Planungen eingebunden werden. Hierzu können Hintergrundgespräche mit Fraktionen oder verkehrspolitischen Sprechern geführt werden, beispielsweise zum rechtlichen Rahmen, zu den verkehrlichen und umweltpolitischen Wirkungen. Dabei gilt: Je sachlicher Parkraummanagement auch durch die Politik diskutiert wird, umso leichter lassen sich strategische Ziele formulieren und Maßnahmen realisieren.¹⁰⁸

Die Verknappung öffentlicher und privater Parkplätze ist zudem ein zentrales Instrument im Sinne einer klimafreundlichen und allen Verkehrsteilneh-

105 Agora Verkehrswende (2018), S. 8 ff.

106 Leclerc (2018).

107 <https://verwaltungsgerichtsbarkeit.hessen.de/pressemitteilungen/fahrverbot-f%C3%BCr-frankfurt-am-main> (Aufruf am 10.9.2017)

108 Bauer et al. (2019).

menden dienlichen Mobilität. Zusammen mit einem effizienten Parkraummanagement können sogar geringere Stellplatzauslastungen und eine Reduzierung des Parksuchverkehrs erreicht werden.¹⁰⁹

Praxisbeispiel Darmstadt Lincoln-Siedlung

In der Lincoln-Siedlung in Darmstadt wurde das private Stellplatzangebot auf 0,65 Stellplätze pro Wohnung mithilfe einer Stellplatzeinschränkung begrenzt und mit einem konsequenten Parkraummanagement für den öffentlichen Straßenraum kombiniert. Regelmäßige Kontrollen sichern hier die Entrichtung der durchgängig fälligen Parkgebühren. Das Quartier am Rand der Innenstadt steht des Weiteren für ein aktives Mobilitätsmanagement, welches über den städtebaulichen Vertrag finanziell mitgetragen wird und die Auslastung der zahlreichen Mobilitätsangebote, wie Carsharing-Fahrzeuge oder Miet-Lastenräder, stärkt. Das Beispiel Darmstadt zeigt, dass Kommunen durchaus Steuerungsmöglichkeiten bei der Herstellung und Reduzierung von Stellplätzen haben und dass deren Ausschöpfung in Kombination mit alternativen Angeboten – intensiv genutzte Carsharing-Fahrzeuge ersetzen bspw. bis zu 20 private Pkw – nicht zu unterschätzende Wirkungen für saubere Luft, weniger Lärm, mehr Sicherheit sowie mehr Raum für Grün, Freiräume, Spiel- und Aufenthaltsflächen und den Umweltverbund haben.¹¹⁰

Im Handlungsfeld Verkehrslenkung und -organisation kommen vor allem Maßnahmen zur Verstetigung, Steuerung und Lenkung des Verkehrsflusses zum Tragen. Bei hohem Verkehrsaufkommen und gleichzeitig auftretenden ungünstigen meteorologischen Bedingungen (und dadurch induzierten hohen Luftschadstoffwerten) kann eine umweltsensitive Verkehrssteuerung dazu beitragen, Konzentrationsspitzen bei Umweltverschmutzung, Verkehrslärm und Stau in hoch belasteten Straßenabschnitten abzusenken. Über Verkehrsleitstellen lassen sich Lichtsignalanlagen und elektronische Anzeigetafeln nutzen, um den Verkehr zu steuern und über die aktuelle Schadstoffbelastung und Umfahrungsmöglichkeiten zu informieren.



¹⁰⁹ Ringwald (2018), S. 8.

¹¹⁰ Behr/Stete (2018).

Praxisbeispiel Potsdam: Umweltorientierte Verkehrssteuerung



Seit 2012 werden Daten zum aktuellen Verkehrsaufkommen und Informationen zum Wetter und zur Schadstoffbelastung in der Verkehrszentrale in Echtzeit verarbeitet und die Verkehrssteuerung entsprechend angepasst. Die Steuerung von 30 „mitfühlenden“ Ampeln wurde so ergänzt, dass sie auf angespannte Verkehrslagen und kritische Umweltsituationen reagieren. Wenn die Schadstoffbelastung steigt, werden die Verkehrsteilnehmer auf dynamischen Infotafeln darüber informiert, und an den Ampeln die Schaltungen entsprechend der Verkehrslage so optimiert, dass der Verkehr flüssiger wird. Das verringert Brems- und Haltevorgänge. Bei anhaltender Schadstoffbelastung wird der Zufluss des Verkehrs in die Stadt für begrenzte Zeiträume zusätzlich reguliert („Pfortnerung“), um eine signifikante Zuflussdosierung in Richtung der Umwelthotspots zu bewirken.

Zu den zentralen Handlungsmöglichkeiten gehört auch die Reduzierung der Geschwindigkeit auf Hauptverkehrsstraßen. Geschwindigkeitsreduzierungen auf Hauptverkehrsstraßen sind eine lokal sehr wirksame Maßnahme zur Minderung von Luftbelastung und Lärm. In Berlin zeigte die Untersuchung einer Tempo-30-Anordnung auf einer Hauptverkehrsstraße, dass unter den Voraussetzungen eines stetigen Verkehrsflusses mit geringem Stauanteil und einer ausreichenden Kontrolle Reduzierungen von bis zu 15 % beim NO₂ und von bis zu 30 % bei PM10 möglich sind.¹¹¹ Die Städte Berlin und Offenbach am Main setzen Tempo 30 an Hauptverkehrsachsen bereits sehr konsequent um, in Münster gilt Tempo 30 seit 1. Februar 2019 auf mehreren Hauptverkehrsachsen der Innenstadt (s.a. Kap. 3.2).

Verkehrsverlagerung und -vermeidung

Das Ziel von Verkehrsverlagerung und -vermeidung ist es, die Verkehrsleistungen zu verringern und den „Modal Split“ vom Auto auf den Umweltverbund zu verschieben. Die Förderung von ÖPNV, Fuß- und Radverkehr sowie von Carsharing verspricht vor dem Hintergrund steigender Pendlerzahlen und Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr mit dem Rückgang des Kfz-Verkehrs positive Wirkungen auf die Luftqualität.

Um den öffentlichen Verkehr weiter zu verbessern, kommen insbesondere Angebotsverdichtungen, -verbesserung, -ausbau und Tarifmaßnahmen infrage. Um den Rad- und Fußverkehr nicht zu kannibalisieren, sind Verbesserungen für Kunden, die längere Strecken zurücklegen, zu bevorzugen (z.B. Expressbuslinien mit großen Haltstellenabständen). Damit sich auch die Umweltbilanz des ÖPNV positiv entwickelt, ist gleichzeitig der Einsatz sauberer Fahrzeugtechniken erforderlich. Neben der Beschaffung sauberer Busse kann der ÖPNV auch durch die Einrichtung gesonderter Busspuren verbessert werden, wobei die Freihaltung überwacht werden muss und die Fläche dafür nicht zu Lasten des Stadtgrüns und des Fuß- und Radverkehrs gewonnen werden sollte, sondern zu Lasten von Spuren oder Parkstreifen für den Individualverkehr. Im Sinne einer nachhaltigen, klimavorsorgenden Mobilitäts- und Verkehrspolitik müssen hier noch deutlichere und schnellere Anstrengungen unternommen werden.¹¹²

¹¹¹ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2013), S. 165.

¹¹² Deutscher Städtetag (Hrsg.) (2018).

In den großen Städten boomen neue Car-, Bike- und Scootersharing-Angebote zahlreicher Wettbewerber. Während das stationäre Carsharing, z.B. verbunden mit der Mitgliedschaft in einem Verein und einem Standort für das geteilte Fahrzeug, insbesondere in großen Städten zu einer bewussteren Verkehrsmittelwahl und einem Verzicht auf ein eigenes Auto führen kann, bewirken die im flexiblen Carsharing zusätzlich auf der Straße angebotenen Fahrzeuge eher zusätzlichen Verkehr, und auch der Kfz-Bestand steigt. Carsharing setzt direkt an der Pkw-Nutzung an und kann den Besitz eines eigenen Fahrzeuges entbehrlich machen, ohne auf den Komfort einer gelegentlichen Kfz-Nutzung verzichten zu müssen. So kann zum einen der Flächenverbrauch für Parkraum reduziert werden – ein Carsharing-Fahrzeug lässt umgerechnet knapp 100 m Parkflächen am Straßenrand frei werden – und zum anderen werden neueste technische Standards begünstigt. Dazu muss Carsharing in ein gut abgestimmtes Angebot und Zusammenspiel im Umweltverbund eingebettet sein – nur so können umweltentlastende und damit auch positive lufthygienische Wirkungen erzielt werden.¹¹³ Ähnliches gilt für die in den größeren Städten aus dem Boden sprießenden Poolingangebote. Dazu gehören On-demand-Dienste mit Sechssitzern und Limousinen, die per App bedarfsorientiert als öffentliche Verkehrsmittel gerufen werden können, und – aufgrund des Rechtsrahmens zunächst noch im Ausland – taxiähnliche Angebote von UBER und LYFT. In Gebieten und zu Zeiten, die bereits vom öffentlichen Verkehr bedient werden, führen solche Dienste zu Verlagerungen vom ÖPNV zum Bedarfsverkehr. Wo es dagegen sonst keinen ÖPNV gibt, verbessern solche Angebote vor allem die Mobilität im ländlichen Raum. Während beim Carsharing auch nennenswerte Kilometerleistungen eine Rolle spielen und Verlagerungspotenziale messbar sind, sind Bikesharing und Rollersharing vielleicht bereits Zeichen einer veränderten Mobilitätskultur einer jungen städtischen Bevölkerung.

Maßnahmen im Bereich Wirtschaftsverkehr lassen sich durch ein integriertes Wirtschaftsverkehrskonzept auch auf der kommunalen Ebene strategisch planen. Im Bereich des Wirtschaftsverkehrs kann saubere Luft in Kommunen von neuen Ansätzen der City-Logistik profitieren. Zu nennen sind erfolgversprechende Ansätze für anbieterübergreifende Konzepte, z.B. beim Aufbau von Mobilitätshubs (Warenumschnälpunkten) und beim Einsatz nicht motorisierter Verteilfahrzeuge für den städtischen Lieferverkehr. Die Umsetzung von Lkw-Lenkungskonzepten durch entsprechende Beschilderung und Routing kann dazu beitragen, dass Lkws besonders sensible städtische Straßenräume meiden.

Mit der Einführung von Umweltzonen als definierte Gebiete (Gesamtstadt, Teile einer Stadt oder Straßenabschnitte) mit fahrzeugbezogenen Verkehrsbeschränkungen mit dem Ziel der Verkehrsverlagerung und ggf. -vermeidung und damit der Reduzierung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen der bereits etablierten Plakettenverordnung in der 35. BImSchV wurde 2007 eine Push-Maßnahme zur Einhaltung der geltenden Luftqualitätsgrenzwerte und dabei vor allem zur Reduzierung der Feinstaubbelastungen etabliert. Nachdem am 1. Januar 2008 in Berlin, Hannover und Köln die ersten Umweltzonen eingerichtet wurden, gab es im Frühjahr 2019 58 Umweltzonen in Deutschland. Die eigens dafür geschaffenen Plaketten, die am Kraftfahrzeug angebracht den jeweiligen Abgasstandard kennzeichnen, werden schrittweise eingeführt und so die Beschränkungen in den Umweltzonen stufenweise verschärft. In 57 der deutschen Umweltzonen sind nur noch Fahrzeuge mit der grünen Plakette (EURO-Schadstoffnorm 4 oder 3 mit nachgerüstetem Partikelfilter bei Dieselfahrzeugen und Benziner

113 Umweltbundesamt (UBA) (2017d).

mit geregelter Drei-Wege-Katalysator ab Euro 2) erlaubt. Für die Kennzeichnung der Fahrverbotsbereiche, die zur Luftreinhaltung der besonders durch Stickstoffoxide belasteten Kommunen eingeführt werden, wurde ebenfalls eine Plakettenlösung gefordert. Mit einer blauen Plakette könnten die Fahrzeuge mit einem geringen NO_x-Ausstoß im Realbetrieb gekennzeichnet werden. Eine solche, von vielen Seiten geforderte „blaue Plakette“ wurde seitens der Bundesregierung aufgrund ihrer Verbotswirkung abgelehnt.¹¹⁴ Die Wirksamkeit von Umweltzonen hinsichtlich der Schadstoffreduzierung in der Außenluft ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Sie weist zudem einen Zusammenhang mit dem Zeitpunkt ihrer Einführung auf: Nach ein paar Jahren lässt die Wirksamkeit aufgrund von technischen Verbesserungen der Fahrzeuge nach – inzwischen halten laut Umweltbundesamt mehr als 90 % der Fahrzeuge die Abgasstandards der grünen Plakette ein. Hinsichtlich der Feinstaubreduzierung werden die Umweltzonen vom Umweltbundesamt auf Basis mehrerer Auswertungen als positiv wirksam für die Gesundheit der Bevölkerung eingeschätzt, da der Grenzwert derzeit von sämtlichen Städten eingehalten werden kann. Eine Wirksamkeitsbewertung ist in Bezug auf diese Größe jedoch schwierig. Einen deutlich positiveren Effekt haben Umweltzonen aber auf die Reduzierung der in den Abgasemissionen enthaltenen Rußpartikel, die eine immense Gesundheitsrelevanz aufweisen, deren Konzentration in der Außenluft bis auf Berlin in Deutschland aber nicht regelmäßig gemessen wird. Daran ließe sich die Wirksamkeit von Umweltzonen deutlich besser festmachen.¹¹⁵

Insbesondere die Handlungsfelder Verkehrslenkung und -organisation und Verkehrsverlagerung und -vermeidung weisen zahlreiche Querbezüge zu Maßnahmen der Verkehrsplanung, der Infrastrukturplanung und des Klimaschutzes und ein im Vergleich zum Handlungsfeld der Fahrzeugtechnik wesentlich größeres Handlungs- und Umsetzungspotenzial für Kommunen auf. Der Maßnahmenbereich Verkehr, dem diese Handlungsfelder zuzuordnen sind, hat aufgrund der Orientierung am Verursacherprinzip insgesamt einen besonders hohen Stellenwert in den Maßnahmenkatalogen der Luftreinhaltepläne. Sowohl im Hinblick auf die Durchsetzbarkeit als auch wegen ihres Luftreinhaltepotenzials ist eine sinnvolle Verknüpfung von Maßnahmen zu empfehlen. So ist die Kombination von Push- und Pull-Maßnahmen, wie z.B. die Bewirtschaftung und Reduzierung von Parkraum bei gleichzeitiger Attraktivitätssteigerung des Umweltverbundes, ein ebenso notwendiger wie aussichtsreicher Ansatz zur Reduzierung von verkehrsbedingten Luftschadstoffen. Vor allem in Großstädten ist die Kombination von angebotsorientierten Maßnahmen des Mobilitätsmanagements, wie z.B. die Verbesserung der Rad- und ÖPNV-Erreichbarkeit, restriktiven Regelungen, wie z.B. die Bewirtschaftung und Reduzierung des Pkw-Stellplatzangebots, und flankierenden Infrastruktur- und Verkehrsmaßnahmen, wie z.B. grüne Welle für Radfahrer und Veränderungen in den Straßenquerschnitten zugunsten neuer Radwege, erfolgversprechend. Nicht nur die Luftqualität kann verbessert werden, sondern auch Autounabhängigkeit und städtische Mobilität gefördert und der Flächenverbrauch für den motorisierten Individualverkehr (MIV) effizient gesteuert werden.

Dieselfahrverbote und saubere Luft

Die von immer mehr Gerichten in einzelnen Straßenzügen (z.B. Hamburg) oder flächenhaft (z.B. Stuttgart) verankerten Fahrverbote für ältere Diesel-

¹¹⁴ Spiegel Online (2018).

¹¹⁵ Cyrus et al. (2018).

fahrzeuge (bis Euro 4 oder Euro 5) sind in der Öffentlichkeit teilweise heftig umstritten. Sie seien sozial ungerecht, geschäftsschädigend oder grundrechtswidrig.

Da die Umsetzung der Fahrverbote 2018 erst angelaufen ist, gibt es noch keine Evaluation. Dabei wäre zu ermitteln, in welchem Umfang andere, längere Strecken gefahren, andere Fahrzeuge z.B. mit Benzinantrieb, Regelübertretungen oder Ausnahmegenehmigungen genutzt werden, oder – wie erhofft – ob tatsächlich andere Verkehrsträger (öffentliche Verkehrsmittel, Fahrgemeinschaften, Fahrrad) genutzt werden und Stickoxid eingespart wird. Die bei Einführung der ersten Umweltzonen im Jahr 2008 gewonnene Erfahrung zeigt, dass sich der Flottenwechsel relativ schnell und geräuschlos vollzieht.

Fraglich ist, ob es wirklich Sinn macht, die Kfz-Flotte vorzeitig zu erneuern. Tatsächlich geht es ja nicht nur um „saubere Luft“ an einigen Hotspots und in hochbelasteten Städten, sondern um die Reduzierung der vom Kfz-Verkehr ausgehenden Belastungen und CO₂-Emissionen insgesamt. Solange sich Autobesitzer beim Fahrzeugwechsel immer größere und leistungsfähigere Fahrzeuge anschaffen und weiterhin meistens alleine unterwegs sind, die Umweltbilanz noch nicht stimmt, weil auch Elektroautos Platz und für die Batterien wertvolle Ressourcen brauchen, und weil für die Stromproduktion vorläufig auch noch Kohle genutzt wird, entstehen neue Probleme. Die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina fordert den Schwerpunkt mehr auf Feinstaub als auf Stickstoffoxiden zu legen. „Von kurzfristigen oder kleinräumigen Maßnahmen, etwa von Fahrverboten, sei keine wesentliche Entlastung zu erwarten. Vielmehr sei eine bundesweite ressortübergreifende Strategie zur Luftreinhaltung erforderlich“.¹¹⁶

116 Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (Hrsg.) (2019).

6. Was gewinnt die Stadtgesellschaft durch saubere Luft?

Zweifellos wäre das Thema „Saubere Luft in Städten“ ohne die europäische Luftqualitätsgesetzgebung mit den darin verankerten Immissionsgrenzwerten (insbesondere für NO_x) und der Erfordernis zur Aufstellung und Verabschiedung rechtlich bindender Luftreinhaltepläne in Kommunen (Richtlinie aus dem Jahr 2008) nicht auf die politische Agenda gelangt. Die öffentliche Diskussion und Suche nach Lösungsmöglichkeiten ist bisher jedoch stark eingeschränkt. Entweder werden primär technische Lösungen (z.B. Nachrüstungen für Diesel-Kfz) propagiert oder die Androhung von Fahrverboten wird als Bevormundungs-, Enteignungs- und Verzichtsdebatte geführt. Potenziale und mögliche „Gewinne“ von stadtplanerischen und verkehrspolitischen Maßnahmen kommen nach unserer Einschätzung zu kurz. Daher sollte die Diskussion um saubere Luft vom größten Verursacher für kleinräumlich wirksame Luftverschmutzung in Städten, dem Verkehrssektor, auf weitere laufende Debatten über die Zukunft der Städte und Nachhaltigkeitsziele (SDGs) ausgeweitet und mit diesen verknüpft werden. Wichtige anschlussfähige Diskurse fokussieren die folgenden Themen: kommunaler Klimaschutz¹¹⁷, planerische Optionen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels¹¹⁸, Beiträge stadttechnischer Infrastrukturen für Ressourceneffizienz¹¹⁹ und zur Klimagerechtigkeit (vgl. www.networks-group.de), Umweltgerechtigkeit¹²⁰, Freiraumentwicklung¹²¹, kompakte und nutzungsgemischte Stadtentwicklung¹²², Klimaschutz in der Bauleitplanung¹²³, Digitalisierung und Smart City¹²⁴, Diskussion um die langfristige Finanzierbarkeit von Infrastrukturen (vgl. KfW Kommunalpanel/Investitionsbedarfsschätzung¹²⁵, sowie Parkraumbewirtschaftung und Neugestaltung des öffentlichen Raums als Treiber der Verkehrswende¹²⁶ – um nur einige zu nennen).

Diese Entwicklung und Diskussionen zielen im Kern auf die Lebensqualität der Menschen in der Stadt und die damit verbundene Frage, wie wir mit den Flächen in der Stadt umgehen und mit welcher Art von Infrastrukturen wir Städte ausstatten. Dabei setzen die „planetaren Grenzen“¹²⁷ (nachhaltige Stoff- und Ressourcenströme) und die verfügbaren Finanzmittel die Leitplanken.

Der Umgang mit Flächen in der Stadt und dem öffentlichen Raum ist die zentrale Frage und ein Schlüssel für lebenswerte Städte. Hier manifestieren sich die Konflikte zwischen den verschiedenen Ansprüchen und Interessen: Flächen für Wohnen, für Mobilität, für Gewerbe, für Erholung und für Natur. Ein grundlegendes Überdenken und Umsteuern der bisherigen Flächennutzung, die stark von Interessen bzw. Belangen des Automobils bzw. der Auto-

117 Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Hrsg.) (2019); Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2018a).

118 Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Hrsg.) (2018b).

119 Winker/Trapp/Libbe/Schramm (Hrsg.) (2017).

120 Böhme et al. (2015); Böhme, et al. (2018); Böhme/Franke/Preuß (2019).

121 Böhm et al. (2016).

122 Bunzel et al. (2017).

123 Ebd.

124 Soike/Libbe (2018).

125 Arndt et al. (2013).

126 Hertel et al. (2018); Bracher et al. (2018); Hertel (2017).

127 Rockström et al. (2009).

fahrenden geprägt ist, eröffnet neue Chancen für eine allen Bevölkerungsgruppen gerecht werdende Stadtentwicklung. Hierdurch kann auf den begrenzt zur Verfügung stehenden Flächen eine neue Balance zwischen den Flächennutzungen erreicht werden, die für mehr Lebensqualität und Umweltgerechtigkeit sorgt.

Anspruchsvoll und vielfältig gestaltete öffentliche Räume schaffen Aufenthaltsqualität und tragen zur Lebendigkeit des Quartiers bei. Einen vielversprechenden Weg geht hier Barcelona: Im Rahmen des Stadterneuerungskonzepts verfolgt die Stadt mit sogenannten Superblocks eine Abkehr von der autogerechten Stadt und eine deutliche Erhöhung des Grünflächenanteils im Bestand. Die Superblocks werden durch neun zusammengefasste Wohnblocks des rasterförmigen Stadterweiterungsgebietes aus dem 19. Jahrhundert gebildet – innerhalb eines Superblocks weichen Parkplätze und motorisierter Verkehr neuen Grünflächen, Plätzen und Radwegen. Auf den verbleibenden Straßen innerhalb eines Superblocks, in der Regel einspurige Einbahnstraßen, gilt eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 10 km/h. So entstehen Aufenthalts-, Sport- und Spielflächen in Straßenräumen und auf Kreuzungen, die zuvor ausschließlich dem Auto gewidmet waren und im Superblock nun durch Anwohner, Radfahrer, Kinder, kurzum alle Menschen, zurückerobert werden. Geplant ist die Umwandlung von nahezu der Hälfte der Straßenfläche Barcelonas in insgesamt 503 Superblocks bei gleichzeitigem starken Ausbau des ÖPNV und der Radinfrastruktur. Dieses ambitionierte Konzept ließe sich – in kleinerem Maßstab – auch in deutschen Städten in Quartieren mit Blockrandbebauung realisieren.¹²⁸

Das Beispiel Barcelona betont die Bedeutung der räumlichen Gestaltung auf Quartiersebene und die positiven Effekte auf Gesundheit und das soziale Zusammenleben der Stadtgesellschaft.¹²⁹ Und es verweist auf die gesellschaftlichen „Gewinne“ einer Entwicklung von kompakten und nutzungsgemischten Bebauungsstrukturen, um innerhalb eines Quartiers die „Stadt der kurzen Wege“ umzusetzen und die Nutzung des Autos unnötig und unattraktiv zu machen. Dabei sollte „kompakt“ nicht nur in Bezug auf die bauliche Dichte verstanden werden – um kurze Wege zu ermöglichen – sondern auch im Interesse eines sparsamen Umgangs mit Ressourcen etwa in Bezug auf die Größe von Wohnungen und damit eine Senkung des Wohnfläches pro Person einbeziehen.

Stadtgrün in Form von Parkanlagen, Gründächern, Straßenbäumen, Brachen, Grünflächen übernimmt wichtige Funktionen für Erholung, Freizeit und das soziale Miteinander sowie für die Erhaltung und Entwicklung von Biodiversität in den Städten. Es dient zugleich der Luftqualitätsregulation, dem Lärmschutz sowie der Regulation von Stadtklima und Wasserhaushalt. Gleichzeitig sind diese „grünen Infrastrukturen“ wichtig für die Bewältigung von Wetterextremen wie Starkregen oder längeren Trocken- bzw. Hitzeperioden. Aber Stadtgrün braucht Platz, d.h. Flächen in der Stadt, die in Abwägung mit anderen Zielen und Nutzungen gesichert und qualifiziert werden müssen.

Machen wir ein kurzes Gedankenexperiment: Wie sähe eine Stadt wohl aus, in der nur ein Drittel der heutigen Autos fahren und parken würde? Wie viel Fläche würde frei für andere Nutzungen – um sich zu treffen und zu unterhalten, für Bäume, für Brunnen, für Kunst, zum Entspannen, für Fahrräder oder Kinderwagen?

¹²⁸ Vgl. Ehrmann (2018); vgl. Rudel (2018).

¹²⁹ Vgl. Streetfilms.org (2018).

Das Auto und die Automobilität lösen bei vielen Menschen tiefe emotionale Impulse aus. Seit Jahren weist die psychologische Verkehrsforschung auf die tiefsitzenden Routinen und Handlungsmuster, notwendige Anreiz- und Sanktionsmechanismen sowie Handlungskompetenzen hin, um zu einem veränderten Mobilitätsverhalten zu kommen.¹³⁰ Es geht vor allem um Einstellungswandel und Verhaltensänderungen – bei den Bürgern und den Akteuren in Verwaltung und Politik. Daher ist dem Autoverkehr als Hauptquelle der Luftverschmutzung in unseren Städten mit rationalen Argumenten auch so schwer beizukommen – davon zeugt unseres Erachtens jedenfalls die gegenwärtige Debatte zum Thema. Vor diesem Hintergrund plädieren wir dafür, die Kommunikation zum Thema „Saubere Luft“ über positive Narrative und ansprechende Bilder zu führen. In das Narrativ sollten Glücks- und Gerechtigkeitsargumente, die sowohl Verursacher als auch Leidtragende von Luftverschmutzung adressieren, Lebensqualitätsfragen, wie auch ästhetische und emotionale Gesichtspunkte eingeflochten sein. Selbstverständlich gehören auch ökonomische Argumente und solche für Klima- und Gesundheitsschutz dazu. Die Ansprache der Menschen kann damit lebensnäher und überzeugender gelingen.¹³¹ Denn Menschen in den Städten sind zumeist beides: Verursacher und Nutznießer von Luftqualität. Je nach sozialer Rolle und Kontext ist ein und dieselbe Person ein um die Gesundheit seiner Kinder besorgtes Elternteil oder Autofahrer. Das Narrativ sollte Menschen daher gezielt in den Rollen adressieren, die empfänglich und offen für Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität im Besonderen und der Lebensqualität im Weiteren sind.

Viel hängt davon ab, ob die Kommunikation rund um das Thema „Saubere Luft“ in unseren Städten von der (kommunalen) Politik und Verwaltung selbstbewusst und konsequent gestaltet wird. Natürlich braucht es dazu auch Mut und Geschick in der Umsetzung, um Neues auszuprobieren und Planungsparadigmen zu überwinden. Doch auf längere Sicht überwiegen die möglichen „Gewinne“ für die Stadtgesellschaft die kurzfristigen „Kosten“ der Einführung von Maßnahmen zur Luftverbesserung in den Städten.

130 Verron (1986).

131 Vgl. Weber et. al. (2018), S. 125.

7. Botschaften und Forschungsbedarf

Chancendiskussion anstelle von Verlustdebatte!

Saubere Luft wird von der Bevölkerung als ein wichtiges Gut angesehen und wertgeschätzt. Die aktuelle Debatte zeigt allerdings deutlich, dass der Stellenwert der sauberen Luft vielfach der hohen individuellen Präferenz für das Autofahren nachgeordnet wird. Der Zusammenhang zwischen der als wertvoll erachteten sauberen Luft und der persönlichen Mobilitätsentscheidung wird zugunsten der eigenen Bequemlichkeit meist nicht hergestellt.

Gestützt wird diese Haltung durch die Argumentation der Autolobby, die die Reduzierung des individuellen Kfz-Verkehrs mit der Beschneidung von persönlichen Freiheitsrechten und unzumutbaren Verboten gleichsetzt. Diesen Negativszenarien, die die Diskussion bisher beherrschen, gilt es positive Bilder entgegenzusetzen, die den Gewinn für die Stadt und jeden einzelnen Menschen herausstellen. Ein Weniger an Autos in den Städten ist vermittelbar, wenn attraktive und qualitätsvolle Mobilitätsalternativen bestehen und die Vorteile einer veränderten Raumnutzung in den Vordergrund rücken, die sich beispielsweise in mehr Lebensqualität sowie mehr Freiräumen in den Städten manifestieren. Dabei sollten Menschen in ihren wechselnden und unterschiedlichen Rollen so in der öffentlichen Kommunikation angesprochen werden, dass gezielt ihre Interessen an einer sauberen Luft adressiert werden.

Anstelle – wie bislang – eine Verlustdebatte zu führen, sollten kommunale Verwaltungen und Politik gemeinsam mit der Öffentlichkeit eine Diskussion der Chancen anstoßen und verfolgen, die die Gewinne für die Stadtgesellschaft in den Mittelpunkt stellt!

Bündnispartner gewinnen!

Geht es um die Umsetzung der Maßnahmen für saubere Luft – seien es solche aus Luftreinhalteplänen oder Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten – sind Städte und Gemeinden auf die Akzeptanz und Unterstützung der Bevölkerung und lokalen Unternehmen angewiesen.

Im Unterschied zu den Autofahrenden, die eine starke und stimmungsgewaltige Lobby haben, sind die Stimmen derjenigen, die sich von der Kfz-Dominanz in den Innenstädten und den damit verbundenen Emissionen stark beeinträchtigt fühlen, nur vereinzelt zu hören, obwohl es sie in großer Zahl gibt. Die Städte sollten diesen ggf. weniger artikulationsstarken und weniger „lauten“ Gruppen eine Lobby geben, um ihnen Gehör zu verschaffen, und sie bei der Umsetzung der Maßnahmen für saubere Luft zum Bündnispartner machen!

Neben engagierten Einzelpersonen oder lokalen Unternehmern können zu diesen Partnern beispielsweise lokale Vertretungen von Umweltverbänden, Fuß- und Radverkehrsverbänden oder Gesundheitsverbänden zählen ebenso wie Elternvertretungen, Schulen und Kindertageseinrichtungen. Schülerinnen und Schüler, die sich – vergleichbar mit der Fridays-for-Future-Initiative – als Anwälte für saubere Luft engagieren und positiv auf ihre autofahrenden Eltern einwirken, sollten von den Städten unterstützt werden.

Saubere Luft als Querschnittsthema verankern!

In den Kommunen sowie auf Landes- und Bundesebene stellt sich die Aufgabe, das Thema „Saubere Luft“ als ressort- und ebenenübergreifende Aufgabe zu etablieren. Saubere Luft ist ein Querschnittsthema und kann daher nur von verschiedenen Ressorts gemeinsam bearbeitet werden.

Die räumliche Überlagerung von autoverkehrsbedingten Luftschadstoff- und Lärmemissionen liegt auf der Hand, spiegelt sich jedoch nicht in einer Verzahnung von Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung wider. Ebenso werden die Synergien zwischen Luftreinhaltung, Klimaschutz und Verkehrsplanung in der Praxis häufig noch nicht erkannt, geschweige denn genutzt. Unterschiedliche Zuständigkeiten begünstigen die zumeist separate Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen. Ein Vergleich der Maßnahmen in den jeweiligen Planungen und Konzepten zeigt allerdings zahlreiche Überschneidungen und Synergien zwischen den Themen „Klimaschutz“, „Klimaanpassung“, „Lärminderung“ und „Luftreinhaltung“ und spricht somit eindeutig dafür, diese stärker zu bündeln und integriert zu bearbeiten.¹³²

In der Diskussion um saubere Luft in den Städten und in der Verknüpfung der genannten Themen sind zahlreiche Potenziale für den Wandel zu lebenswerten Städten angelegt. Diese gilt es zu nutzen. Mögliche Lösungsvorschläge sollten daher ressortübergreifend diskutiert und Handlungsansätze gemeinsam entwickelt werden.

Integriert planen!

Im Interesse einer wirkungsvollen Luftreinhaltung sollte eine integrierte Betrachtung von Stadtentwicklungsplanung, Verkehrsplanung, Landschaftsplanung und Klimaschutz erfolgen. Der erforderliche integrierte Planungsansatz baut auf einer ressortübergreifenden Zusammenarbeit der relevanten Ämter auf und bindet externe Akteure und die Zivilgesellschaft ein. Diese – insbesondere im Vergleich zu einer sektoralen Fachplanung – sicherlich aufwendige, systemische Herangehensweise erfordert ein kooperatives Handeln der Verwaltungen sowie Unterstützung und Rückendeckung durch die Kommunalpolitik.

Einen guten Ausgangspunkt für eine integrierte Planung bietet der Ansatz der Umweltgerechtigkeit, der Ziele des gesundheitsbezogenen Umweltschutzes mit dem Ziel eines sozial gerechten Zugangs zu einer möglichst gesunden Lebensumwelt verbindet.

Handlungsdruck erkennen und langfristige Strategien entwickeln!

Im täglichen operativen Politik- und Verwaltungsgeschäft sind bisweilen auf kurzfristige Wirkungen abzielende Maßnahmen nötig, um Erfolge und Handeln vorweisen zu können. Auf längerfristige, grundlegende und damit stra-

¹³² Die Querschau verschiedener gesamtstädtischer Konzepte verdeutlicht eine inhaltliche Überschneidung der Zielstellungen insbesondere von Luftreinhalteplänen, Klimaschutzkonzepten und Verkehrsentwicklungsplänen. Beispiele dafür sind die Reduktion der lokalen CO₂-Emissionen, die Vermeidung von Verkehren durch gemischte Nutzungsstrukturen, die Verkehrsverlagerung vom motorisierten Individualverkehr (MIV) zum Umweltverbund, die Förderung des Radverkehrs und der Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur sowie des ÖPNV, um die verkehrsbedingten Emissionen zu reduzieren.

tegische Ziele ausgerichtete Maßnahmen kommen dagegen regelmäßig zu kurz. So wurde in den Städten vielfach auf die Überschreitung von Luftqualitätsgrenzwerten mit unmittelbar umsetzbaren, kleinräumigen Maßnahmen reagiert – auf akute Luftreinhalteprobleme wurden notwendigerweise kurzfristige Antworten gegeben.

Mittel- und langfristig ist es allerdings zwingend notwendig „größer zu denken“, um integrierte und nachhaltige Handlungsstrategien zu entwickeln. Die sektorale Behandlung der akuten Symptome, kann nur den ersten Schritt darstellen, mittel- und langfristige Strategien dürfen daneben jedoch nicht vernachlässigt werden. In Bezug auf die Luftreinhaltung und das langfristige Ziel der „Lebenswerten Stadt“ bedeutet dies, dass kleinräumige Verkehrsverlagerungen und Durchfahrtsbeschränkungen zwar als akute Notfallmaßnahmen bei Grenzwertüberschreitungen von Luftschadstoffen erste Abhilfe schaffen können, langfristig ist jedoch eine grundlegende Verkehrswende notwendig, die nicht an der Antriebswende stehen bleibt. Eine Verkehrs- bzw. Mobilitätswende, die unser Mobilitätsverhalten hinterfragt, den Umweltverbund stärkt und den Kfz-Verkehr reduziert, schafft neue Freiräume für vielfältige soziale und ökologische Nutzungen und leistet einen Beitrag zu einer dauerhaft hohen Lebensqualität in den Städten.

Potenziale der interkommunalen Kooperation nutzen!

Aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf Emissionsmengen, Topographie und Durchlüftungssituation kann es nicht die eine Patentlösung für alle Städte geben. Lokal angepasste Lösungsansätze sind vor Ort mit den Akteuren zu entwickeln. Dabei sind die regionalen Zusammenhänge und Stadt-Land-Bezüge zu berücksichtigen. Denn die Luftverunreinigung und ihre Ursachen machen nicht an Stadtgrenzen Halt. Im Gegenteil: Pendlerströme aus dem Umland in die Städte tragen erheblich zum hohen Verkehrsaufkommen in den Innenstädten bei. In Zusammenarbeit mit den Nachbargemeinden gilt es daher, Strategien und Angebote zur Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr zu entwickeln und zu verfolgen.

Grundlage ist eine interkommunal abgestimmte räumliche Planung in der Stadt-Umland-Region. Konkret sollte bei der regionalen Siedlungsplanung berücksichtigt werden, dass neue Siedlungsstandorte möglichst in der Nähe von Haltepunkten des schienengebundenen Personennahverkehrs (SPNV) ausgewiesen werden, um den zusätzlichen Mobilitätsbedarf mit dem SPNV abdecken zu können. Siedlungs-, Verkehrs- und Infrastrukturplanung müssen auch interkommunal Hand in Hand gehen.

8. Literatur

- Amtsblatt der Europäischen Union (2008): L 152/1, 11.6.2008.
- Arndt, Wulf-Holger et al. (2013): Ersatzneubau Kommunale Straßenbrücken. Endbericht. Berlin.
- Arndt, Wulf-Holger und Fabian Drews (2019): Mobilität nachhaltig planen. Erfolge und Hindernisse in deutschen Städten – Ergebnisse einer kommunalen Umfrage zu kommunalen Verkehrsentwicklungsplänen (Difu-Sonderveröffentlichung).
- Bauer, Uta, Martina Hertel und Lisa Buchmann (2018): Geht doch! Grundzüge einer bundesweiten Fußverkehrsstrategie, Berlin.
- Bauer, Uta, et al. (2019): Parkraummanagement lohnt sich! Leitfaden für Kommunikation und Verwaltungspraxis. hrsg. von Agora Verkehrswende. Berlin.
- Behr, Ines und Gisela Stete (2018): Neuer Wohnraum mit weniger Parkraum. Darmstadt zeigt, wie's geht, in: AKP. Fachzeitschrift für Alternative Kommunal Politik, Nr. 4, S. 16-17.
- Beisheim, Katja und Otto Klemm (2014): Wechselwirkungen von Luftreinhaltung und Klimaschutz. Globale und lokale Aspekte, in: Immissionsschutz, Zeitschrift für Luftreinhaltung, Lärmschutz, Anlagensicherheit, Abfallverwertung und Energienutzung, Nr. 3, S. 100–108.
- Böhm, Jutta et al. (2016): Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung, BfN-Skripten 444.
- Böhme, Christa, et al. (2015): Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum – Entwicklung von praxistauglichen Strategien und Maßnahmen zur Minderung sozial ungleich verteilter Umweltbelastungen, hrsg. vom Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau (Umwelt & Gesundheit 1).
- Böhme, Christa, et al. (2018): Möglichkeiten der verstärkten Nutzung von Synergien zwischen Umweltschutz und sozialer Gerechtigkeit in Programmen wie der „Sozialen Stadt“, hrsg. vom Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau (UBA-Reihe „Texte“ 74).
- Böhme, Christa, und Arno Bunzel (2014): Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum. Expertise „Instrumente zur Erhaltung und Schaffung von Umweltgerechtigkeit“, Berlin (Deutsches Institut für Urbanistik, Sonderveröffentlichung).
- Böhme, Christa, Thomas Franke und Thomas Preuß (2019): Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen, hrsg. vom Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau (Umwelt & Gesundheit 2).
- Böhme, Christa, und Thomas Preuß (2017): Mehr Gesundheit in Quartieren durch Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum, in: Fabian, Carlo, Drilling, Matthias, Niermann, Oliver und Schnur, Olaf (Hrsg.): Quartier und Gesundheit. Impulse zu einem Querschnittsthema in Wissenschaft, Politik und Praxis, Wiesbaden, S. 177-193.
- Bolte, Gabriele, Christiane Bunge, Claudia Hornberg, Heike Köckler, Andreas Mielck (2012): Umweltgerechtigkeit durch Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit. Eine Einführung in die Thematik und Zielsetzung dieses Buches, in: Bolte, Gabriele, Bunge, Christiane, Hornberg, Claudia, Köckler, Heike, Mielck, Andreas (Hrsg.): Umweltgerechtigkeit: Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit. Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven, Bern, S. 15-37.
- Bunzel, Arno, und Ajo Hinzen (2000): Arbeitshilfe Umweltschutz in der Bebauungsplanung, hrsg. vom Umweltbundesamt, Berlin.
- Bunzel, Arno, Franciska Frölich von Bodelschwingh und Daniela Michalski (2017): Klimaschutz in der verbindlichen Bauleitplanung, Berlin.
- Bunzel, Arno, et al. (2017): Umwelt- und Aufenthaltsqualität in urbanen Quartieren. Empfehlungen zum Umgang mit Dichte und Nutzungsmischung, hrsg. vom Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Cyrys, Josef, et al. (2018): Umweltzonen in Deutschland. Probates Mittel zur Einhaltung geltender Luftqualitätsstandards?, in: Bundesgesundheitsblatt, Nr. 6, online publiziert am 14.5.2018.
- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. – Nationale Akademie der Wissenschaften (Hrsg.) (2019): Saubere Luft. Stickstoffoxide und Feinstaub in der Atemluft: Grundlagen und Empfehlungen, Halle/Saale.
- Deutscher Städtetag (Hrsg.) (2018): Nachhaltige städtische Mobilität für alle. Agenda für eine Verkehrswende aus kommunaler Sicht. Positionspapier des Deutschen Städtetages, Berlin und Köln.
- Deutsches Institut für Urbanistik (2017): 30 Jahre Gender Mainstreaming in der Stadt- und Regionalentwicklung, Berlin.
- Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2018a): Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Frankfurt/M. und Berlin.
- Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2018b): Kommunale Überflutungsvorsorge – Planer im Dialog, Köln.
- Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2019): Klimaschutz & Luftreinhaltung. Konzepte und Maßnahmen für saubere Luft in Kommunen, Köln 2019.

- Duscha, Markus, et al. (2009): Klimaschutzkonzept 2020 für die Stadt Münster, Heidelberg und Essen.
- Ehrmann, Sigrid (2018): Barcelonas Superblocks, in: Garten+Landschaft, Nr. 6, S. 40-45.
- Einig, Klaus (2011): Koordination infrastruktureller Fachplanungen durch die Raumplanung, in: Hans-Peter Tietz und Tanja Hühner (Hrsg.): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung: Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme, Hannover, S. 95–116.
- European Environment Agency (2018): Air quality in Europe – 2018 report, EEA Report No 12.
- Flitner, Michael, Julia Lossau und Anna-Lisa Müller (Hrsg.) (2017): Infrastruktur der Stadt, Wiesbaden.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2010): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (2013): Hinweise zur Verkehrsentwicklungsplanung, Ausgabe 2013, Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2015): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Ausgabe 2015, Köln.
- Gierke, Hans-Georg (2013), in: Hermann Brügelmann (Hrsg.), Baugesetzbuch Kommentar 2013: § 1 Rn. 548.
- Goldmann, Achim (2015): Die Umweltverträglichkeitsprüfung bei der Zulassung von Infrastruktur- und Industrieanlagen, in: Zeitschrift für das Juristische Studium (ZJS), Nr. 1, http://www.zjs-online.com/dat/artikel/2015_1_871.pdf.
- Heinze, G. Wolfgang (1979): Verkehr schafft Verkehr: Ansätze zu einer Theorie des Verkehrswachstums als Selbstinduktion, in: Berichte zur Raumforschung und Raumplanung, Jg. 23, Heft 4/5, Wien, S. 9-32.
- Hertel, Martina (2017): Push & Pull Consortium (Hrsg.), Parking management and incentives as successful strategies for energy-efficient urban transport.
- Hertel, Martina, Tilman Bracher und Thomas Stein (Hrsg.) (2018): Straßen und Plätze neu entdecken – Verkehrswende gemeinsam gestalten. Dokumentation der Fachtagung „kommunal mobil 2018“ am 7./8. Juni 2018 in Dessau-Roßlau, Berlin (Difu-Impulse, Bd. 8/2018).
- Institute for Advanced Sustainability Studies e.V. (IASS) (2013): Gefahr für Gesundheit und Klima: Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe, Potsdam.
- Libbe, Jens, Hadia Köhler und Klaus J. Beckmann (2010): Infrastruktur und Stadtentwicklung. Technische und soziale Infrastrukturen – Herausforderungen und Handlungsoptionen für Infrastruktur- und Stadtplanung, Berlin.
- Meßerschmidt, Klaus (2005): Umweltrecht, in: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung, Hannover, S. 1189.
- Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MBWSV NRW) (Hrsg.) (2012): Urbanes Grün in der integrierten Stadtentwicklung. Strategien, Projekte, Instrumente, Düsseldorf.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (Hrsg.) (2012): Gesundheitsschutz im Mittelpunkt. Die Luftreinhaltepläne in Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2010): Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel, Düsseldorf.
- Moss, Timothy (2011): Planung technischer Infrastruktur für die Raumentwicklung: Ansprüche und Herausforderungen in Deutschland, in: Hans-Peter Tietz und Tanja Hühner (Hrsg.): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung: Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme, Hannover, S. 73–94.
- OECD (2016): OECD Regional Well-Being: A user's guide, Paris; verändert; in: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) (2018): Wohnungsneubau langfristig denken – Für mehr Umweltschutz und Lebensqualität in den Städten, Berlin, S. 46.
- Regierungspräsidium Stuttgart, Referat 54.1 – Industrie Schwerpunkt Luftreinhaltung (2018): Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Stuttgart Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart. 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplanes zur Minderung der PM10- und NO₂-Belastungen, Stuttgart.
- Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität.
- Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft.
- Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft und Entscheidung 97/101/EG des Rates vom 27. Januar 1997 zur Schaffung eines Austausches von Informationen und Daten aus den Netzen und Einzelstationen zur Messung der Luftverschmutzung in den Mitgliedstaaten.
- Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.

- Ringwald, Roman, et al. (2018): Öffentlicher Raum ist mehr wert. Ein Rechtsgutachten zu den Handlungsspielräumen in Kommunen, hrsg. von Agora Verkehrswende, 2. Auflage Berlin.
- Rockström, Johan, et al. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, in: Ecology and Society 14 (2): 32.
<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32>.
- Röthel, Anne (1997): Grundrechte in der mobilen Gesellschaft, Berlin.
- Rudel, Gerd (2018): Superblocks in Barcelona. Die BewohnerInnen erobern die Straßen zurück, in: AKP. Fachzeitschrift für Alternative Kommunal Politik, Nr. 6, S. 20–22.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2018): Wohnungsbau langfristig denken – Für mehr Umweltschutz und Lebensqualität in den Städten, Berlin.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2013): Luftreinhalteplan 2011 bis 2017 für Berlin, Berlin.
- Soike, Roman, und Jens Libbe (2018): Smart Cities in Deutschland – eine Bestandsaufnahme, Berlin (Difu-Papers).
- Trapp, Jan Hendrik, et al. (2017): Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest, Dessau-Roßlau, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ressourcenleichte-zukunftsfaeihige-infrastrukturen>.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017a): Umwelt- und Aufenthaltsqualität in urbanen Quartieren – Empfehlungen zum Umgang mit Dichte und Nutzungsmischung, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017b): Luftqualität 2016 – Vorläufige Auswertung, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018a): Urbaner Umweltschutz. Die strategische Forschungsagenda des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.
- Verron, Hedwig (1986): Verkehrsmittelwahl als Reaktion auf ein Angebot: Ein Beitrag der Psychologie zur Verkehrsplanung, Berlin.
- Wagner-Endres, Sandra, Detlef Landua und Ulrike Wolf (2017): Kurzstudie zu kommunalen Standortfaktoren. Ergebnisse auf Grundlage der Daten des Difu-Projekts „Koordinierte Unternehmensbefragung“, Berlin.
- Weber, Andreas, Hildegard Kurt, Andreas W. Mues (2018): Die Erdfest-Initiative. Prototyp eines neuen Narrativs in der Naturschutzkommunikation, in: Smartopia. Geht Digitalisierung auch nachhaltig? politische ökologie, Bd. 155, München.
- Wefering, Frank, et al. (2013): Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan.
<http://www.eltis.org/guidelines/sump-guidelines>.
- Winker, Martina, Jan Hendrik Trapp gemeinsam mit Jens Libbe und Engelbert Schramm (Hrsg.) (2017): Wasserinfrastruktur: den Wandel gestalten – technische Varianten, räumliche Potenziale, institutionelle Spielräume, Berlin (Edition Difu – Stadt Forschung Praxis, Bd. 16).
- Winker, Martina, et al. (im Erscheinen): Die Kopplungsmöglichkeiten von grüner, blauer und grauer Infrastruktur mittels raumbezogenen Bausteinen, Berlin (netWORKS-Paper).

Internetquellen

- Agora Verkehrswende (2018): Öffentlicher Raum ist mehr wert. Ein Rechtsgutachten zu den Handlungsspielräumen in Kommunen. 2. Auflage.
https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Oeffentlicher_Raum_ist_mehr_wert/Agora_Verkehrswende_Rechtsgutachten_oeffentlicher_Raum.pdf
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017a): Förderrichtlinie „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/foerderrichtlinie-automatisiertes-vernetztes-fahren.html> [Zugriff: 18.1.2019].
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hrsg.) (2017b): Verkehr in Zahlen 2017/2018. 46 Jg., Hamburg.
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-pdf-2017-2018.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (o.J.): Masterpläne „Green City“.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/masterplaene-green-city-liste.html?nn=437150> [Zugriff: 14.2.2019].
- Eurostat (2019): Personenkraftwagen je 1.000 Einwohner.
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nu/i/show.do?query=BOOKMARK_DS-052122_QID_-4309689C_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;UNIT,L,Z,0;INDICATORS,C,Z,1;&zSelection=DS-052122UNIT,THS;DS-052122INDICATORS,OBS_FLAG;&rankName1=UNIT_1_2_-1_2&rankName2=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName3=TIME_1_0_0_0&rankName4=GEO_1_0_0_1&sortR=ASC_-1_FIRST&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=ROLLING&time_most_re-

- cent=true&lang=DE&cfo=%23%23%23.
%23%23%23%2C%23%23%23 [Zugriff:
6.5.2019].
<https://www.mannheim.de/de/stadt-gestalten/planungskonzepte/stadtklimaanalyse-2020>
<https://www.mannheim.de/de/nachrichten/weissbuch-zur-konversion-gemeinsame-visionen>
<https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/aufgaben/umwelt/allgemein/luftreinhalte/> [Zugriff: 22.1.2019].
<https://www.swr.de/abgasalarm/luftschadstoffe-stickoxide-welchen-anteil-hat-der-verkehr/-/id=18988100/did=20682692/nid=18988100/ai23qt/index.html>.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/ozon-belastung>.
Krappe, Stefan (2018): Fachplanung und Raumplanung. <http://planung-tu-berlin.de/Profil/Fachplanungen.htm> [Zugriff: 11.9.2018].
Landeshauptstadt Wiesbaden (o.J.): Frischer Wind für Wiesbaden. <http://www.wiesbaden.de/leben-in-wiesbaden/umwelt/luft-klima/frischer-wind.php>.
Leclerc, Florian (2018): Dieselfahrverbot in Frankfurt. Kostenloses Parken soll in Frankfurt wegfallen, in: Frankfurter Rundschau (26.9.2018), <http://www.fr.de/frankfurt/dieselfahrverbot-in-frankfurt-kostenloses-parken-soll-in-frankfurt-wegfallen-a-1589596> [Zugriff: 28.11.2018].
MANN+HUMMEL International GmbH & Co. KG (o.J.): MANN+HUMMEL präsentieren Technologie zur Senkung der NO₂-Belastung an vielbefahrenen Straßen – Filter Cubes könnten Fahrverbote vermeiden. <https://www.mann-hummel.com/de/das-unternehmen/aktuelle-themen/pressemitteilungen/2019/mannhummel-praesentiert-technologie-zur-senkung-der-no2-belastung-an-vielbefahrenen-strassen/>.
Presse- und Informationsdienst der Bundesregierung (2019): Sofortprogramm „Saubere Luft“. <https://www.bundesregierung.de/bregde/themen/saubere-luft>.
Regierung von Oberbayern (2018): Luftreinhalteplanung. Landschaftsplanung. <https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/aufgaben/umwelt/allgemein/luftreinhalte/>, Zugriff am 22.1.2019
Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (o.J.): Gesetzlich festgelegte Grenz- und Zielwerte für die Beurteilung der Luftqualität, <https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/messnetz/grenzwerte.shtml>
Spektrum.de (2018): Umweltbelastung: Streit um Diesel-Pkw geht am Problem vorbei, Interview mit Franz Rohrer am 22.10.2018, Forschungszentrum Jülich, <https://www.spektrum.de/news/streit-um-diesel-pkw-geht-am-problem-vorbei/1603556>.
Spiegel Online (2018): Städtetag zu Dieselaautos in Städten: Kommunen brauchen die blaue Plakette, <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/diesel-abgase-staedtetag-fordert-blaue-plakette-fuer-kommunen-a-1196716.html> [Zugriff 25.2.2019].
Stadt Mannheim (o.J.): Stadtklimaanalyse, Stadtentwicklungskonzept sowie Weißbuch zur Konversion <https://www.mannheim.de/de/stadt-gestalten/planungskonzepte/stadtklimaanalyse-2020>
<https://www.mannheim.de/de/nachrichten/weissbuch-zur-konversion-gemeinsame-visionen>
Streetfilms.org (2018): Barcelona's Superblocks: Change the Grid, Change your Neighborhood, <https://vimeo.com/282972390>.
Süddeutsche Online (2018): Autoverkehr in Deutschland stößt immer mehr CO₂ aus, <https://www.sueddeutsche.de/news/wirtschaft/verkehr-autoverkehr-in-deutschland-stoesst-immer-mehr-co2-aus-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-181126-99-963500>.
SWR (2017): Stickoxide – welchen Anteil hat der Verkehr? <https://www.swr.de/abgasalarm/luftschadstoffe-stickoxide-welchen-anteil-hat-der-verkehr/-/id=18988100/did=20682692/nid=18988100/ai23qt/index.html>
Umweltbundesamt (UBA) (2017c): Nationale Luftreinhaltung, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/nationale-luftreinhaltung#textpart-5>, [Zugriff: 3.5.2019].
Umweltbundesamt (UBA) (2017d): Car-Sharing nutzen, <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/mobilitaet/car-sharing-nutzen#textpart-3> [Zugriff: 25.2.2019].
Umweltbundesamt (UBA) (2018b): Luftschadstoff-Emissionen in Deutschland, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland>.
Umweltbundesamt (UBA) (2018c): Emissionen des Verkehrs, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#textpart-1>.
Umweltbundesamt (UBA) (2018d): Feinstaub-Belastung, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/feinstaub-belastung#textpart-3>.
Umweltbundesamt (UBA) (2018e): Stickstoffdioxid-Belastung,

- <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/stickstoffdioxid-belastung>.
Umweltbundesamt (UBA) (2018f): Stickstoffdioxid führt zu erheblichen Gesundheitsbelastungen, <https://www.umweltbundesamt.de/no2-krankheitslasten>.
- Umweltbundesamt (UBA) (2018g): Ozon-Belastung, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/ozon-belastung#textpart-1>
- Umweltbundesamt (UBA) (2018h): Viel Sonne, viel Ozon, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/viel-sonne-viel-ozon>
- Umweltbundesamt (UBA) (2018i): Feinstaub, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschaedstoffe/feinstaub>
- Umweltbundesamt (UBA) (2019a): Indikator: Luftqualität in Ballungsräumen, <https://www.umweltbundesamt.de/indikator-luftqualitaet-in-ballungsraeumen#textpart-1>.
- Umweltbundesamt (UBA) (2019b): Wirkungen auf die Gesundheit, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschaedstoffen/wirkungen-auf-die-gesundheit>
- Umweltbundesamt (UBA) (2019c): Tre-
mod 5.82 https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#verkehrsmittelvergleich_personenverkehr [Zugang am 11.7.2019],
- Verwaltungsgericht Mainz (2018): Aktuelle Luftreinhalteplanung der Stadt Mainz nicht ausreichend, Pressemitteilung 11/2018, <https://vgmz.justiz.rlp.de/de/startseite/detail/news/detail/News/aktuelle-luftreinhalteplanung-der-stadt-mainz-nicht-ausreichend/> [Zugang am 1.11.2018].
- Vieweg, Christof (2017): Die Motoren sind nicht das Problem. In: Zeit Online (17.02.2017), <https://www.zeit.de/mobilitaet/2017-02/feinstaub-motoren-luftverschmutzung-reifen-abrieb-bremsen>.
- Westfälische Nachrichten (2009): Städtisches Umweltamt startet Kampagne zum Luftqualitätsplan, <https://www.wn.de/Muenster/2009/05/Nachrichten-Muenster-Staedtisches-Umweltamt-startet-Kampagne-zum-Luftqualitaetsplan>.

Autorinnen und Autoren

Dipl.-Volksw. Tilman Bracher,
Leiter des Forschungsbereichs Mobilität des Deutschen Instituts für Urbanistik (seit 2003), Studium der Volkswirtschaftslehre und Verkehrswissenschaften an der Universität Freiburg und dem University College London. Tätigkeiten in der ÖPNV-Planung und in verschiedenen Feldern der Verkehrswissenschaft, Mitherausgeber des Handbuchs der Kommunalen Verkehrsplanung (www.hkv-online.de).
E-Mail: bracher@difu.de

Dipl.-Ing. Franciska Frölich von Bodelschwingh,
Stadt- und Regionalplanerin; Studium der Stadt- und Regionalplanung an der TU Berlin. Seit 2001 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Deutschen Institut für Urbanistik mit den Arbeitsschwerpunkten Stadtentwicklung, Wohnen, Planungsrecht.
E-Mail: froelich@difu.de

Dipl.-Ing. agr. Thomas Preuß,
Studium der Agrarwissenschaften an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, seit 1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Deutschen Institut für Urbanistik, Teamleiter „Ressourcen und Immissionsschutz“ im Forschungsbereich Umwelt mit den Arbeitsschwerpunkten Flächenkreislaufwirtschaft, umweltorientierte Stadtentwicklung, Lärminderung, Umweltge-

rechtigkeit, Stadtökologie und Naturschutz.
E-Mail: preuss@difu.de

Dipl.-Soz. Jan Hendrik Trapp,
Leiter des Teams „Infrastruktur und Sicherheit“ im Forschungsbereich Infrastruktur, Wirtschaft und Finanzen, von 1998 bis 2006 und erneut seit 2013 am Difu; Studium der Soziologie mit dem Schwerpunkt Siedlungs-, Umwelt- und Planungssoziologie an der Universität Trier. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Transformationsprozesse stadttechnischer Infrastrukturen, klimaangepasste und ressourcenleichte Infrastrukturen, kommunale Unternehmen, Organisations- und Managementmodelle der Daseinsvorsorge.
E-Mail: trapp@difu.de

Dipl.-Ing. Vera Völker,
Studium der Raumplanung an der Universität Dortmund; seit 2004 wissenschaftliche Mitarbeiterin und Projektleiterin im Forschungsbereich Umwelt des Difu (Standort: Köln); Arbeitsschwerpunkte: Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in Stadtplanung sowie in Stadt- und Regionalentwicklung, kommunaler Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels.
E-Mail: voelker@difu.de