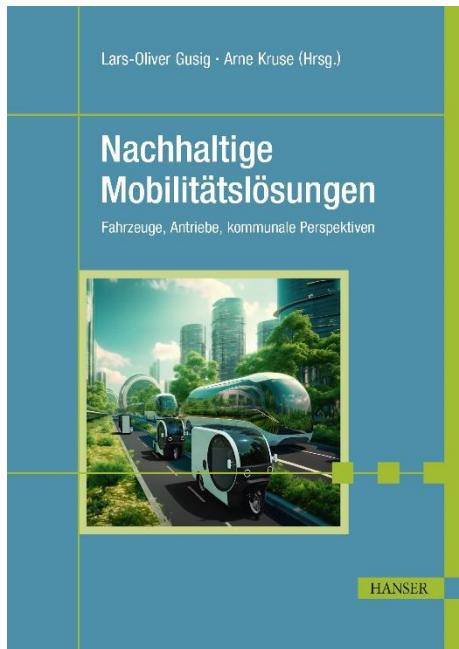


# HANSER



## Leseprobe

zu

## **Nachhaltige Mobilitätslösungen**

von Lars-Oliver Gusig und Arne Kruse (Hrsg.)

Print-ISBN: 978-3-446-48083-4

E-Book-ISBN: 978-3-446-48153-4

Weitere Informationen und Bestellungen unter  
<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446480834>  
sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Die Autoren und Autorinnen .....</b>	<b>XV</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<i>Lars Gusig</i>	
1.1 Problemstellung, warum neue Mobilitätslösungen? .....	2
1.2 Aufbau des Buches .....	8
<b>2 Die Transformation der Mobilität als gesellschaftliche Aufgabe – Theorien, Grundlagen, Zielbilder .....</b>	<b>11</b>
<i>Meike Levin-Keitel, Lisa Ruhrt</i>	
2.1 Nachhaltige Mobilität als gesellschaftliche Aufgabe .....	11
2.2 Die Mobilitätswende als sozio-technische Transformation zur Nachhaltigkeit .....	14
2.3 Nachhaltige Mobilität – Grundlagen und Wechselwirkungen .....	17
2.3.1 Grundlagen und Problemstellung .....	18
2.3.2 Wechselwirkungen zwischen Raumstrukturen und Verkehrsentstehung .....	20
2.4 Strategien und Zielbilder nachhaltiger Mobilität .....	22
2.4.1 Raumbezogene Strategien zur Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung .....	22
2.4.2 Zielbild einer nachhaltigen Mobilität .....	27
2.5 Schlussfolgerungen und Ausblick .....	28

<b>3</b>	<b>Der Primärenergiebedarf der Zukunft und die Auswirkungen auf die Mobilität .....</b>	<b>33</b>
	<i>Ronald Rose</i>	
3.1	Erneuerbarer Energiebedarf heute und in der Zukunft .....	33
3.1.1	Deckung des Energiebedarfs in Deutschland .....	33
3.1.2	Deckung des globalen Energiebedarfs .....	34
3.1.3	Inlandproduktion vs. Import .....	35
3.1.3.1	Energieimport .....	36
3.1.3.2	Wasserstoff .....	38
3.1.4	Politische Dimension .....	39
3.2	Energieproduktion und Herkunft .....	40
3.2.1	Nachhaltigkeit von Windanlagen .....	40
3.2.2	Photovoltaik .....	41
3.2.3	Biomethan .....	43
3.3	Speicherung von Energie .....	44
3.3.1	Batteriespeicher .....	44
3.3.2	Wasserstoff als Energiespeicher .....	45
3.4	Verkehr und Energie .....	46
3.5	Energiewende und deren Geschwindigkeit .....	50
3.6	Zeitliche Bewertung .....	52
3.6.1	Verlässliches politisches Handeln .....	52
3.6.2	Hochlauf .....	53
3.6.3	Sind die Klimaziele zeitlich überhaupt erreichbar? .....	54
3.6.4	Europa und die Welt .....	57
<b>4</b>	<b>Wandel zur nachhaltigen Mobilität aus kommunaler Perspektive .....</b>	<b>61</b>
	<i>Tim Gerstenberger</i>	
4.1	Urbane Mobilität .....	61
4.2	Mobilitätswende .....	65
4.3	Beteiligung und Mitwirkung .....	76
4.4	Aktive Mobilität – im Fokus: das Fahrrad! .....	81

<b>5</b>	<b>Entwicklung von Technologien für die nachhaltige gewerbliche Mobilität .....</b>	<b>91</b>
	<i>Christian Kassyda</i>	
5.1	Klimaschutz und Luftqualität als Treiber der Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr .....	91
5.1.1	Steigendes Angebot elektrischer leichter Nutzfahrzeuge .....	93
5.1.2	Rahmenbedingungen für einen gelungenen Markthochlauf gewerblicher Elektromobilität .....	94
5.1.2.1	Ladeinfrastruktur für gewerbliche Mobilität und Logistik .....	94
5.1.2.2	Weitere Anreize zur Elektrifizierung gewerblicher Flotten? .....	95
5.2	Die Zukunft ist jetzt: nachhaltige Mobilität durch autonome On-Demand-Services .....	98
5.2.1	Technische Aspekte bei der Entwicklung des autonomen Fahrens .....	100
5.2.2	Rechtlicher Rahmen .....	101
5.2.3	Strategischer Ausblick .....	104
<b>6</b>	<b>Stadtlogistik der Zukunft .....</b>	<b>107</b>
	<i>Arne Kruse, Christoph Drieling, Kian Seelaff</i>	
6.1	Problemstellung: Logistik und Stadt .....	110
6.2	Stakeholder .....	116
6.2.1	Versender .....	117
6.2.2	Konsumenten .....	118
6.2.3	Logistikunternehmen .....	118
6.2.4	Staatliche Akteure .....	119
6.3	Erfolgsfaktoren einer ganzheitlichen Stadtlogistik .....	122
6.4	Die Stadtlogistik als Ecosystem .....	127
6.4.1	Hardware .....	129
6.4.2	Software .....	131
6.4.3	Prozesse .....	132
6.5	Machbarkeitsstudie zur Umsetzung in einer Stadt .....	133
6.5.1	Datenerhebung und Beschreibung des Problemraums .....	134
6.5.2	Analyse der sozialen, ökologischen und ökonomischen Auswirkungen .....	139
6.5.3	Ergebnis und Nutzen für die Stadtlogistik .....	141

<b>7</b>	<b>Neue Technologien und Geschäftsmodelle für nachhaltige Mobilität auf der Letzten Meile .....</b>	<b>149</b>
	<i>Andreas Kissling</i>	
7.1	Neue Technologien und innovative Geschäftsmodelle in der Letzte-Meile-Logistik .....	151
7.1.1	Die Stützpunkte der Paketdistribution: Verteilzentren und Micro-Hubs .....	154
7.1.1.1	Der Start der Reise: das Verteilzentrum .....	154
7.1.1.2	Zweistufige Reise: Micro-Hubs .....	155
7.1.2	Distribution der Pakete: innovative Verkehrsmittel, intelligente Tourenplanung und Crowdshipping .....	156
7.1.2.1	Innovative Verkehrsmittel: Lastenfahrräder, Fähren und Lieferroboter .....	156
7.1.2.2	Intelligente Tourenplanung: die Probleme des Handlungsreisenden .....	158
7.1.2.3	Crowdshipping: Crowdsourcing für den Paketversand ..	161
7.1.3	Empfänger nicht angetroffen: Paketshops, Paketautomaten und Hinterlegung .....	162
7.2	Planung und Bewertung von Letzte-Meile-Geschäftsmodellen .....	163
7.2.1	Grundlage für nachhaltige Geschäftsstrategien: ein detailliertes Planungsmodell .....	164
7.2.2	Ökonomische, soziale und ökologische Nachhaltigkeit .....	171
<b>8</b>	<b>Klassische Methoden und Prozesse in der Fahrzeugentwicklung .....</b>	<b>175</b>
	<i>Lars-Oliver Gusig</i>	
8.1	Methoden im Produktentstehungsprozess für Fahrzeuge .....	176
8.1.1	Anforderungsmanagement .....	178
8.1.2	Kreativitätsmethoden .....	181
8.1.3	Auswahl- und Bewertungsmethoden .....	186
8.2	Grundlagen strategisches Management .....	189
8.2.1	Situations- und Wettbewerbsanalyse .....	189
8.2.2	Lieferantenmanagement .....	192
8.3	Kostenmanagement .....	194
8.3.1	Methoden zur Kostenschätzung .....	195
8.3.2	Design to Cost .....	200
8.3.3	Target Costing .....	202

<b>9</b>	<b>Besonderheiten in der Entwicklung von Fahrzeugen mit E-Antriebssträngen und Batterien</b>	<b>207</b>
<i>Karl Müller</i>		
9.1	Zeitliche/räumliche Einordnung	207
9.2	Gesellschaftlicher Aspekt: individuelle Mobilität und Stadtgesellschaften	208
9.3	Technischer Aspekt: Systemkomplexität	212
9.4	Technischer Aspekt: Effizienz und Primärfunktion	215
9.4.1	Output über Input: OI-Effizienz im Zyklus	216
9.4.1.1	Die OI1-Fahrzeug-Effizienz, Relevanz für die Energiekosten	216
9.4.1.2	Die OI2-Fahrzeug-Effizienz zur Bestimmung der Reichweiten	218
9.4.2	Der Wirkungsgrad als Energiewandlungseffizienz $\eta$ eines Energiewandlungssystems	220
9.4.3	Das Fahrzeug als Energiewandlungssystem	223
9.5	Betrachtung technischer und gesellschaftlicher Aspekte (u. a. ökonomisch, politisch und gesetzlich) aus der Fahrzeognutzersicht (Kundenperspektive)	226
9.6	Fazit zu Besonderheiten in der Entwicklung von Fahrzeugen mit E-Antriebssträngen und Batterien	230
<b>10</b>	<b>Projekt- und Change-Management von komplexen Projekten</b>	<b>233</b>
<i>Sebastian Herbst</i>		
10.1	Projektmanagement	233
10.1.1	Projektphasen und -zyklus	233
10.1.2	Projektmanagement – Methoden und Tools	237
10.2	Change-Management	238
10.2.1	Grundlagen des Change-Managements	238
10.2.2	Notwendigkeiten von Veränderungen	239
10.2.3	Lewins Veränderungsmodell	239
10.2.4	Kotters 8-Phasen-Modell	241
10.2.5	Kommunikation im Change-Management	242
10.2.6	Mitarbeitermotivation	244
10.2.7	Ursachen und Umgang mit Widerstand	245
10.2.8	Leadership im Veränderungsprozess	246

10.3	Integration von Projekt- und Change-Management .....	247
10.3.1	Synergien zwischen Projekt- und Change-Management .....	247
10.3.2	Gemeinsame Ziele und Schnittstellen .....	247
10.3.3	Fallstudie einer erfolgreichen Integration .....	248
<b>11</b>	<b>Einsatzgebiete von Wasserstoff für die nachhaltige Mobilität .....</b>	<b>253</b>
	<i>Alexander Bedrunka, Ulrich Lüdersen</i>	
11.1	Einführung in die grüne Wasserstoffwirtschaft .....	253
11.1.1	Grüner Wasserstoff – Herstellung und Einsatzgebiete außerhalb des Verkehrssektors .....	254
11.1.2	Wasserstoffbedarfe und -kosten .....	257
11.2	Technologische Möglichkeiten für den Einsatz von Wasserstoff im Verkehrssektor .....	260
11.3	Einsatz von Wasserstoff in unterschiedlichen Bereichen des Verkehrssektors .....	264
11.3.1	Straßenverkehr und Tankstelleninfrastruktur .....	265
11.3.2	Luft-, Schiffs- und Schienenverkehr .....	267
11.4	Zusammenfassung .....	270
<b>12</b>	<b>Netzwerkbildung zwischen Hochschulen, Kommunen und Herstellern .....</b>	<b>275</b>
	<i>Lars-Oliver Gusig</i>	
12.1	Potenzziale von Netzwerken unterschiedlicher regionaler Akteure .....	275
12.2	Möglichkeiten zur Initiierung und Unterstützung kommunaler Veränderungsprozesse .....	279
12.2.1	Projekt Ladeinfrastruktur aha .....	280
12.2.2	Projekt Wilksch-Ellies .....	283
12.2.3	Projekt Salzhemmendorf .....	285
12.3	Beispiele Netzwerke aus der Region Hannover .....	287
12.3.1	Klimaweisen-Rat .....	290
12.3.2	Projektinitiative Urbane Logistik .....	292
12.3.3	Konsortialprojekt zum Ladeinfrastrukturaufbau .....	296

<b>13</b>	<b>Klimafreundliche Mobilität im Landkreis Hameln-Pyrmont . . . . .</b>	<b>301</b>
	<i>Corinna Menze</i>	
13.1	Teilkonzept Klimafreundliche Mobilität . . . . .	302
13.2	Koordinierungsstelle Klimafreundliche Mobilität . . . . .	306
13.2.1	Umsetzungsstrukturen und Kampagnen . . . . .	309
13.2.2	Alternative Antriebe . . . . .	312
13.2.3	Radverkehr . . . . .	315
13.2.4	ÖPNV . . . . .	316
13.2.5	Intermodalität . . . . .	318
13.3	Fazit . . . . .	319
<b>14</b>	<b>Bündeln von Kompetenzen am Beispiel der Plattform Urbane Mobilität (PUM) . . . . .</b>	<b>323</b>
	<i>Christian Kassyda, Tim Gerstenberger</i>	
14.1	Raumkategorien der urbanen Modellstadt . . . . .	324
14.2	Kern- und Innenstädte . . . . .	325
14.3	Gemischte Quartiere (2. Ring) . . . . .	326
14.4	Quartiere im Geschosswohnungsbau . . . . .	327
14.5	Suburbane Wohnquartiere (Einzel-/Reihenhäuser) . . . . .	329
14.6	Gewerbegebiete (äußerer Ring) . . . . .	330
14.7	Zwischenresümee PUM und Übertragbarkeit . . . . .	331
<b>Index</b> . . . . .		<b>359</b>



Auf [plus.hanser-fachbuch.de](http://plus.hanser-fachbuch.de) zum Download  
verfügbar:

- Antworten zu den Verständnisfragen



# Vorwort

Ein Buch zur nachhaltigen Mobilität? Das ist doch schon alles bekannt!

Wir haben uns gefragt, warum an vielen Stellen der Wandel, die Veränderungen hin zum Besseren so lange dauern und immer wieder auf Widerstände stoßen? Es ist doch physikalisch, mathematisch so einfach, so klar?

Seit über 20 Jahren arbeiten wir in unterschiedlichsten Projekten und Kontexten im Bereich Fahrzeugbau und Mobilität. Nachdem wir in 2010 schon gemeinsam das Buch „Fahrzeugentwicklung im Automobilbau“ herausgegeben hatten, stellte sich die Frage, wie kann man das auf einen aktuellen Stand bringen? Einfach eine zweite Auflage? Das wäre leichter gewesen, hätte aber nicht die drängenden Probleme der Zeit adressiert.

Heute werden in der Öffentlichkeit lebhaft verschiedene Antriebskonzepte, Fördermodelle oder städteplanerische Ansätze diskutiert – oft ohne das notwendige Fachwissen. Es wird über Konzepte gestritten, die man eigentlich nicht verstanden hat.

Unser Ansatz ist daher, den Kontext fachlich zu verbreitern. Es geht hier nicht mehr vorrangig um den Automobilbau. Zentrale neue Elemente sind die Stadt- und Verkehrsplanung, die Energie- und Wasserstoffwirtschaft sowie die Logistik. In Kombination mit den klassischen Ingenieurwissenschaften und der Unternehmenssichtweise ergibt sich ein Gesamtbild, dass „Nachhaltige Mobilitätslösungen“ ganzheitlich abbildet. In dem Zusammenhang freuen wir uns über unsere zwölf Kolleginnen und Kollegen, die mit ihrer jeweiligen Fachexpertise dieses Gesamtbild möglich gemacht haben. Einen herzlichen Dank an das Autorenteam!

Dieses Buch ist unseren Kindern Emma, Lisa, Martha, Bennet und Patrick gewidmet. Weniger im Sinne einer klassischen Widmung, vielmehr dahingehend, dass wir hoffen, dass sie in den kommenden Jahren eine vermehrt nachhaltige Mobilität sehen, erleben und ganz alltäglich nutzen können. Diese nächste Generation bringt sich,

nach unserem Eindruck, auch heute schon aktiv und mit Begeisterung an vielen Stellen in die Diskussionen mit ein. Das macht uns Hoffnung und Freude!

Bedanken möchten wir uns bei den vielen Projekt- und Kooperationspartnern, bei denen wir viele Aspekte dieses Buches hautnah in der Praxis erleben konnten. Das sind Partner aus der kommunalen Verwaltung, der Verkehrsplanung, der Wirtschaftsförderung, den Klimaschutzleitstellen und der Industrie in verschiedenen Forschungsprojekten. Der Dank geht auch an die Studierenden und Mitarbeitenden im Institut für Konstruktionselemente, Mechatronik und Elektromobilität (IKME), im Institut für Verfahrenstechnik, Energietechnik und Klimaschutz (IVEK) und an die Kolleginnen und Kollegen im Forschungszentrum Energie, Mobilität, Prozesse (FZ EMP) der Hochschule Hannover. Ebenso danken wird den Mitarbeitern der Firma Orbitak und der Firma Rytle. Die Kollegen haben durch zusätzliches Engagement neben ihrer herausfordernden Arbeit dieses Buch ermöglicht. Für die gute Unterstützung bei der Buchgestaltung möchten wir dem Carl Hanser Verlag, hier besonders Herrn Frank Katzenmayer und Frau Christina Kubiak für die angenehme Zusammenarbeit danken.

Besonders hervorzuheben ist – natürlich! – die Geduld und Toleranz unserer Familien. Die zusätzliche zeitliche Belastung haben sie geduldig akzeptiert. Und manchmal durch motivierende Worte zusätzlich unterstützt. Herzlichen Dank!

Wir würden uns freuen, wenn die Darstellungen und Ansätze in die aktuell lebhafte Diskussion, aber auch in die Ausbildung eingehen und sich so schrittweise weiterentwickeln.

Für Rückmeldungen, Hinweise, natürlich auch Korrekturen aus dem Leserkreis sind wir gerne zu erreichen!

Kontakt: *Lars.Gusig@hs-hannover.de*

Hannover, im Juli 2024

*Lars-Oliver Gusig, Arne Kruse*

## Die Autoren und Autorinnen



**Dr. Alexander Bedrunka** ist Wasserstoffexperte und Projektleiter des Niedersächsischen Wasserstoff-Netzwerks. Er berät und unterstützt Politik, Wirtschaft und Wissenschaft dabei, den Aufbau einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft voranzutreiben.



**Christoph Drieling** ist seit 15 Jahren in diversen Logistik- und Leitungsfunktionen tätig, hauptsächlich im E-Commerce und der Letzten Meile. Aktuell entwickelt er innovative Logistiklösungen für urbane Räume, insbesondere mit dem Einsatz von Mikromobilität und intermodalen Transportnetzwerken und implementiert diese in verschiedenen internationalen Städten.



**Tim Gerstenberger** hat in seiner Tätigkeit als Verkehrsplaner im privatwirtschaftlichen und kommunalen Umfeld einen breiten Erfahrungsschatz in der strategischen, multi- und intermodalen Verkehrsentwicklungs- und Mobilitätsplanung aufgebaut. Er lebt das kontinuierliche Zusammenwirken mit Akteur\*innen der Zivilgesellschaft, Wissenschaft, Wirtschaft, Verbänden und Politik als Grundlage für eine nachhaltige Verkehrs- und Mobilitätswende.



**Prof. Dr.-Ing. Lars-Oliver Gusig** hat das Institut für Fahrzeugbau in Wolfsburg geleitet und ist seit 2007 an der Hochschule Hannover. Er lehrt die Fächer Konstruktion, Produktentwicklungsmethoden und Fahrzeugantriebstechnik, ist Mitgründer des Institutes für Konstruktionselemente, Mechatronik und Elektromobilität (IKME) und des Forschungszentrums Energie, Mobilität, Prozesse (FZ EMP). Als Mitglied im Klimaweisen-Rat der Region Hannover hat er Kontakt zu verschiedenen kommunalen Akteuren und Verbänden.



**Sebastian Herbst** ist Geschäftsführer des ROTH INSTITUTS, das sich mit dem Praxistransfer von Forschungsthemen im Bereich der Organisationsentwicklung, Führung und Change-Management befasst. In seiner Rolle verantwortet er die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in praxisorientierte Konzepte. Darüber hinaus ist er als Dozent für Betriebswirtschaftslehre an der Hochschule Bremen tätig und unterrichtet zu den Themen Organisation und Führung.



**Christian Kassyda** ist seit 2015 bei einem führenden deutschen Automobilhersteller im Bereich der politischen Interessenvertretung tätig. In diesem Kontext beschäftigt er sich mit Rahmenbedingungen für einen gelingenden Markthochlauf der Elektromobilität, speziell für leichte Nutzfahrzeuge, für autonomes Fahren und neue Mobilitätservices. Zudem leitet er eine Arbeitsgruppe zum Thema Urbaner Wirtschaftsverkehr beim europäischen Automobilherstellerverband ACEA.



**Andreas Kissling** ist Unternehmensberater mit 15 Jahren Berufserfahrung. Neben seiner Tätigkeit als Berater war er als Linienmanager in der Geschäftsleitung und im IT-Projektmanagement großer Einzelhandelsketten tätig. Er entwickelt Künstliche Intelligenz-Systeme, die das Management-Reporting optimieren und die Erstellung von Businessplänen unterstützen.



**Dr. Arne Kruse** ist Gründer und Vorstandsvorsitzender der weltweit tätigen Strategieberatung Orbitak AG mit Sitz in Bremen. Er studierte Elektrotechnik und Wirtschaftswissenschaft, promovierte beim Fraunhofer IFAM und berät seit 1996 Unternehmen mit dem Schwerpunkt Fahrzeugentwicklung und Market Research. Seit 2007 hat er als Geschäftsführer Unternehmen im Bereich IT, Neurowissenschaft und Mikromobilität für die Letzte Meile Logistik aufgebaut und ist als Dozent an verschiedenen Universitäten tätig.



**Univ.-Prof.'in Dr. Meike Levin-Keitel** leitet an der Universität Wien die Arbeitsgruppe Spatial Research and Spatial Planning am Institut für Geographie und Regionalforschung. Sie lehrt und forscht zu räumlicher Planung, insbesondere Planungstheorie sowie der räumlichen Transformation zur Nachhaltigkeit. Ihre Expertise im Mobilitätssektor baut auf der Leitung der Forschungsgruppe „MoveMe – die sozio-räumliche Transformation zu nachhaltigem Mobilitätsverhalten“ auf.



**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Lüdersen** leitet das Forschungszentrum Energie-Mobilität-Prozesse (FZ EMP) an der Hochschule Hannover. Er ist Gründer des Energy-Live-Labors der HsH und erforscht und implementiert Konzepte zur Integration von Wasserstoff als Energieträger in Industrieprozessen.



**Corinna Menze** arbeitet bei der target GmbH in Hameln an Projekten zum kommunalen Klimaschutz. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind Projekt- und Qualitätsmanagement, Datenvisualisierung und Akteursbeteiligung.



**Dr. Karl Müller** arbeitet seit 2003 in der automobilen Großserienentwicklung. Bei einem großen deutschen Automobilzulieferer verantwortete den Aufbau des Systemtests für elektrische Antriebe. Er ist seit 2011 bei einem führenden deutschen Automobilhersteller in der Antriebsentwicklung tätig und seit 2019 auf energetische Analysen elektrischer Fahrzeuge in der frühen Entwicklungsphase und Wettbewerbsanalyse spezialisiert.



**Ronald Rose** ist geschäftsführender Gesellschafter der Bremer Mineralölhandel GmbH. Er studierte Volkswirtschaftslehre und Verwaltungswissenschaften und beschäftigt sich seit 2010 mit Mobilität in Praxis und Theorie, seit 2023 insbesondere auch mit Mikromobilität in Städten. Er ist Mitglied im Oldenburger Energiecluster e. V. und beteiligt sich an diversen Projekten in Nord- und Westdeutschland.



**Dr. Lisa Ruhrort** ist Leiterin des Teams „Stadt- und Regionalverkehr“ im Forschungsbereich Mobilität am Deutschen Institut für Urbanistik. Sie war zuvor Professorin für Innovations- und Changemanagement an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen. Seit rund 15 Jahren forscht sie in einer Vielzahl von Projekten zu den Voraussetzungen für eine Transformation zu nachhaltiger Mobilität.



# 1

# Einleitung

Lars Gusig

Die Mobilität von Menschen und Gütern hat sich über die Jahrtausende zu einer wichtigen Fähigkeit entwickelt. Anders als körperliche Grundbedürfnisse wie Atmung, Wärme, Trinken, Essen und Schlaf ist für den Menschen die Mobilität keine unmittelbare Daseinsvoraussetzung. Für die Bewältigung von vielfältigsten Lebensaufgaben hat sich der Transport von Gütern – zunächst über kleine Distanzen, später im interkontinentalen, globalen Maßstab – als praktikabel, wertvoll, nützlich herausgestellt. Unter Verwendung vielfältigster Hilfsmittel wie zunächst Pferd, Rad, Wagen und schließlich Kraftmaschinen ist der Bewegungsradius der Menschen stetig gewachsen. Mit jeder neuen technischen Entwicklungsstufe, zunächst immer auf Fahrzeugseite, später auf Infrastrukturseite, wuchs der Bewegungsdrang der Menschen. Heute legen berufstätige Menschen täglich Pendelstrecken zurück, die vor etwa 100 Jahren die meisten Personen in ihrem ganzen Leben nicht zurückgelegt haben.

Neben der Personenmobilität ist durch die Globalisierung der weltweite Güterverkehr entsprechend stark angestiegen. Haben sich früher dörfliche oder städtische Gemeinschaften zum großen Teil aus dem näheren Umfeld versorgt, werden heute selbst Güter des täglichen Bedarfs, Nahrungsmittel, Kleidung über viele 1000 Kilometer zu Kunden transportiert. Wurde das zunächst über viele Jahre als Zunahme von Lebensqualität und Fortschritt wahrgenommen, ist in den letzten Jahrzehnten das Bewusstsein der Folgekosten gewachsen. Spätestens seit den 1970er-Jahren haben Kriterien wie Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Flächenverbrauch und Gesundheit an Relevanz gewonnen.

## 1.1 Problemstellung, warum neue Mobilitätslösungen?

Im Verkehrssektor haben sich zwei Effekte herauskristallisiert, die sich zwar schon über lange Zeit abgezeichnet haben, die in ihrer Dringlichkeit aber erst seit etwa 10–15 Jahren in das öffentliche Bewusstsein gerückt sind:

- neues Verständnis von Nachhaltigkeit, ein Paradigmenwechsel,
- Zunahme der Verkehrsleistung, der Druck nimmt zu.

Für sich gesehen, sind durch jede dieser neuen Randbedingungen Veränderungen in den Verkehrssystemen notwendig. Die Gleichzeitigkeit beider Effekte erfordert aber eine komplett neue Herangehensweise an die Entwicklung von (technischen) Lösungen.

### Neue Zieldimension Nachhaltigkeit: Gamechanger CO<sub>2</sub>

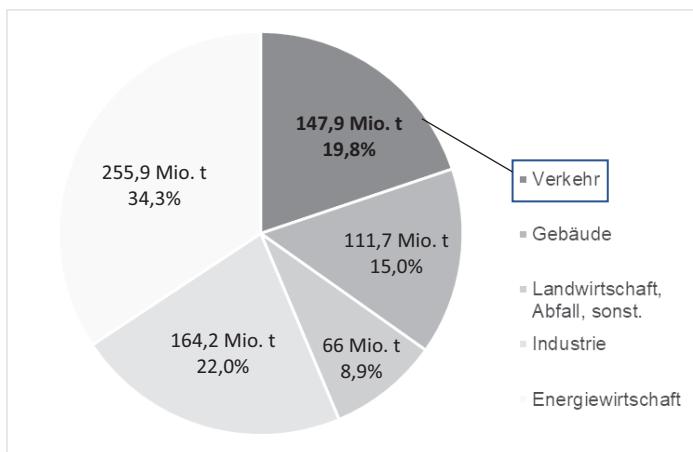
Die Verkehrssysteme des Menschen waren bis zum massenhaften Auftreten von Verbrennungskraftmaschinen praktisch komplett nachhaltig. Die lange Geschichte der, insbesondere automobilen Fahrzeugentwicklung war von stetiger Verbesserung von Komfort und Sicherheit geprägt. In der Ölpreiskrise in den 1970er-Jahren standen Aspekte der (günstigen) Verfügbarkeit von Kraftstoff noch im Vordergrund. Im Laufe der 1980er-Jahre wurden dann gesundheitsgefährdende Emissionen durch Einführung von Dieselrußpartikelfiltern und Katalysatoren reduziert. Durch Einführung der Euro-Normen ab den 1990er-Jahren hat sich die Luftqualität insbesondere in den Städten merklich verbessert. Zwar war spätestens seit den „Grenzen des Wachstums“ die grundsätzliche Endlichkeit von fossilen Kraftstoffen allgemein bekannt, der Zeitpunkt des Peak-Oil schien aber in ferner Zukunft, es wurde noch von Autos mit Atom-antrieb oder vom „Beamen“ geträumt.

Erst durch die Gründung des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC, „Weltklimarat“) durch die Vereinten Nationen 1988 hat ein Umdenken eingesetzt. Zwar waren die Mechanismen von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Klimawandel in Fachkreisen schon länger diskutiert worden. Die Implikationen auf das tägliche Leben praktisch jedes Menschen der gegenwärtigen und der zukünftigen Generationen war in ihrer Tragweite noch nicht in das Bewusstsein der Menschen gedrungen. Es klang schlicht undenkbar, dass durch das bisschen Autofahren, Heizen, Konsumieren das Klima, der Meeresspiegel, die Welt, so wie sie kennen, durch den Menschen grundlegend verändert werden könnten. Man hatte dem Ausgangsprodukt von Verbrennungsprozessen, dem Kohlendioxid, kaum Aufmerksamkeit geschenkt. Es riecht nicht, es ist, anders als Kohlenmonoxid, nicht giftig und in der Atemluft in so kleinen Anteilen vorhanden, dass die sehr geringfügigen Änderungen nicht als wichtig wahrgenommen werden. Erst langsam setzte sich die Erkenntnis durch, dass dieser so unscheinbare Stoff für die Menschheit eine große Bedeutung hat. Spätestens seit den Beschlüssen der UN-Klimakonferenz in Paris 2015 und dem Auftreten der „Fridays for Future“-Bewegung

2018 sind in der allgemeinen Bevölkerung die grundlegenden Mechanismen des Klimawandels bekannt.

Mit dem Green-Deal gab es auf EU-Ebene 2019 erstmals das Ziel, die Netto-Emissionen von Treibhausgasen des Kontinents auf null zu senken. Ähnlich wie das Ziel aus Paris, das „1,5-Grad Ziel“ war aber auch das für die meisten Menschen noch sehr abstrakt. Parallel begannen auf allen Ebenen (global, EU, Bundesebene, regional/kommunal) Klimaschutz-Agenturen, Verwaltungsbereiche und Forschungsinstitute Emissionen zu erfassen und Fördermaßnahmen zu entwickeln. Unternehmen kommunizieren CO<sub>2</sub>-Bilanzen und Dekarbonisierungsstrategien, CO<sub>2</sub>-Zertifikate werden gehandelt, Privatpersonen können den persönlichen „CO<sub>2</sub>-Footprint“ bestimmen lassen.

Inzwischen gibt es für verschiedenste Bilanzgebiete umfangreiche und detaillierte Analysen zu CO<sub>2</sub>-Emissionen. Klassischerweise wird in die fünf Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Landwirtschaft (und sonstige), Gebäude und Verkehr unterteilt. In Deutschland ist der Verkehr für etwa 20 % der Emissionen verantwortlich (Bild 1.1).



**Bild 1.1** Anteil der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor in Deutschland,  
Datenquelle: UBA, Stand: 3/2023 [UBA2024]

Betrachtet man hier zunächst Deutschland, werden für alle Sektoren in den jeweiligen Ministerien Emissionsminderungen durch vielfältige Maßnahmen initiiert. Da es sich um

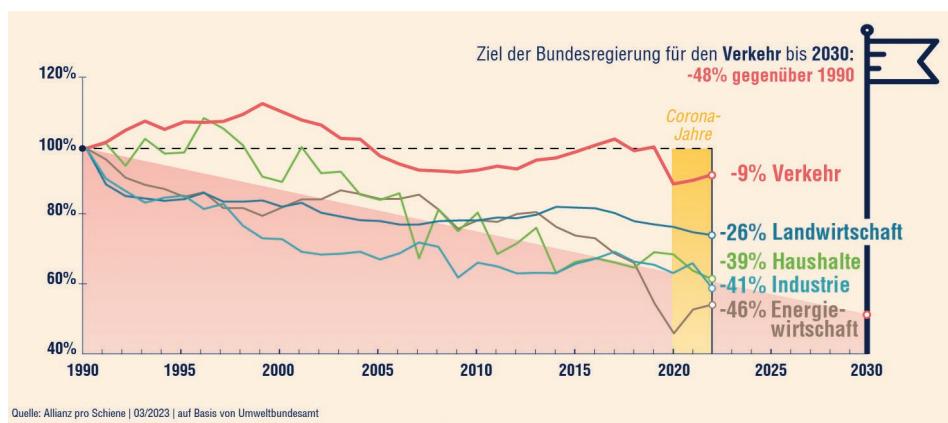
- a) langfristige Prozesse handelt,
- b) die Auswirkungen von Maßnahmen in der Regel gut quantifizierbar sind,
- c) sehr viele Akteure betroffen sind (staatliche Institutionen, privatwirtschaftliche Unternehmen, Bürger/Konsumenten),

d) alle Beteiligten ein Interesse am Erhalt von natürlichen Lebensgrundlagen und des Wohlstandes haben sollten,

müsste eine schrittweise, aber stetige Minderung der Emissionen möglich sein. In vielen Fällen stehen technische Lösungen zur Verfügung, müssen aber natürlich noch zur Marktreife entwickelt und installiert werden.

Schaut man sich die Auswirkungen dieser Maßnahmen an, kann man in der Tat, bezogen auf das Referenzjahr 1990, viele Fortschritte erkennen. In Bild 1.2 werden die prozentualen Verringerungen der Treibhausgasemissionen getrennt nach Sektoren dargestellt. In allen Sektoren ist, von stetigen Schwankungen überlagert, ein grundsätzlicher Trend in Richtung des Zieljahres 2030 zu erkennen. Die große Ausnahme bildet der Verkehr.

Lässt man die Corona-Jahre außer Acht, ist hier praktisch keine Verbesserung zu erkennen. Während sich in anderen Sektoren Verbesserungen zwischen 26 % und 46 % ergeben haben, liegt der Verkehr bei gerade einmal 9 %, mit einer erneut steigenden Tendenz nach den Corona-bedingten Einschränkungen.



**Bild 1.2** Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland, Quelle: Allianz pro Schiene (03/2023) auf Basis von Daten des Umweltbundesamts

Noch deutlicher wird diese Schere bei einer Betrachtung auf EU-Ebene (Bild 1.3). Während der Gebäude-, der Energie-, der Industriesektor und die Landwirtschaft jeweils eine Verringerung im Bereich von 25–40 % erreicht haben, ist im Verkehrsbereich sogar eine Steigerung von 25 % ersichtlich.

Es stellt sich die Frage, warum, trotz der allgemeinen Erkenntnis von der Relevanz des Klimawandels hier keine Verbesserung erkennbar ist?



**Bild 1.3** Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in Europa, Quelle: Europäische Umweltagentur 2022

### Die Verkomplizierung: eine stete Zunahme der Verkehrsleistung

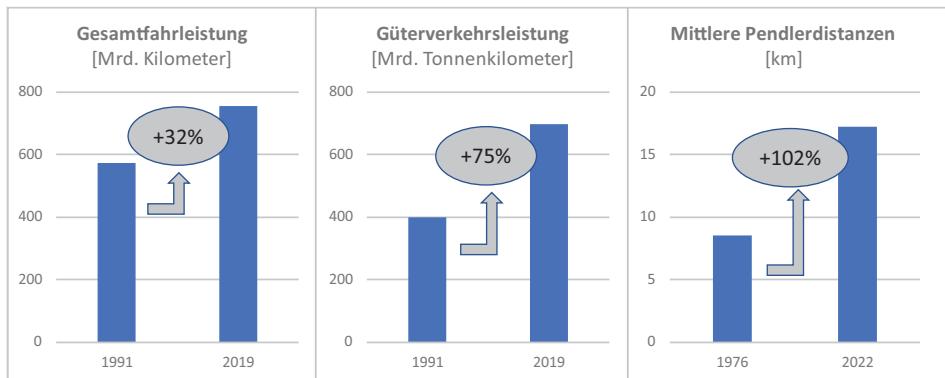
In Deutschland wurde über Jahrzehnte ein Ausbau der Straßenverkehrsinfrastruktur vorangetrieben. Die Fahrzeugindustrie, als eine der Schlüsselindustrien im Land, wurde bei jeder Krise als systemrelevant eingestuft, es galt die damit verknüpften Arbeitsplätze zu sichern. Gerade in Deutschland wurden das technologisch ausgereifte Automobil und die gesamtwirtschaftliche Entwicklung als generell hohe, nationale Güter eingestuft. Das Fahrzeug galt und gilt als Statussymbol, auf die erfolgreiche (Export-) Wirtschaft war man stolz.

Parallel zur Straßeninfrastruktur hat sich ein System von umweltschädlichen Subventionen in Deutschland im Verkehrsbereich gebildet (Daten von 2021, Quelle [UBA2021]):

- Energiesteuervergünstigung für Dieselkraftstoff (8,2 Mrd. EUR p. a.),
- Entfernungspauschale (6,0 Mrd. EUR p. a.),
- pauschale Besteuerung privat genutzter Dienstwagen (3,1 Mrd. EUR p. a.),
- Energiesteuerbefreiung des Kerosins (8,4 Mrd. EUR p. a.),
- Mehrwertsteuerbefreiung für internationale Flüge (4,0 Mrd. EUR p. a.).

Zusammen mit weiteren Förderungen ergibt sich jährlich eine Summe von über 30 Mrd. EUR. Abgesehen von den direkten finanziellen Verlusten ergibt sich im Wesentlichen die massive Unterstützung einer „mobilitätszentrierten Lebensweise“. Für junge Menschen gilt es als normal, lange Wege zum Arbeitsplatz zu pendeln, man glaubt, mobil sein zu müssen, will schnell sein und flexibel.

Die Auswirkungen auf die Gesamtverkehrsleistung sind in Deutschland gut messbar. Bild 1.4 stellt die Zunahme der Gesamtfahrleistung, der Güterverkehrsleistung und der mittleren Pendlerdistanzen dar. Es ist leicht nachvollziehbar, dass bei solchen Steigerungsraten im zwei- bis dreistelligen Prozentbereich eine Verbesserung im Wirkungsgrad von Fahrzeugantriebssträngen nicht ausreicht.



**Bild 1.4** Zunahme der Gesamtfahrleistung, der Güterverkehrsleistung und der Pendlerdistanzen in den letzten Jahren, Datenquellen: [BMDV2024], [Agor2021], [DeAt2022]

Man erkennt, dass die drei klassischen, strategischen Ansätze in der Verkehrsplanung, die „drei V's“

1. Vermeiden (Siedlungsentwicklung, Arbeits-/Lebens-/Mobilitätsmodelle, Reisegewohnheiten),
2. Verlagern (Nutzung von öffentlichem, umweltverträglichem Verkehr),
3. Verbessern (technische Verbesserungen an Fahrzeugen, Effizienzen, Elektroantrieb)

nicht sinnvoll berücksichtigt werden. Wichtig ist die Reihenfolge der drei Hebel: Eine Verkehrsleistung, die vermieden wird, muss später nicht kostenintensiv verbessert werden.

Es stellt sich die Frage, warum das so ist?

### Prozesse und Auslöser für Verhaltensänderungen

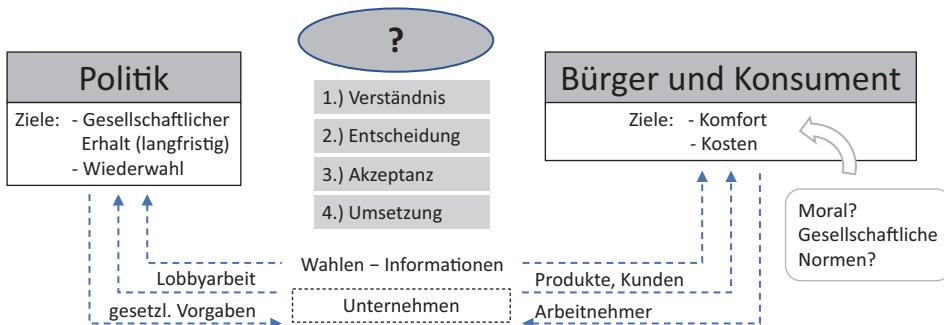
Ein über Jahre eingebüßtes Verhalten zu ändern ist schwer. Das gilt für den privaten wie für den gesamtgesellschaftlichen Bereich. Persönliche Lebensweisen (die Wahl des Wohnortes, die Art des Arbeitsplatzes, die Entfernung zur Arbeit, zum Einkaufen etc.), industrielle Abläufe (Lieferantenketten, JIT-Lieferung etc.), fiskalische Regelungen bis hin zur Straßenverkehrsordnung sind große Widerstände, die Systemveränderungen oft entgegenstehen.

Der Auslöser von Veränderungen kann in Demokratien nur von den Bürgern ausgehen. Dennoch sind diese Bürger neben Wähler immer auch Konsumenten. In einer freien Marktwirtschaft stellt sich daher die Frage, wer letztlich diese Veränderungen auslöst, für sie verantwortlich ist: Ist es die Politik oder sind es die Bürger?

Das enge Wechselspiel zwischen Politik und Bürger wird in Bild 1.5 dargestellt. Für das Treffen von Entscheidungen sind die unterschiedlichen Zielperspektiven zu berücksichtigen. Betrachtet man das Beispiel „Erhöhen des Anteils von E-Fahrzeugen im Bestand in Deutschland“, gibt es immer sowohl eine mögliche politische/fiskalische Dimension (z. B. Besteuerung/Subventionierung von E-Fahrzeugen) als auch die persönlichen (Fahrzeugkosten, Betriebskosten). Die von diesen Entscheidungen betroffenen Unternehmen sind wiederum über vielfältige Weise sowohl mit der Politik als auch mit den Bürgern, in dieser Rolle Konsumenten und Arbeitnehmer, verbunden. Für die Initiierung von Veränderungen ist nach dem Verständnis der Sachlage die eigentliche Entscheidung notwendig. Diese muss wiederum von den Bürgern akzeptiert und umgesetzt werden können. Kommt in dieses „Veränderungssystem“ plötzlich eine neue Zielvorgabe, der Wunsch nach Nachhaltigkeit, so müssen sowohl Politik als auch Bürger schrittweise ihr Verhalten anpassen. Ob die jeweiligen Entscheidungen richtig sind, spiegelt sich dabei auch in den gesellschaftlichen Normen: Werde ich in meiner Entscheidung bestätigt oder kritisiert? Diese Akzeptanzmechanismen (Schritt 3, Bild 1.5) dauern im Mobilitätskontext durch die damit verbundenen Investitionsentscheidungen naturgegeben oft viele Jahre.

- Warum werden noch so viele Verbrennerfahrzeuge verkauft?
- Warum wird so selten der ÖPNV/Umweltverbund gewählt?

Auslöser für Veränderungen zur nachhaltigen Mobilität



**Bild 1.5** Unterschiedliche Zielhorizonte und Einflussmöglichkeiten für Veränderungsprozesse

Viele Ansätze zur Veränderung sind bekannt und quantifiziert. So beschreibt eine Studie des Umweltbundesamtes acht „Bausteine für einen klimagerechten Verkehr“ [UBA2024] detailliert die Möglichkeiten auf dem Weg hin zu einer nachhaltigen Mobilität. Es wird aber schnell deutlich, dass sich die Verkehrsplanung, das Verkehrsrecht und dann in Folge auch das Verhalten der Bürger ändern müssen.

Um die richtigen Entscheidungen, sowohl in der Politik als auch als Bürger und Konsument, treffen zu können, ist zunächst das grundlegende Verständnis der Zusammenhänge und Optionen wichtig. Hier setzt das vorliegende Buch an.

Es gibt viel Wissen, Methoden, Techniken, Anwendungserfahrungen. Sowohl Studierende als auch Entscheider in der Praxis, in der Politik, den Kommunen, den Unternehmen müssen sie kennen.

## 1.2 Aufbau des Buches

Um nachhaltige Lösungen im Bereich Mobilität finden zu können, ist die Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen und Organisationen notwendig. Neben dem Fahrzeugbau, Maschinenbau, der Elektrotechnik sind insbesondere auch die Stadtplanung, Verkehrstechnik, das Wirtschaftsingenieurwesen und die Energietechnik relevant.

Die notwendigen Prozesse und Methoden sollen hier aus verschiedenen Perspektiven dargestellt und die Schnittstellen zu den jeweils anderen Akteuren aufgezeigt werden. Neben der rein ingenieurwissenschaftlichen Perspektive sind insbesondere planerische und politische Aspekte bis zur kommunalen Bürgerbeteiligung von zentraler Bedeutung. So sollen Verständnis für die Anwendung dieser Prozesse geschaffen, relevante Grundlagen vermittelt sowie ausgewählte Praxisbeispiele vorgestellt werden.

Die Kapitel gliedern sich in drei thematische Abschnitte:

### **Abschnitt A: Einführung, neue Randbedingungen, Ziele für den Wandel**

Hier werden in drei Kapiteln zunächst der Zielhorizont aus stadtplanerischer, energetischer und kommunaler Perspektive beschrieben:

- **Kapitel 2: Die Transformation der Mobilität als gesellschaftliche Aufgabe**  
Aus einer stadtplanerischen Sicht werden hier zunächst grundlegende Theorien und Zielbilder für eine nachhaltige Mobilität eingeführt.
- **Kapitel 3: Der Primärenergiebedarf der Zukunft und die Auswirkungen auf die Mobilität**  
Hier sollen die Verfügbarkeit von Energie und die aktuell diskutierten Alternativen zur Speicherung und Nutzung auf globaler und lokaler Ebene aufgezeigt werden.
- **Kapitel 4: Wandel zur nachhaltigen Mobilität aus kommunaler Perspektive**  
Für die anstehenden Veränderungen sind politische Abläufe und die verschiedenen Interessengruppen, insbesondere in Städten, zu berücksichtigen.

## Abschnitt B: neue Technologien und Geschäftsmodelle zur Umsetzung

Für eine konkrete Umsetzung von innovativen, nachhaltigen Mobilitätslösungen werden dann grundlegende technologische Abläufe und wirtschaftliche Zusammenhänge relevant:

- **Kapitel 5: Entwicklung von Technologien für die nachhaltige gewerbliche Mobilität**  
In der Schlüsselfunktion der gewerblichen Mobilität werden Anreizmechanismen und rechtliche Rahmenbedingungen erläutert.
- **Kapitel 6: Stadtlogistik der Zukunft**  
Zur Versorgung der Menschen mit Gütern in Städten sind aus einer Reihe von Herausforderungen innovative logistische Lösungsansätze hervorgegangen.
- **Kapitel 7: Neue Technologien und Geschäftsmodelle für nachhaltige Mobilität auf der Letzten Meile**  
Um neue Logistik-Lösungen auch wirtschaftlich nachhaltig betreiben zu können, sind u. a. Tourenplanung und Auswahl der Fahrzeuge wichtig.
- **Kapitel 8: Klassische Methoden und Prozesse in der Fahrzeugentwicklung**  
Unabhängig von der Art des Fahrzeugs müssen neue Konzepte methodisch entwickelt, strategisch eingeordnet und bewertet werden.
- **Kapitel 9: Besonderheiten in der Entwicklung von Fahrzeugen mit E-Antriebssträngen und Batterie**  
Der Wechsel von Verbrenner- zu Elektrofahrzeugen wird auch durch eine unterschiedliche Effizienz der Energiewandlung im Antriebsstrang begründet.
- **Kapitel 10: Projekt- und Change-Management von komplexen Projekten**  
Innovative Fahrzeugentwicklungen, aber auch die Einführung von neuen Verkehrs- oder Logistikkonzepten werden über Projekt- und Change-Management-Methoden gesteuert.
- **Kapitel 11: Einsatzgebiete von Wasserstoff für die nachhaltige Mobilität**  
Der Einsatz von Wasserstoff bietet insbesondere für Nutzfahrzeuge Potenziale, hier werden die Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten einer Wasserstoffwirtschaft erläutert.

## Abschnitt C: Vernetzung, Synergien und Erfahrungen aus der Umsetzung

Der dritte Abschnitt zeigt Beispiele aus Praxisprojekten und erste Erfahrung aus der Umsetzung von nachhaltigen Mobilitätslösungen auf:

- **Kapitel 12: Netzwerkbildung zwischen Hochschulen, Kommunen und Herstellern**

Die Verbindung unterschiedlicher fachlicher und funktionaler Akteure wird am Beispiel von Gremienarbeit und Forschungsprojekten aus der Region Hannover aufgezeigt.

- **Kapitel 13: Klimafreundliche Mobilität im Landkreis Hameln-Pyrmont**

Für den ländlich geprägten Landkreis werden, Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen und ausgewählte Kampagnen der Koordinierungsstelle Klimafreundliche Mobilität vorgestellt.

- **Kapitel 14: Bündeln von Kompetenzen am Beispiel der Plattform Urbane Mobilität (PUM)**

Der Zusammenschluss verschiedener Hersteller und Städte hat über die Entwicklung von fünf Raumkategorien dafür jeweils optimale Mobilitätsformen über Zielbilder aufgezeigt.

Jedes Kapitel stellt eine in sich geschlossene Einheit dar und kann separat verstanden werden. Sinnvoll ist natürlich die bereichsübergreifende Lektüre zum Verständnis der Zusammenhänge und Schnittstellen.

Neben Literaturangaben zur weiteren Vertiefung werden kapitelbezogene Verständnisfragen gestellt. Exemplarische Lösungen finden sich in Kapitel 15, dieses kann unter [plus.hanser-fachbuch.de](http://plus.hanser-fachbuch.de) komplett heruntergeladen werden.

## Literaturverzeichnis

[Agor2021] Agora Verkehrswende: Pendlerverkehr in Deutschland – Zahlen und Fakten zu den Wegen zwischen Wohn- und Arbeitsort. Berlin, September 2021

[BMDV2024] Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV): Verkehr in Zahlen 2023/24. S. 152 f. Berlin, 2024

[DeAt2022] Deutschlandatlas: Immer mehr Pendlerinnen und Pendler: So hat sich das Pendelverhalten in Deutschland verändert. Pendlerverflechtungsmatrix der Bundesagentur für Arbeit, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Berlin, 2022, [www.deutschlandatlas.bund.de](http://www.deutschlandatlas.bund.de)

[UBA2021] Umweltbundesamt: Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Aktualisierte Ausgabe, Dessau-Roßlau, 2021

[UBA2024] Umweltbundesamt: Klimaschutzinstrumente im Verkehr, Bausteine für einen klimagerechten Verkehr. Dessau-Roßlau, 2024

# Index

## Symbol

8-Phasen-Modell nach Kotter 241

## A

Ammoniak 38  
Amsterdam 71  
Anforderung 179  
Anforderungsliste 178  
Anforderungsmanagement 178, 180  
Antriebe  
– alternative 312  
Auswahlmethoden 186  
autonomes Fahren 102

## B

Barcelona 71  
Batterie 207  
Batteriekapazität 228  
Batteriespeicher 44  
Benchmarking 193, 199  
Beteiligung 76  
Beteiligungsbedarfsabschätzung 77  
Beteiligungsmanagement 79  
Beteiligungsmodell 78  
Beteiligungsparadoxon 77  
Beteiligungsstufenmodell 78

Bewertungsmethoden 186  
biogene Energiequelle 54  
Biomethan 43  
Brennstoffzelle 260

## C

Carsharing 318  
Change-Management 238  
– Kommunikation 242  
– Widerstand 245  
Clean Vehicles Directive 96  
CO<sub>2</sub> 2  
Cost-Tables 198  
Crowdshipping 161

## D

Dark Kitchen 154  
Dark Store 154  
Design to Cost 200  
digitales Shoppen 109  
Digitalisierung 73  
Drohne 157

## E

E-Antriebsstrang 207  
E-Bus 317

- E-Fuel 262
- Einzelkosten 171
- Elektro-Lastenräder 129
- Elektromobilität
  - gewerbliche 94
  - Standortkonzept 283, 285
- Energie
  - Import 36
  - Speicherung 44
- Energieverbrauch
  - Landkreis 304
- Energiewandlungseffizienz 220
- Energiewende 50
- Enterprise Resource Planning (ERP)
  - 170
- Environmental, Social and Corporate Governance (ESG) 151

## F

- Fahrer
  - Kosten 167
- Fahrrad 81
- Fahrrad-Leasing 315
- Fahrradparken 86, 315
- Fahrzeug
  - als Energiewandlungssystem 223
  - Fahrzeugentwicklung 175
    - Ablaufplan 177
  - Fahrzeugnutzung 114
  - Fahrzeug-Reichweiten-Effizienz 218
  - Fulfillment-Center 155

## G

- Gemeinkosten 171
- Gemischte Quartiere 326
- Geografische Informationssysteme (GIS)
  - 143
- Gewerbegebiet 330

## H

- Hub 129
- hybrides Shoppen 109
- Hydrogen Refilling Station (HRS)
  - 47

## I

- Innenstadt 325
- Integration
  - Fallstudie 248
- Intermodalität 74, 318
- Intuition 181

## K

- Kampagnen
  - Klimafreundliche Mobilität 310
- Kaverne 45
- Kernstadt 325
- Klimaweisen-Rat
  - Region Hannover 290
- Klimaziele 54
- Konsultation 78
- Koordinierungsstelle
  - Klimafreundliche Mobilität 306
- Kopenhagen 72
- Kosten
  - Fahrzeuge 168
  - intervallfixe 169
  - IT 170
  - sprungfixe 169
- Kostenforechecking 199
- Kostenkontrolle
  - Logistik 114
- Kostenmanagement 194f.
- Kostenschätzung
  - Methoden 195
- Kostenwahrheit 69
- Kraftstoffe
  - synthetische 263
- Kreativität 181

Kreativitätmethoden 181  
– diskursive 184  
– intuitive 183  
Kurier-Express-Paketdienst 149

## L

Ladegeschwindigkeit 228  
Ladeinfrastruktur 94, 280  
Ladeinfrastrukturaufbau 296  
Ladesäule 313  
Lager  
– ineffizientes 113  
Lastenfahrrad 156  
Leitungsnetz  
– Wasserstoff 46  
Letzte Meile 149  
– Geschäftsmodelle 163  
Lieferantenmanagement 192f.  
Lieferprozess 113  
Lieferroboter 157  
Linear-Performance-Pricing 200  
Liquid Hydrogen 39  
Liquid Organic Hydrogen Carriers 39  
Logistikunternehmen 118  
Luftverkehr 267

## M

Materialkostenmethoden 198  
Merkmal 179  
Metallhydride 46  
Methanol 38  
Micro-Hub 154, 169  
Mikromobilität 144  
Milkrun-Tour 131  
Mitarbeitermotivation 244  
Mitgestaltung 79  
Mitwirkung 76  
Mobilität  
– gewerbliche 91  
– individuelle 69  
– klimafreundliche 301  
– kommunale 67

– nachhaltige 11, 17  
– Transformation 11  
– urbane 61  
Mobilitätsgewohnheiten 63, 75  
Mobilitätsmanagement 75, 330  
Mobilitätsstationen 318  
Mobilitätswende 12, 65  
Mobility as a Service (MaaS) 98  
Modal Split 63  
Modellstadt 324  
Multimodalität 74

## N

Nachhaltigkeit 2, 171  
Nachtsprung 151  
Netzwerk 276  
– regionale Akteure 275  
– Region Hannover 287  
Netzwerkbildung 275  
Nutzfahrzeuge  
– elektrische leichte 93  
Nutzwertanalyse 187

## O

OEM 193, 235  
Öffentlicher Raum  
– Nutzung 70  
OI-Effizienz 216  
On-Demand-Mobilität 98  
On-Demand-Pakete  
– hyperlokale 160  
On-Demand-Services  
– autonome 98  
On-Demand-Verkehr 316  
On-Demand-Zustellung  
– hyperlokale 150  
ÖPNV 316

## P

Paketautomat 162  
Pakete pro Stopp 125

Paketmengen 109  
 Paketshop 162  
 Paketvolumen 164  
 Photovoltaik 41  
 physisches Shoppen 108  
 Picker 154  
 Primärenergiebedarf 33  
 Primärfunktion 215  
 Produktentstehungsprozess  
 – Fahrzeuge 176  
 Produktentwicklung  
 – nach VDI 2222 177  
 Projektdurchführung 234  
 Projektmanagement 233  
 – Methoden 237  
 Projektplanung 234  
 PUDOS (Pick-up and Drop-off) 132  
 push & pull 68  
 Push- und Pull-Maßnahmen 26

## Q

Quartiere  
 – Geschosswohnungsbau 327

## R

Radfahren 81  
 Radverkehr 315  
 Radwegeförderung 315  
 Raumkategorien 324  
 Raumstruktur 20  
 Reichweite 228  
 Relativkosten 199  
 Routing-Algorithmen 131

## S

Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungsgesetz  
 96  
 Schienenverkehr 269  
 Schiffsverkehr 269  
 Schulkampagne  
 – Klimafreundliche Mobilität 311

Situations- und Wettbewerbsanalyse  
 189  
 Solarenergie 53  
 – Flächenbedarf 35  
 Solarstromspeicher 44  
 Sortiermaschine 154  
 Stadtentwicklung 65  
 Stadtlogistik 107  
 – Ecosystem 127  
 – Erfolgsfaktoren 122  
 Stadtteilnetze 85  
 Stakeholder  
 – Stadtlogistik 116  
 Stärken-Schwächen-Analyse 191  
 STEM-Zeit 126  
 – Verkürzung 143  
 Stoppdichte 125  
 strategisches Management 189  
 Stromnetz 51  
 Superblock-Konzept 72  
 SWOT-Analyse 190  
 Systemkomplexität 212

## T

Tankstelleninfrastruktur  
 – Wasserstoff 266  
 Target Costing 202  
 Tier-1 193  
 Tier-2 193  
 Tipping Point 17  
 Total Cost of Ownership (TCO) 95  
 Tourenplanung 158  
 – mehrstufige 159  
 Track-and-Trace-Funktion 131  
 Transformation  
 – sozio-technische 14  
 Traveling-Salesperson-Problem (TSP)  
 158  
 Treibhausgasemissionen  
 – Landkreis 304

**U**

- urbane Logistik 292
- Urbane Mobilität
  - Plattform (PUM) 323
- UTR, under the roof 126

**V**

- Veränderungsmodell nach Lewin 239
- Veränderungsprozess
  - kommunaler 279
  - Leadership 246
- Verkehr 46
  - Emissionen 3
  - intermodaler 75
  - multimodaler 75
  - Umweltfolgen 62
- Verkehrsentstehung 20
- Verkehrsleistung
  - Zunahme 5
- Verkehrsverlagerung 22
- Verkehrsvermeidung 22
- Vernetzung 309, 325

- Verpackungskonzepte 115
- Versender 117
- Verteilzentrum 154, 169
- Vorrangnetze 84

**W**

- Wasserstoff 38
  - als Energiespeicher 45
  - Direktverbrennung 262
  - Einsatzgebiete 253, 255
  - Verkehrssektor 260
- Wasserstoffbedarf 257
- Wasserstoffbereitstellungskosten 258
- Wasserstoftankstelle 47
- Wasserstoffwirtschaft
  - grüne 253
- Wechselbehälter 154
- Windanlage 40
- Windenergie 53
- Wirkungsgrad 220
- Wirtschaftsverkehr 91
- Wohnquartiere
  - suburbane 329