

Manfred Flore, Uwe Kröcher, Claudia Czycholl (Hrsg.)

# Unterwegs zur neuen Mobilität

Perspektiven für Verkehr,  
Umwelt und Arbeit



# Inhaltsverzeichnis

<b>Es ist Zeit, Mobilität neu zu denken</b>	9
von Manfred Flore, Uwe Kröcher, Claudia Czycholl	

## **Teil 1 Klimaschutz und Verkehrswende**

<b>Herausforderung Klimaschutz: Warum wir keine Zeit mehr haben</b>	19
von Markus Große Ophoff	

<b>Wissen, was zu tun ist – Mobilität neu denken</b>	33
von Manfred Flore und Uwe Kröcher	

<b>Auslaufmodell Privatauto – von der Notwendigkeit, mentale Pfadabhängigkeiten zu überwinden</b>	53
von Weert Canzler und Andreas Knie	

<b>Mobilität und soziale Gerechtigkeit</b>	75
von Stephan Daubitz und Oliver Schwedes	

## ***Elektromobilität in der Diskussion***

<b>Es geht nicht ohne Elektroautos!</b>	99
von Jens Clausen	

<b>Elektromobilität heißt: Bahn, Tram &amp; E-Bike Warum Elektroautos keine Zukunft haben</b>	107
von Winfried Wolf	

<b>Sauberer Verkehr? Super, aber nicht auf Kosten von Menschen im globalen Süden</b>	117
von Maren Leifker	

## **Teil 2 Beschäftigung und Verkehrswende**

- Man kann nur transformieren, was noch da ist –  
beschäftigungspolitische Wege in der Transformation der  
Automobilindustrie** 127  
von Thorsten Gröger und Thomas Müller
- Konversionsdebatten in der Automobilindustrie** 139  
von Antje Blöcker
- Verkehrswende als Jobmotor oder Jobkiller?  
Beschäftigungsperspektiven im Mobilitätssektor** 161  
von Uwe Kröcher, Hans Lawitzke, Matthias Pippert
- Krise des Bahnkonzerns und Jobchancen im Schienenverkehr** 185  
von Winfried Wolf
- Eine »systemrelevante« Branche attraktiv machen –  
Arbeitsbedingungen und Fachkräftemangel im  
öffentlichen Nahverkehr** 207  
von Mira Ball

## **Teil 3 Auf dem Weg in eine andere Zukunft**

- Gewerkschaften in der Großen Transformation – konservierende  
oder transformierende Interessenpolitik?** 225  
von Klaus Dörre
- Das Auto FairWandeln –  
eine gewerkschaftliche Strategie für die sozial-ökologische  
Transformation einer Leitbranche** 247  
von Uwe Meinhardt und Thomas Würdinger

<b>Die Notwendigkeit einer umfassenden Mobilitätswende</b>	267
von Daniel Rieger und Johannes Rußmann	
<b>Mit Fakten die Welt verändern – Scientists for Future und die neue Rolle der Wissenschaft?</b>	277
von Saskia Knispel de Acosta, Laura Herzog, Volker Stelzer	
<b>Einfach umsteigen, aber wie? – klimagerechte Mobilität für alle</b>	293
von Hermann Mahler	
Autorinnen und Autoren	313

# Es ist Zeit, Mobilität neu zu denken

von Manfred Flore, Uwe Kröcher, Claudia Czycholl

»Wie könnt ihr es wagen? Seit mehr als 30 Jahren ist sich die Wissenschaft völlig im Klaren. Wie könnt ihr es wagen, wegzuschauen und hierherzukommen und zu sagen: ›Wir tun genug!‹ – während weiterhin nirgendwo notwendige Maßnahmen und Lösungen in Sicht sind.« (Thunberg, 2019) In ihrer weltweit bekannten Rede auf dem UN-Klimagipfel am 23. September 2019 in New York hielt die schwedische Schülerin und Aktivistin Greta Thunberg den 60 angereisten Staats- und Regierungschefs eine erschütternde Bilanz vor Augen. Im Verlauf ihrer Rede bezeichnet sie dieses Nichthandeln der politischen Klasse als »Verrat« an der jungen Generation. Weitere zwei Monate später erschien das Buch mit dem provokanten Titel *Ihr habt keinen Plan – Darum machen wir einen*, in dem sich acht junge Studierende an die ältere Generation wenden (Langer 2019). Bevor sie ihre »10 Bedingungen für die Rettung unserer Zukunft« präsentieren, weisen sie die Verantwortung für den katastrophalen Zustand unseres Planeten sehr direkt zu. Dabei will die mit wissenschaftlichen Erkenntnissen unterfütterte Anklage an alle Älteren provozieren und zugleich dazu einladen, gemeinsam aktiv zu werden: »Wir nehmen euch in Haftung für alle Kosten, die ihr uns aufbürdet, für alle Folgen und Katastrophen, die euer Verhalten für unser Leben hat. [...] Wir werden euch immer und immer wieder an eure Verantwortung erinnern. Denn wir haben es satt, die Konsequenzen eurer Inkonsequenz und eurer Versäumnisse zu tragen.« (Ebd. S. 21f.)

Auch wenn die Zuspitzung ökologischer Krisen keinen reinen Generationenkonflikt darstellt, müssen sich von diesem Vorwurf und Appell vor allem die zumeist älteren Entscheidungseliten in Politik und Gesellschaft angesprochen fühlen, die aber von der überwiegenden Mehrheit der Menschen bei ihrem Handeln gestützt werden. Der Vorwurf des unterlassenen Handelns beruht auf den Ergebnissen der Klimaforschung, die seit vielen

Jahren unmissverständlich belegt, dass der Klimawandel vom Menschen verursacht wird (Große Ophoff in diesem Band; UBA 2013; Rahmstorf & Schellnhuber 2018). Dabei ist die Übereinstimmung in der naturwissenschaftlichen Klimaforschung stetig gewachsen und wird heute vom Weltklimarat (IPCC) auf über 90 Prozent taxiert (Schneidewind 2018, S. 136 ff.).

Die Frage, wie stark die Reduzierung klimaschädlicher Gase ausfallen muss und damit wie viel Zeit für die Umsetzung erforderlicher Maßnahmen bleibt, ist ebenfalls gut erforscht. Auf der Basis kontinuierlich verfeinerter Modellrechnungen bezifferte der Sachverständigenrat für Umweltfragen, das wissenschaftliche Beratungsgremium der Bundesregierung, die verbleibende Restmenge an klimaschädlichen Gasen, die ab 2020 in Deutschland noch emittiert werden dürfen, damit die Pariser Klimaziele noch eingehalten werden können, auf 6.600 Millionen Tonnen. Blicke es beim derzeitigen Ausstoß, wäre das Budget in knapp acht Jahren (!) verbraucht (Götze & Joeres 2020, S. 13). Obwohl alle Modelle zur Berechnung der Erderwärmung noch erhebliche Unsicherheiten enthalten, zeigen die Messdaten von heute die hohe Qualität bereits der frühen Prognosemodelle. Der Weltklimarat (IPCC) bestätigt diesen Befund in seinen Jahresberichten (z. B. IPCC 2013).

Für Schlagzeilen sorgten Wissenschaftler des Ölkonzerns Exxon, die mit ihrer Prognose aus dem Jahr 1982 zum erwarteten CO<sub>2</sub>-Anstieg und der daraus resultierenden Erderwärmung fast exakt die reale Entwicklung bis heute vorausgesagt hatten. Obwohl der Konzern bereits sehr früh über den Zusammenhang Bescheid wusste, startete er eine große Kampagne zur Irreführung der Öffentlichkeit (Rahmstorf 2019). Der Vorgang illustriert den Widerstand, der aus Reihen der Wirtschaft Klimaschutzmaßnahmen entgegenschlägt und sich mit dem beispiellosen »Diesel-Betrug« der Automobilindustrie bis in die heutige Zeit fortsetzt. Der VW-Konzernchef Herbert Diess gestand diesen Vorgang zum Entsetzen seiner hauseigenen Juristen öffentlich in der ZDF-Talkshow *Markus Lanz* am 18. Juni 2019 mit den Worten »Das, was wir gemacht haben, war Betrug, ja!« (ZDF 2019, Min. 55:14).

Trotz des steigenden Zeitdrucks zeigen sich Wirtschaft und Politik bisher nur begrenzt handlungswillig und handlungsfähig. Der Gründungsdi-

rektor des renommierten Potsdamer-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) und einer der weltweit führenden Klimaforscher Hans-Joachim Schellnhuber drückt diesen Widerspruch so aus: »Beim Klimagipfel in Paris war ich geschockt: Wir Wissenschaftler wären zufrieden gewesen, wenn man die Zwei-Grad-Begrenzung der Erderwärmung zum Völkerrecht gemacht und effektive Maßnahmen zur Beachtung dieser Leitplanke beschlossen hätte. Was aber hat die Politik getan? Sie hat gleich noch eine Schippe draufgelegt, nämlich ein noch ehrgeizigeres Ziel vereinbart, aber dafür die Maßnahmen weggelassen! Das können nur Diplomaten – das ist völlig schizophren. Sie haben sich dabei ganz toll gefühlt, und wir Wissenschaftler standen mit hängenden Schultern daneben und haben gesagt: ›Ja, wir lieben das 1,5-Grad-Ziel, aber bitte sagt uns, wie ihr das erreichen wollt.« (Schellnhuber 2019)

## 1 Kein Klimaschutz ohne soziale Gerechtigkeit

Wenn man das schon erwähnte zur Verfügung stehende Restbudget an CO<sub>2</sub>-Emissionen, das nur noch zur Erreichung des 1,5-Grad-Ziels ausgestoßen werden darf, auf alle Menschen weltweit umlegt, verfügt jede Person etwa über 2,5 Tonnen pro Jahr. In Deutschland liegen wir mit der Pro-Kopf-Emission von 8,5 Tonnen CO<sub>2</sub> fast dreieinhalbmal darüber. Allerdings ist das nur der Durchschnitt. Allein für den Verkehr emittiert das reichste Fünftel in Deutschland fast vier Tonnen CO<sub>2</sub>, während das ärmste Fünftel lediglich knapp 1,5 Tonnen freisetzt (Frey et al. 2020, S. 9 f.). Damit wird deutlich, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen ökologischem Fußabdruck und der Verteilung von Einkommen und Vermögen. Die Schere zwischen Arm und Reich ist seit Jahren sowohl auf globaler als auch auf nationaler Ebene gewachsen; sie befeuert den steigenden Ressourcenverbrauch und beschleunigt den Klimawandel.

Das bedeutet: Eine Reduzierung der Treibhausgase muss mit dem Abbau sozialer Ungleichheit einhergehen. Wenn eine drastische Reduktion von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen in so kurzer Zeit realisiert werden soll, dann muss ein tief greifender gesellschaftlicher Wandel vollzogen werden. Dieser droht aber (weitere) Verlierer\*innen und Gewinner\*in-

nen hervorzubringen. Die zentrale Frage ist, wie kann ein solch großer Transformationsprozess die ökologischen Ziele erreichen und dabei verteilungsgerecht sein? »Gerechtigkeit ist der Schlüssel für eine nachhaltige Wirtschaftsweise, wenn sie global funktionieren soll. Nur so kann man verhindern, dass die ökologische Frage gegen die soziale ausgespielt wird. Beide gehören zusammen und lassen sich nur gemeinsam lösen«, resümiert die Transformationsforscherin und Mitbegründerin der Initiative Scientists for Future Maja Göpel (2020, S. 179).

Der Gerechtigkeitsaspekt bei der Transformation zu emissionsfreier Mobilität bezieht sich zunächst auf Umfang und Art von Mobilität, was Fragen aufwirft: Welche Verkehre sind notwendig, welche nicht vertretbar? Welche Verkehrsmittel sind für welche Wege sinnvoll, welche Optimierungen in Technik und Nutzung scheinen die größten ökologischen Effekte hervorzubringen? Welche sozialen Rückwirkungen müssen dabei berücksichtigt werden? Des Weiteren wird die Arbeitswelt hochgradig betroffen sein: Es wird zu wegfallender Beschäftigung und zu neuen Qualifikationsanforderungen, insbesondere in der Automobilindustrie, kommen. In anderen Bereichen werden dagegen Beschäftigungsgewinne verbucht werden. Doch dies vollzieht sich nicht einfach so, sondern wird das Ergebnis sozialer Kämpfe sein. Wie können die Interessen der derzeitig Beschäftigten in den betroffenen Bereichen berücksichtigt werden, ohne dass die ökologischen Ziele vernachlässigt werden? Welche beschäftigungspolitischen Maßnahmen müssen flankiert werden, um die Transformation sozial gerecht werden zu lassen? »Mobilität neu denken« meint daher mehr als Konzepte für eine ökologische und sozial gerechte Verkehrswende. Es bedeutet gleichfalls, unterschiedliche Interessenlagen der Akteure, offene oder verborgene Machtkonstellationen, Mechanismen politischer Einflussnahme oder eine veränderte Rolle von Wissenschaft in diesem Prozess mitzudenken, ohne die ein erfolgreicher Wandel kaum möglich sein wird.

Die Beiträge in diesem Buch sind nicht immer »leichte Kost«, eröffnen aber Aussichten auf eine neue und bessere Mobilität, für die ein Engagement lohnt. Sie entstammen Perspektiven und Einschätzungen aus den drei Akteursgruppen Wissenschaft, Klima- und Umweltbewegung und

Gewerkschaften, die entlang der drei Überschriften: *Klimaschutz und Verkehrswende*, *Beschäftigung* und *Verkehrswende und Auf dem Weg in eine andere Zukunft* zusammengestellt sind. Die Beiträge stellen wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse der Klima-, Umwelt- und Mobilitätsforschung in Bezug zum verkehrspolitischen Handeln der letzten 30 Jahre, diskutieren innovative Konzeptionen einer sozial gerechten und nachhaltigen Mobilität im Zusammenhang mit den erforderlichen Schritten eines gesellschaftlichen Wandels, analysieren Interessenlagen und Konfliktlinien von Klimaschutz- bzw. Umweltbewegung und Gewerkschaften und verbinden die Debatte über mögliche Wege einer Verkehrswende mit Ideen ihrer Realisierung. Dabei wird auch die Frage nach der Verantwortung gestellt, die von der jungen Generation lautstark aufgeworfen wird. Wer trägt die Verantwortung für den aktuellen Zustand, und wer übernimmt sie für die Gestaltung der Zukunft? Wo liegt die Verantwortung von Wissenschaft, von Parteien und Organisationen, von den Gewerkschaften, von uns allen? Mit dem Versuch, Antworten auf diese Fragen zu finden, löst das Buch kontroverse Debatten aus. »Mobilität neu denken« heißt auch, sich vom Status quo zu lösen, unterschiedliche Interessen offen zu diskutieren und Kritik zuzulassen, also einen konstruktiven Dialog zu führen. Zu diesem möchten wir Sie mit diesem Sammelband herzlich einladen.

## Literatur

- Frey, K. et al. (2020): Verkehrswende für ALLE. So erreichen wir eine sozial gerechtere und umweltverträglichere Mobilität (Position August 2020, Umweltbundesamt), Berlin.
- Göpel, M. (2020): Unsere Welt neu denken. Eine Einladung, Berlin.
- Götze, S.; Joeres, A. (2020): Die Klimaschmutzlobby, München.
- IPCC (2013) Deutsche Koordinierungsstelle: Klimaänderung 2013 [[https://www.de-ipcc.de/media/content/AR5-WGL\\_SPM.pdf](https://www.de-ipcc.de/media/content/AR5-WGL_SPM.pdf); 21.12.2020].
- Langer, C. (2019): Ihr habt keinen Plan – Darum machen wir einen. Der Jugendrat der Generationen Stiftung, München.
- Rahmstorf, S. (2019): Ein Forscher sagt schon 1977 den Klimawandel voraus – leider arbeitete er bei Exxon, zitiert nach Spiegel online vom 30.11.2019 [<https://www.spiegel.de/>]

wissenschaft/natur/james-black-sagte-1977-die-klimakrise-voraus-leider-arbeitete-er-bei-exxon-a-1298292.html; 21.12.2020].

Rahmstorf, S.; Schellnhuber, H.J. (2018): Der Klimawandel, München.

Schellnhuber (2019): Wir verbrennen das Buch des Lebens. Interview in DerStandard vom 29.11.2019 [<https://www.derstandard.de/story/2000111534109/klimaforscher-schellnhuber-wir-verbrennen-das-buch-des-lebens>; 16.12.2020].

Schneidewind, U. (2018): Die große Transformation, Frankfurt am Main.

Thunberg, G. (2019): Wie könnt ihr es wagen. Rede auf dem UN-Klimagipfel am 23.9.2019. Hier zitiert nach: Lunapark21, Heft 48, Michendorf.

Umweltbundesamt (UBA) (2013): Und sie erwärmt sich doch, Berlin [[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und\\_sie\\_erwaermt\\_sich\\_doch\\_131201.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf); 15.12.2020].

ZDF (2019): Markus Lanz, Sendung vom 18.06.2019 [<https://www.youtube.com/watch?v=3OABdHUHuvo>; 19.02.2021].





# **Teil 1**

## **Klimaschutz und Verkehrswende**



# Herausforderung Klimaschutz: Warum wir keine Zeit mehr haben

von Markus Große Ophoff

Einhergehend mit dem ersten Jahrestreffen des Club of Rome im Jahr 1970 und der nachfolgenden Veröffentlichung *Limits to growth* von Meadows (1972), wurde die Diskussion zu den Grenzen des Wachstums unserer Gesellschaft eröffnet. Dies war der Grundstein für den Diskurs über die Zukunft des Planeten Erde und die Grenzen seiner Belastbarkeit durch das menschliche Handeln. Seit Mitte der 1990er-Jahre arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Identifizierung spezifischer Leitplanken für die Belastbarkeit des Planeten Erde. Hier ist unter anderem das sogenannte 2-Grad-Ziel zu nennen (WBGU 1997), das 2015 mit der Verabschiedung des Weltklimaabkommens in Paris zum ersten Mal in einem völkerrechtlichen Abkommen verankert wurde. Die Unterzeichnerstaaten verpflichteten sich, den Klimawandel auf deutlich unter zwei Grad, möglichst auf 1,5 Grad zu begrenzen (UN 2015). In den vergangenen Jahren hat das Thema der »Planetaren Leitplanken/Planetary Boundaries« (Rockström 2009; WBGU 2011; Steffen 2015) weiter an Aktualität gewonnen und es findet auf internationaler Ebene ein wissenschaftlicher und politischer Diskurs über die Möglichkeiten der gesellschaftlichen Entwicklung innerhalb der Leitplanken für die Belastung des Planeten Erde statt.

## 1 Planetare Leitplanken

Das System Erde befand sich in den letzten rund 10.000 Jahren in einem klimatisch bemerkenswert stabilen Zustand, der in der Geologie »das Holozän« genannt wird. Der Zustand zeichnet sich durch beständige Temperaturen, Verfügbarkeit von frischem Wasser und intakten biogeochemischen Stoffkreisläufen aus, die eine menschliche Entwicklung hin zu unserer aktuellen Lebensweise ermöglichten. Erst durch diese stabile

klimatische Phase wurde der Übergang von menschlichen Jäger-und-Sammler-Kulturen zu sesshaften Bauern mit domestizierten Tieren und Pflanzen, dem Neolithikum, möglich. Die Grundlage für unsere heutige Lebensweise wurde gelegt. Spätestens mit Beginn der industriellen Revolution nahm der Mensch jedoch immer mehr Einfluss auf die Umweltbedingungen und führte einen globalen Wandel herbei. Seit den 1950er-Jahren dokumentiert die Wissenschaft eine verstärkte Beschleunigung des anthropogenen (menschengemachten) Einflusses – die sogenannte »Große Beschleunigung/Great Acceleration« (Steffen 2015a). Außerdem sind durch den Menschen neue Stoffe wie Radionuklide, Plastik oder Nanomaterialien in die Umwelt gelangt, die Geolog\*innen in der Zukunft in den Sedimenten werden nachweisen können. Durch den großflächigen Einsatz von Beton entstehen darüber hinaus anthropogene Gesteinsschichten. Aufgrund dieser Beobachtungen wird in der Wissenschaft auch der Eintritt in ein neues erdgeschichtliches Zeitalter, das Anthropozän (Crutzen 2002; Leinfelder 2015; Colin 2016), diskutiert.

Die menschlichen Aktivitäten haben ein Niveau erreicht, das die Stabilität der Systeme, die die Erde in ihrem Holozän-Zustand halten, nachhaltig stören könnte. Wissenschaftler\*innen heben neun Prozesse hervor, welche die Stabilität maßgeblich bestimmen. Diese beeinflussen die globalen Wechselwirkungen zwischen Land, Ozeanen, Atmosphäre und Lebewesen, die zusammen die Umweltbedingungen ausmachen, auf denen unsere Gesellschaften fußen.

Mit dem Konzept der planetaren Leitplanken werden Wechselwirkungen zwischen menschlichem Handeln und ökologischen Prozessen im Gesamtsystem Erde verdeutlicht. Die Systeme sind eng miteinander verknüpft und können nicht getrennt voneinander betrachtet werden. Das Überschreiten einer oder mehrerer Leitplanken stellt ein Risiko für die globalen ökologischen Rahmenbedingungen und damit für die Lebensgrundlage zukünftiger Generationen dar. Die Systemveränderungen können schnell oder langsam ablaufen, zudem sind sie nicht unbedingt linear, und sie können irreversibel sein. Eine spezielle systemische Dynamik wird insbesondere an sogenannten Kippelementen deutlich. Werden »Kippelemente« oder »Tipping Points« im System überschritten, geht es sozusagen

unaufhaltsam in einen anderen Systemzustand mit veränderten Strukturen und Funktionsweisen über. Menschliche Aktivitäten können also das Erdsystem so weit beeinflussen, dass die Folgen nicht mehr reversibel sind. Es kann zu abrupten Umweltveränderungen kommen, die zu einem neuen und stabilen Zustand des Erdsystems führen, der der menschlichen Entwicklung allerdings weniger zuträglich ist. Sorgt das menschliche Handeln dafür, dass die zivilisatorische Entwicklung sich im Rahmen dieser Leitplanken bewegt und die Belastbarkeitsgrenzen nicht überschritten werden, so kann das System Erde annähernd in seinem bisherigen stabilen Zustand des Holozäns bleiben, in welchem es sich bei Veränderungen selbstständig regulieren kann und an den die menschlichen Gesellschaften mit ihrer Lebensweise weitestgehend angepasst sind.

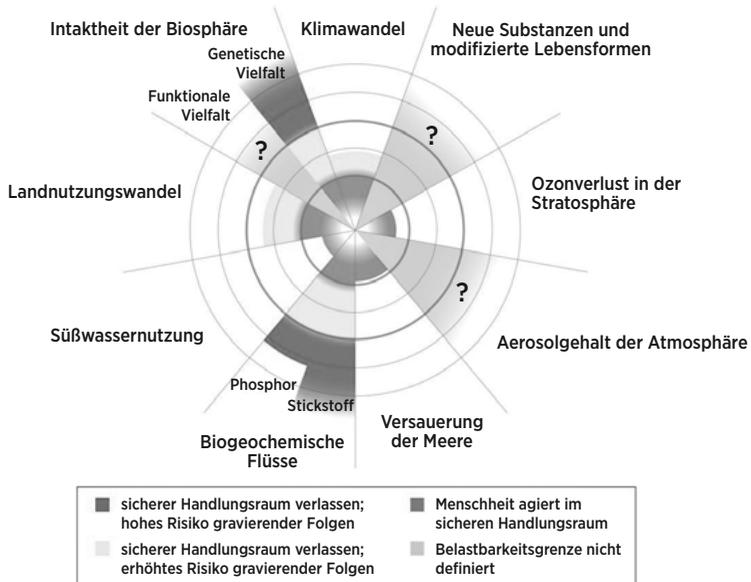


Abb. 1: Planetare Leitplanken für neun globale Prozesse (Quelle: Steffen 2015)

Von besonderer Bedeutung sind zwei Hauptleitplanken: der Klimawandel sowie die Integrität der Biosphäre. Sie haben eine globale Bedeutung und sind eng mit den anderen formulierten Leitplanken verbunden. Starke

Veränderungen innerhalb der beiden Hauptleitplanken können das Gesamtsystem Erde aus dem stabilen Gleichgewicht bringen.

Vier der neun beschriebenen planetaren Leitplanken befinden sich nicht mehr in einem sicheren Bereich. Im Bereich der Biodiversität sowie bei den biogeochemischen Stoffflüssen (insbesondere Stickstoff und Phosphor) bewegt sich die Menschheit bereits auf einem sehr unsicheren Level, was mit einem großen Risiko für das Gesamtsystem verbunden ist. Der natürliche Phosphor- und Stickstoffkreislauf wird durch den Menschen stark beeinflusst. Das übermäßige Auftragen von Wirtschaftsdüngern, mineralischen Düngern und Stickstoffemissionen kann zu einem Überangebot an Nährstoffen in den Böden und Gewässern führen. Außer im Bereich der Integrität der Biodiversität und der biogeochemischen Stoffflüsse sind auch die ersten Kontrollvariablen in den Bereichen der Landnutzungsveränderungen und des Klimawandels überschritten. Für den Bereich der klimatischen Veränderungen hat die Forschung beispielsweise die Belastungsgrenze für die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre auf 350 ppm festgelegt. Die aktuellen Messungen liegen jedoch bereits bei deutlich 410 ppm CO<sub>2</sub>.

## 2 Klimawandel

Der Klimawandel wird durch die vom Menschen verursachte Erhöhung der Spurengase in der Atmosphäre verursacht. Die andauernde anthropogene Anreicherung der Erdatmosphäre mit Treibhausgasen, insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan, Halogenkohlenwasserstoffe und Distickstoffmonoxid (Lachgas), sind die Hauptfaktoren dafür. Bedeutendstes Treibhausgas ist CO<sub>2</sub> mit rund 60 Prozent an der Erderwärmung. Methan (17 Prozent), Halogenkohlenwasserstoffe (12 Prozent) und Lachgas (6 Prozent) sind weitere Spurengase mit relevantem Anteil an der Erderwärmung. Das kurzlebige Treibhausgas Ozon, dessen Entstehung durch Stickoxide, Kohlenmonoxid oder Kohlenwasserstoffe, insbesondere auch aus dem Verkehrsbereich, angeregt wird, hat einen Anteil von rund 14 Prozent. Aerosole, also kleine, in der Luft schwebende Partikel, haben einen abkühlenden Effekt von circa -30 Prozent.

In der rund 300.000 Jahre währenden Geschichte von Homo sapiens schwankte der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre zwischen knapp 200 und 300 ppm. Seit Beginn der Industrialisierung wurde dieser Wert durch menschliche Aktivitäten von rund 280 ppm im Holozän auf aktuell mehr als 410 ppm erhöht. Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung der Erdtemperatur. Der größte Anteil der Energie geht dabei in die Ozeane, die riesige Mengen an Wärme aufgenommen haben. Nur etwa ein Prozent der Energie fließt in die Atmosphäre. Die aktuelle globale Erwärmung beträgt rund 1,1 Grad im Vergleich zu vorindustriellen Zeiten. Selbst wenn keine weiteren Treibhausgase zugeführt würden, würde sich die Erde aufgrund der Trägheit des Systems weiter erwärmen.

Alle diese Erkenntnisse sind seit vielen Jahren bekannt. Schon 1896 berechnete der schwedische Naturwissenschaftler Svante Arrhenius den Treibhauseffekt in erstaunlicher Genauigkeit (Arrhenius 1896). Seit den 1980er-Jahren sind die Vorhersagen weitgehend präzise. Die aktuellen Studien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) stellen einen breiten wissenschaftlichen Konsens dar. Der IPCC hat für seinen letzten Sachstandbericht mehr als 9.000 wissenschaftliche Peer-Review-Artikel gesichtet und diese dann in dem Bericht zusammengefasst, der ebenfalls in einem umfassenden Peer-Review-Verfahren geprüft wurde. Dieses Verfahren ist der *Goldstandard* der fachlichen Absicherung. Im Jahr 2007 wurde der IPCC für diese grundlegenden Arbeiten mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet.

Die Folgen lassen sich bereits jetzt beobachten. Hitzewellen und Dürren in Deutschland haben zu einem massiven Waldsterben insbesondere in Fichtenbeständen geführt. In den letzten beiden Sommern kam es in der Arktis in Sibirien und Alaska zu riesigen Bränden. Die Permafrostböden tauen auf und setzen dabei große Mengen an Methan frei. Das Meereis in der Arktis hat im Jahr 2020 eine extrem niedrige Ausdehnung erreicht. In Kalifornien, Australien und im Amazonasgebiet kam es zu großen Waldbränden, und die Hurrikansaison 2020 hat so viele Stürme verzeichnet, dass die Zählweise erweitert werden musste.

## Kippelemente

Beispielhaft für viele in der Wissenschaft beschriebene Kippelemente seien hier vier genannt (PIK 2017): Das arktische Meereis schwindet seit einigen Jahrzehnten beispiellos schnell. Dies betrifft nicht nur die Ausdehnung, sondern auch die Dicke des schwimmenden Eises. Zwar baut sich dünnes Eis in kalten Jahren über große Flächen schnell wieder auf, es ist jedoch auch sehr empfindlich gegenüber warmen Sommern, sodass bis zum Ende des Jahrhunderts damit zu rechnen ist, dass die Arktis im Sommer eisfrei sein wird. Hier gibt es einen selbstverstärkenden Effekt: Die Eisoberfläche hat in der Vergangenheit viel Licht reflektiert. Wenn das Eis nun zurückgeht, dann nimmt die dunkle Meeresoberfläche mehr Licht und damit auch mehr Energie auf. Das Meer erwärmt sich also umso schneller, je mehr Eis geschmolzen ist. Die Erderwärmung in den hohen nördlichen Breiten verläuft daher mehr als doppelt so schnell wie im globalen Durchschnitt.

Die arktischen Permafrostböden, gefroren über Jahrhunderte bis Jahrtausende, befinden sich in Sibirien und Nordamerika und könnten beim Auftauen riesige Mengen an Kohlendioxid und Methan freisetzen. In den obersten drei Metern sind um die Tausend Milliarden Tonnen Kohlenstoff gespeichert. Mikroorganismen, die diese Kohlenstoffverbindungen zersetzen, erzeugen Wärme und beschleunigen so das Auftauen und die Zersetzung des Bodens. Solche selbstverstärkten Zerstörungsprozesse, befeuert durch eine zweieinhalb mal schnellere Erwärmung der Arktis im Vergleich zum globalen Mittel, sind auf kurzen Zeitskalen von wenigen Jahrhunderten nicht umkehrbar, da sich die ursprüngliche Einlagerung über viele Jahrtausende hingezogen hat.

Ein Großteil der Niederschläge im Amazonasbecken stammt aus über dem Wald verdunstetem Wasser. Ein Rückgang der Niederschläge in einem wärmeren Erdklima und die Abholzung des Regenwaldes sowie Brände könnten den Wald an eine kritische Grenze bringen. Dabei können zwischen dem Überschreiten dieser kritischen Grenze und seinen sichtbaren Auswirkungen mehrere Jahrzehnte liegen. Eine Umwandlung des Amazonas-Regenwaldes in einen an die Trockenheit angepassten saisonalen Wald oder eine Graslandschaft hätte grundlegende Auswirkungen auf das Erdklima, da immerhin etwa ein Viertel des weltweiten Kohlenstoffaus-

tausches zwischen Atmosphäre und Biosphäre hier stattfindet. Zudem ginge eine bedeutende Kohlenstoffsенке, also ein Gebiet, in dem Kohlenstoff in Biomasse umgewandelt und langfristig gebunden wird, verloren. Gleichzeitig würde das Verschwinden des Regenwaldes einen gewaltigen Verlust von Biodiversität bedeuten, welche gleichzeitig ein wichtiger Hoffungsträger für eine mögliche Erholung des Systems wäre.



- Eiskörper
- Strömungssysteme
- Ökosysteme

Abb. 2: Geografische Einordnung der wichtigsten Kippelemente im Erdsystem mit Angabe der Klimazonen nach Köppen. Fragezeichen kennzeichnen Systeme, deren Status als Kippelement wissenschaftlich noch nicht gesichert ist. (Quelle: PIK 2017)

Korallenriffe sind sehr empfindliche Lebensräume, die durch geringe Temperaturschwankungen und insbesondere durch die Versauerung der Ozeane beschädigt werden. Die Erwärmung des Wassers befördert maßgeblich die in den letzten Jahren vermehrt auftretende »Korallenbleiche«, bei denen die Korallenpolypen die in ihnen lebenden Algen abstoßen und dann oft absterben. Selbst für den Fall, dass die 2-Grad-Grenze eingehalten wird, muss mit dem Verlust eines Großteils der Riffe gerechnet werden. Ist ein Riff erst einmal kollabiert, dauert es mehrere tausend Jahre, bis es wieder nachwächst.

## Emissionsquellen

Die globalen Emissionen aus dem Verkehr liegen bei rund 7.800 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Davon kommen rund 700 Millionen Tonnen aus dem internationalen Schiffsverkehr und 500 Millionen Tonnen aus dem Flugverkehr. Der nationale Verkehr hat mit rund 6.600 Millionen Tonnen den bei Weitem größten Anteil. Insgesamt trägt der Verkehr mit rund 21 Prozent zu den weltweiten Emissionen von Treibhausgasen bei. Global sind die Emissionen aus dem Verkehrssektor von 1990 bis 2020 um rund 70 Prozent gestiegen (Muntean 2018). Von einer Senkung der globalen Emissionen in diesem Bereich sind wir noch weit entfernt.

Die Kohlendioxidemissionen in Deutschland betragen 2018 rund 858 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Der Verkehr hatte daran mit rund 164 Millionen Tonnen einen Anteil von rund 19 Prozent. Erschreckend ist, dass der absolute Wert seit 1990 fast unverändert geblieben ist, während in anderen Sektoren deutliche Minderungen erzielt wurden (UBA 2020).

### 3 Weitere Gefährdung des Erdsystems durch den Verkehr

Der Verkehr hat nicht nur Auswirkungen auf den Klimawandel. Vielmehr werden eine Reihe der planetaren Belastungsgrenzen durch ihn beeinflusst. Der Verkehr trägt in erheblichem Maße zur Flächenversiegelung bei. Damit hat er starken Einfluss auf die planetare Leitplanke »Landnutzungswandel«. Zur planetaren Leitplanke »Neue Substanzen« gehört eine Vielzahl von Chemikalien. In den letzten Jahren wurden dabei die Schäden durch Mikroplastik besonders diskutiert. Die größte Einzelquelle von Mikroplastik ist der Abrieb von Autoreifen (Bertling 2018).

Auch andere Stoffe, wie beispielsweise die FCKW in den Klimaanlage der Autos, die gleichzeitig zum Ozonverlust beitragen, oder Kunststoffe am Fahrzeug gehören dazu und führen zu Belastungen des Erdsystems. Automobile mit Verbrennungsmotor tragen auch zum Anstieg der Aerosole in der Atmosphäre und zu Stickstoffemissionen bei. Glücklicherweise konnten diese Belastungen durch den Einsatz von Abgasreinigungstech-

niken deutlich reduziert werden. Die Diskussion der letzten Jahre zeigt aber auch, dass dieser Bereich nicht so konsequent angegangen wurde, wie es notwendig ist.

Kohlendioxid ist nicht nur die Hauptursache für den menschengemachten Klimawandel, sondern gleichzeitig auch verantwortlich für die Versauerung der Meere. Korallenriffe sind besonders stark betroffen, da sie gleich durch drei Faktoren der planetaren Leitplanken gleichzeitig geschädigt werden: Erderwärmung, Versauerung und Überdüngung, teilweise durch Stickstoffeinträge. Zudem sind die großen Mengen an Ressourcen zu beachten, die für die Produktion der Autos und der Verkehrswege notwendig sind und die dann ebenfalls erhebliche Umweltbelastungen und Verbräuche an Land und Wasser nach sich ziehen.

All diese Faktoren wirken direkt oder indirekt am Verlust der biologischen Vielfalt mit. Dieser lässt sich nur begrenzen, wenn die Belastungsgrenzen in allen Bereichen eingehalten werden. Es wird deutlich: Der Verkehr ist Ursache für eine Reihe von globalen Umweltproblemen. Ein schnelles Umsteuern ist notwendig und sollte alle diese Umweltauswirkungen berücksichtigen.

## 4 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDG)

Alle wissenschaftlichen Forschungen zu den großen Umweltproblemen der Erde betonen die Notwendigkeit der internationalen Kooperation. Die Agenda 2030 mit den im September 2015 von den Vereinten Nationen (UN) verabschiedeten internationalen Zielen für eine nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals SDG) hat den Handlungsrahmen dafür definiert (UN 2015a).

Die soziale Dimension eines sicheren und gerechten Handlungsraums für die Menschheit hat in der Entwicklung der SDGs besondere Aufmerksamkeit bekommen und wurde durch die ökologische Dimension ergänzt. Die Ziele betonen, dass die Zukunft der Menschheit von einem Zusammenspiel der sozialen sowie der ökologischen Belange abhängt und dass eine Berücksichtigung der Ökologie nicht zulasten der Entwicklungsländer gehen muss (BMU 2015). Das neue Zielsystem gilt für Entwick-

lungs-, Schwellen- und Industrieländer gleichermaßen und umfasst alle Aspekte von nachhaltiger Entwicklung – also ihre ökologische, ökonomische und soziale Dimension. Insgesamt wurden 17 internationale Ziele für eine nachhaltige Entwicklung formuliert und verabschiedet. Zudem gibt es 169 Unterziele. Sie bilden – gemeinsam mit (finanziellen) Mitteln und Umsetzungsmaßnahmen, Indikatoren zur Fortschrittmessung sowie Überprüfungsmechanismen – die sogenannte Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung.

## 5 Verkehr und die Agenda 2030

Auch die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen werden auf vielfältige Weise durch den Verkehr beeinflusst. Zunächst sind die vier direkt umweltbezogenen Nachhaltigkeitsziele zu nennen:

- Ziel 6 Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten.
- Ziel 13 Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen.
- Ziel 14 Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen.
- Ziel 15 Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern. Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodenverschlechterung stoppen und umkehren und den Biodiversitätsverlust stoppen.

Diese vier Ziele werden durch die in den vorhergehenden Abschnitten genannten Wirkungen beeinflusst. Besonders mit dem Verkehrsbereich verknüpft sind die Ziele 13 (Klimawandel) und 15 (Landökosysteme).

Die mehr sozial ausgerichteten Nachhaltigkeitsziele sind ebenfalls eng mit dem Verkehr verbunden. Zu diesem Bereich zählen, bezogen auf den Verkehr, insbesondere die nachfolgenden Nachhaltigkeitsziele:

- Ziel 3 Ein gesundes Leben für alle Menschen jedes Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern.
- Ziel 7 Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie für alle sichern.

- Ziel 8 Dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern.
- Ziel 9 Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, inklusive und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen.
- Ziel 11 Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig machen.
- Ziel 12 Für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sorgen.

## 6 Zeit zum Handeln

Die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen sollen bis zum Jahr 2030 umgesetzt sein, und der Klimawandel soll entsprechend dem Paris-Abkommen auf deutlich unter zwei Grad begrenzt werden. Der aktuelle Trend des *business as usual* entsprechend dem RCP8.5-Szenario des Weltklimarats (IPCC), das eine ungebremste Weiterentwicklung der Treibhausgasemissionen beschreibt, wird bis zum Jahr 2100 zu einer Erderwärmung von 3,3 bis 5,4 Grad führen (Schwalm 2020). Die von den Staaten der Weltgemeinschaft veröffentlichten nationalen Verpflichtungen führen zu einer Erderwärmung von etwa drei Grad.

Um das Ziel des Paris-Abkommens zu erreichen, dürften in den nächsten Jahren, gemessen ab 2016, weniger als 800.000 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> Äquivalente emittiert werden. Wenn man dieses Budget entsprechend der Bevölkerungszahl gleichmäßig auf alle Staaten aufteilt, dann verbleiben für Deutschland ab 2019 rund 7.300 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Dies erfordert ein schnelles und konsequentes Handeln. Das Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) veröffentlicht auf seinen Internetseiten eine CO<sub>2</sub>-Uhr. Danach müssen die globalen Emissionen nach dem aktuellen Stand Ende des Jahres 2020 in 25 Jahren auf null sein, um das 2-Grad-Ziel zu erreichen. Um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen, müssten die null Emissionen bereits in sieben Jahren erreicht werden (MCC 2020). Die jährliche Reduktion der Treibhausgasemissionen müsste dazu bei rund 6 Prozent der bisherigen Emissionsmenge lie-

gen (Rahmstorf 2019). Global gesehen, ist der Trend zur Steigerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bisher aber ungebrochen. Auch in Deutschland bleiben wir weit hinter diesem Minderungsziel zurück. Die Minderung muss dazu in allen Sektoren gleichzeitig vorgenommen werden – auch im Bereich des Verkehrs.

Ein solcher Umschwung ist nur durch ein grundlegendes radikales Umdenken zu erreichen. Der Wissenschaftliche Beirat globale Umweltveränderung (WBGU) nannte dies eine »Große Transformation«. Die Technologien dafür sind weitgehend vorhanden. Es fehlt aber an der politischen und gesellschaftlichen Umsetzung der Maßnahmen. Eine solche Transformation bietet auch viele wirtschaftliche Chancen. Sie kann gelingen, wenn wir gemeinsam den Mut zur Veränderung in Richtung Nachhaltigkeit aufbringen und uns an den global vereinbarten Zielen orientieren. Jedes Zehntel Grad zählt.

## Literatur

- Arrhenius, S. (1896): On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground, in: *Philosophical Magazine and Journal of Science*. 41, Nr. 251, April 1896, S. 237–276.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2015): Staatengemeinschaft setzt neue Ziele bei Armut und Umweltschutz [<https://www.bmu.de/pressemitteilung/staatengemeinschaft-setzt-sich-neue-ziele-bei-armut-und-umweltschutz/>; 18.01.2021].
- Bertling, J.; Bertling, R.; Hamann, L. (2018): Kunststoffe in der Umwelt, in: Fraunhofer-Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik (Hrsg.): *Umsicht*, Juni 2018, Oberhausen.
- Waters, C. N. et al. (2016): The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene, in: *Science*, Vol. 351 H. 6269.
- Crutzen, P.J. (2002): Geology of mankind, in: *Nature*, 415.
- Leinfelder, R. (2015): Das Anthropozän beginnt doch erst ab 1950? Der Vorschlag der Anthropocene Working Group [<http://www.scilogs.de/der-anthropozaeniker/anthropozaen-ab-1950/>; 18.01.2021].
- Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC): CO<sub>2</sub>-Uhr [<https://www.mcc-berlin.net/forschung/co2-budget.html>; 18.01.2021].
- Meadows, D. et al. (1972): *Die Grenzen des Wachstums*. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Stuttgart.

- Muntean, M. et al. (2018): JRC Science for policy report, Fossil CO<sub>2</sub> emissions of all world countries.
- Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) (2017): Kippelemente – Achillesfersen im Erdsystem [<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infotehek/kippelemente/kippelemente/>; 18.01.2021].
- Rahmstorf, S. (2019): Wie viel CO<sub>2</sub> kann Deutschland noch ausstoßen? [<https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/wie-viel-co2-kann-deutschland-noch-ausstossen/>; 18.01.2021].
- Rockström, J. et al. (2009): A safe operating space for humanity, in: *Nature*, Vol. 461, S. 472–475.
- Steffen, W. et al. (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, in: *Science*, Vol. 347, H. 6223.
- Steffen, W. et al. (2015a). The Trajectory of the Anthropocene: The great acceleration, in: *The Anthropocene Review* 2, S. 81–98.
- Schwalm C. R.; Glendon S.; Duffy P. B. (2020): RCP8.5 tracks cumulative CO<sub>2</sub> emissions, in: *PNAS* 117 (33), 19656–19657.
- Umweltbundesamt (UBA) (2020): Treibhausgas-Emissionen [<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>; 18.01.2021].
- United Nations (UN) (2015): Paris Agreement on Climate Change [<https://newsroom.unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>; 18.01.2021].
- United Nations (UN) (2015a): Sustainable Development Goals [<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>; 18.01.2021].
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (1997): Ziele für den Klimaschutz 1997 – Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto [[https://www.wbgu.de/fileadmin/user\\_upload/wbgu/publikationen/sondergutachten/sg1997/pdf/wbgu\\_sn1997.pdf](https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/sondergutachten/sg1997/pdf/wbgu_sn1997.pdf); 18.01.2021].
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011): Hauptgutachten: Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation [<https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-gesellschaftsvertrag-fuer-eine-grosse-transformation>; 18.01.2021].

Der Klimawandel verlangt eine fast vollständige Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 – auch und vor allem im Mobilitätssektor: Ein Weiter-so kann es nicht geben, schnelle Anpassungen sind nötig. Das ist radikal für alle Beteiligten, besonders aber für die Beschäftigten in diesem Sektor. Zukunftsfähige Mobilität verlangt daher nach Konzepten für eine gleichermaßen ökologische wie sozial gerechte Verkehrswende und nach Bündnissen mit gesellschaftlicher Durchsetzungskraft.

Die 26 Autorinnen und Autoren diskutieren in diesem Band diese Verkehrswende aus Blickwinkeln der Wissenschaft, der Klima- und Umweltschutzbewegung und der Gewerkschaften. Dabei wird deutlich: Zukunftsfähige Perspektiven für Beschäftigung und »Gute Arbeit« sind nur im Einklang mit einer nachhaltigen Mobilität möglich – und umgekehrt.

**Manfred Flore**, Sozialwirt und gelernter Eisenbahner, ist Leiter der Kooperationsstelle Hochschulen und Gewerkschaften Osnabrück. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Europäische Integration und Nachhaltige Mobilität.

**Uwe Kröcher** ist Raumplaner und leitet die Kooperationsstelle Hochschule-Gewerkschaften der Universität Oldenburg. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Regionale Arbeitsmarkt- und Wirtschaftsstruktur-entwicklung.

**Claudia Czycholl** ist Kulturwissenschaftlerin und Referentin der Kooperationsstelle Hochschule-Gewerkschaften der Universität Oldenburg. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind Soziale Ungleichheit und Antidiskriminierung.