

Modellierung der Energiewende im Ruhrgebiet

Björn Schwarze, Klaus Spiekermann, Michael Wegener,
(Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung (S&W))
Felix Huber, Kristine Brosch,
(Fachzentrum Verkehr, Bergische Universität Wuppertal)
Oscar Reutter, Miriam Müller
(Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie)

Die Klimaforscher sind sich darin einig, dass anthropogene Treibhausgasemissionen wesentlich zur Veränderung des Klimas beitragen, und dass einschneidende Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an die Folgen nicht mehr zu vermeidender Klimaänderungen notwendig sind. Die Bundesregierung hat mit dem Klimaschutzplan 2050 ihre Zielsetzung bekräftigt, bis zum Jahre 2050 die Treibhausgasemissionen Deutschlands gegenüber 1990 um 80 bis 95 Prozent zu reduzieren. Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen will mit ihrem Klimaschutzgesetz aus dem Jahr 2013 die Treibhausgasemissionen des Landes bis 2020 um 25 Prozent und bis 2050 um mindestens 80 Prozent reduzieren. Die Erreichung dieser Ziele bedeutet nichts weniger als eine Energiewende und eine grundlegende gesellschaftliche Transformation und Herausforderung auch für die Raumplanung.

Deshalb hat die Stiftung Mercator 2013 ein dreijähriges Programm zur Förderung von Kenntnissen und Bewusstsein über die Notwendigkeit und Herausforderungen der Energiewende in den Gemeinden des Ruhrgebiets gestartet.

Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse von zwei Projekten des Programms dar. Das Ziel des Projekts „Integriertes Modell Ruhrgebiet 2050“ war die Entwicklung und Anwendung eines integrierten Modellsystems, mit dem die Auswirkungen von Handlungsansätzen zur Reduzierung des Energieverbrauchs und von Treibhausgasemissionen in Stadtregionen bis zum Jahr 2050 abgeschätzt werden können. Im Fokus des Projekts „Regionaler Modal Shift“ stand die Entwicklung verkehrsbezogener Maßnahmen Szenarien und die Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich der Verkehrsverlagerung vom Autoverkehr zu umweltfreundlicheren Verkehrsarten wie öffentlicher Personenverkehr, Car-sharing und Fahrrad- und Fußverkehr. Die Methode und erste vorläufige Ergebnisse beider Projekte wurden bereits auf der Dortmunder Konferenz 2016 vorgestellt. In diesem Beitrag werden die endgültigen Ergebnisse beider Projekte zusammen dargestellt.

Die Ergebnisse können auf folgende Weise zusammengefasst werden: Push-Maßnahmen wie hohe Energiepreise, Tempolimits und Umwidmung von Straßenraum auf Hauptverkehrsstraßen sind wirksamer für die Energieeinsparung als Pull-Maßnahmen wie Förderung der Gebäudesanierung, des Rad- und Fußverkehrs oder der Elektromobilität oder Taktverdichtung bei öffentlichen Verkehrsmitteln. Zwischen einzelnen Maßnahmen bestehen positive und negative Synergien, das heißt, die Wirkungen von Maßnahmen können sich gegenseitig verstärken oder abschwächen. Die Ergebnisse zeigen, welche erheblichen Potenziale durch eine kombinierte Push- und Pull-Strategie bestehen, um regionale Siedlungs- und Verkehrsstrukturen energie- und klimaeffizienter zu gestalten, sie zeigen aber auch dass selbst mit ambitionierten Maßnahmen die Reduktionsziele der Bundes- und Landesregierung nicht erreicht werden und dass weitergehende Maßnahmen erforderlich sind.

Referat auf der Dortmunder Konferenz 2018 Raum- und Planungsforschung: *Die Große Transformation. Herausforderung und Chance für die Raumplanung*, TU Dortmund, 5.-6. Februar 2018.

1 Energiewende: die große Transformation

Die Klimaforscher sind sich darin einig, dass anthropogene Treibhausgasemissionen wesentlich zur Veränderung des Klimas beitragen, und dass einschneidende Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an die Folgen nicht mehr zu vermeidender Klimaänderungen notwendig sind.

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hat in seinem Gutachten 2011 einen Gesellschaftsvertrag für eine *Große Transformation* gefordert, das heißt einen tiefgreifenden Prozess des Wandels kultureller Identitäten und etablierter Wertvorstellungen und Handlungsmustern in Politik, Wirtschaft und privatem Konsum (WBGU 2011). Der Beirat geht davon aus, dass das kohlenstoffbasierte Weltwirtschaftsmodell ein normativ unhaltbarer Zustand ist, da es die Stabilität des Klimasystems und damit die Existenzgrundlagen künftiger Generationen gefährdet. Die zentrale Idee des Gesellschaftsvertrags ist, dass Individuen und die Zivilgesellschaften, die Staaten und die Staatengemeinschaft sowie die Wirtschaft und die Wissenschaft kollektive Verantwortung für die Vermeidung gefährlichen Klimawandels und die Abwendung anderer Gefährdungen der Menschheit übernehmen.

In seinem Gutachten 2016 „Der Umzug der Menschheit. Die transformative Kraft der Städte“ betont der WBGU die zentrale Rolle der Raumplanung und -forschung angesichts der weiteren starken Zunahme der städtischen Bevölkerung in der Welt und der Verantwortung der Städte, ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren (WBGU 2016). Er identifiziert dazu exemplarische transformative Handlungsfelder mit den größten potenziellen Hebelwirkungen für die urbane Transformation zur Nachhaltigkeit: (1) Dekarbonisierung, Energie und Klimaschutz, (2) Mobilität und Verkehr, (3) Siedlungsstruktur, (4) Anpassung an den Klimawandel sowie (5) Armutsbekämpfung und sozio-ökonomische Disparitäten. Interessanterweise nennt der WBGU das Ruhrgebiet als postindustrielle Metropole neben Kopenhagen als polyzentrisch zukunftsfähige Modellregion.

Die Bundesregierung hat mit dem Klimaschutzplan 2050 ihre Zielsetzung bekräftigt, bis zum Jahre 2050 die Treibhausgasemissionen Deutschlands gegenüber 1990 um 80 bis 95 Prozent zu reduzieren. Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen will mit ihrem Klimaschutzgesetz aus dem Jahr 2013 die Treibhausgasemissionen des Landes bis 2020 um 25 Prozent und bis 2050 um mindestens 80 Prozent reduzieren. Die Erreichung dieser Ziele bedeutet nichts weniger als eine Energiewende und eine grundlegende gesellschaftliche Transformation und Herausforderung auch für die Raumplanung.

Deshalb hat die Stiftung Mercator 2013 ein dreijähriges Programm zur Förderung von Kenntnissen und Bewusstsein über die Notwendigkeit und Herausforderungen der Energiewende in den Gemeinden des Ruhrgebiets gestartet.

Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse von zwei Projekten des Programms dar. Das Ziel des Projekts „Integriertes Modell Ruhrgebiet 2050“ war die Entwicklung und Anwendung eines integrierten Modellsystems, mit dem die Auswirkungen von Handlungsansätzen zur Reduzierung des Energieverbrauchs und von Treibhausgasemissionen in Stadtregionen bis zum Jahr 2050 abgeschätzt werden können. Im Fokus des Projekts „Regionaler Modal Shift“ stand die Entwicklung verkehrsbezogener Maßnahmenszenarien und die Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich der Verkehrsverlagerung vom Autoverkehr zu umweltfreundlicheren Verkehrsarten wie öffentlicher Personenverkehr, Car-sharing und Fahrrad- und Fußverkehr.

Die Methode und erste vorläufige Ergebnisse beider Projekte wurden bereits auf der Dortmunder Konferenz 2016 vorgestellt (Brosch u.a. 2016). In diesem Beitrag werden die endgültigen Ergebnisse beider Projekte zusammen dargestellt.

2 Methode

Da die Methode der beiden Projekte bereits auf der Dortmunder Konferenz 2016 vorgestellt wurde (Brosch u.a. 2016), wird sie hier nur zusammengefasst wiedergegeben.

Das Ziel des Teilprojekts „Integriertes Modell Ruhrgebiet 2050“ war die Entwicklung und Anwendung eines integrierten Modellsystems, mit dem die Auswirkungen von Handlungsansätzen zur Reduzierung des Energieverbrauchs und von Treibhausgasemissionen in Stadtregionen bis zum Jahr 2050 abgeschätzt und bewertet werden können. In dem Teilprojekt wurde ein für das östliche Ruhrgebiet vorhandenes Flächennutzungs- und Verkehrsmodell auf das gesamte Ruhrgebiet erweitert und durch Teilmodelle des Energieverbrauchs von Gebäuden und Verkehr ergänzt. Die Ergebnisse sollen Zivilgesellschaft, Planung und Politik Hinweise darauf geben, welche Maßnahmen auf europäischer, nationaler, regionaler und lokaler Ebene durchgeführt werden müssen, um die Ziele der Energiewende im Ruhrgebiet zu erreichen.

Im Fokus des Teilprojekts „Regionaler Modal Shift“ stand der regionale Personenverkehr im Ruhrgebiet. Hier werden bislang 53 Prozent aller Wege mit dem motorisierten Individualverkehr zurückgelegt (Sagolla 2012) gegenüber einem Ziel-Modal Split mit einem Pkw-Anteil von 25 Prozent und jeweils 25 weiteren Prozenten für Fuß- und Radverkehr sowie ÖPNV (WI 2013; WI 2015; RVR 2014). Ein zentraler Ansatz zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen ist die Verlagerung (Modal Shift) von motorisiertem Individualverkehr auf den Umweltverbund (Fuß, Rad, ÖPNV, Car-Sharing). Die polyzentrische Struktur des Verkehrsnetzes des Ruhrgebiets bietet gute Voraussetzungen für eine klimafreundliche Mobilität im Umweltverbund. Darüber hinaus kann Elektromobilität einen weiteren Beitrag zur Reduzierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen leisten.

Für die beiden Teilprojekte wurde das am Institut für Raumplanung der Universität Dortmund entwickelte und bis dahin für das östliche Ruhrgebiet angewendete Modell von Flächennutzung, Verkehr und Umwelt in Stadtregionen auf das ganze Ruhrgebiet erweitert und zur Abschätzung der Auswirkungen von Flächennutzungs- und Verkehrsmaßnahmen zur Reduzierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen auf Mobilität, Lebensqualität und Umwelt im Ruhrgebiet angewendet. Das Modell prognostiziert für jede Simulationsperiode intraregionale Standortentscheidungen von Unternehmen, Wohnungsbauinvestoren und Haushalten, die aus ihnen resultierenden Wanderungen und Verkehrsströme, die Entwicklung der Bautätigkeit und Flächennutzung und die Wirkung öffentlicher Planungseingriffe in den Bereichen Wirtschaftsförderung, Wohnen, Infrastruktur und Verkehr (Wegener 2011: 12-44).

3 Szenarien

Mit dem Modell wurden verschiedene Szenarien der Entwicklung des Ruhrgebiets bis zum Jahr 2050 bei unterschiedlichen Annahmen über die Entwicklung der äußeren Rahmenbedingungen und möglicher Planungsmaßnahmen analysiert. Szenarien sind keine Prognosen, sondern mögliche Zukünfte unter der Annahme unterschiedlicher Rahmenbedingungen und politischer Maßnahmen. Szenarien müssen nicht realistisch im Sinne praktischer Durchführbarkeit sein. Auch visionäre Szenarien können zur Anregung der Diskussion nützlich sein.

In allen Anwendungen ist der erste Simulationslauf das sogenannte Basis- oder Referenzszenario. Das Basisszenario dient als Vergleichsbasis für alle simulierten Szenarien. Es ist definiert als die wahrscheinlichste Entwicklung der Region, die eintreten würde, wenn alle heutigen Trends während des gesamten Prognosezeitraums gleich bleiben würden. Das bedeutet nicht, dass im Basisszenario keine Planungsmaßnahmen durchgeführt werden; vielmehr umfasst es alle Maßnahmen, die sich bereits in der Ausführung befinden oder bereits beschlossen sind.

Im Modell wurden Maßnahmen der Siedlungsplanung und der Verkehrsplanung und integrierte Strategien, die Elemente beider enthalten, untersucht. Maßnahmen der Siedlungsplanung sind zum Beispiel eine am Leitbild der kompakten und polyzentrischen Stadt orientierte Flächennut-

zungsplanung oder des Wohnungsbaus oder die Förderung energetischer Gebäudesanierungen. Maßnahmen der Verkehrsplanung können Maßnahmen zur Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr zum Umweltverbund oder restriktive Maßnahmen gegen den Autoverkehr wie Tempolimits oder die Umverteilung von Straßenraum sein.

Bei den untersuchten Maßnahmen handelt es sich um grundsätzlich bekannte Strategien zur Verkehrsverlagerung, wie z.B. Ausbau und Taktverdichtung im öffentlichen Personennahverkehr, umfassende Förderung des Fuß- und Radverkehrs, Tempolimits, Umverteilung von Straßenraum und Erhöhung der Parkgebühren. Aber auch innovative Maßnahmen wie die Einführung einer regionalen Maut und eines Bürgertickets sind Teil des Maßnahmenportfolios zur Verkehrsverlagerung. Grundlegend für die modellierten Maßnahmen ist, dass diese im Handlungsbereich regionaler oder staatlicher Akteure liegen und ambitioniert und flächenhaft im gesamten Ruhrgebiet umgesetzt werden.

Abschließend wurden mehrere unterschiedliche Kombinationen von Siedlungsentwicklungs- und Verkehrsszenarien simuliert. Hier zeigen sich die Synergien zwischen einzelnen Maßnahmen besonders deutlich: Maßnahmen zur Förderung verdichteter und durchmischter Siedlungsformen unterstützen die Bemühungen zur Förderung umweltfreundlicher Verkehrsarten. Die Konzentration von Wohnungen im Umkreis der Bahnhöfe des schienengebunden öffentlichen Nahverkehrs führt zu besserer Auslastung der Züge.

Tabelle 1: Szenarien

Handlungsfelder		Maßnahmen ¹
0	Basisszenario	Alle gegenwärtigen Maßnahmen werden fortgeführt.
1	Flächennutzung	11 Verdichtung in Siedlungsschwerpunkten 12 Verdichtung an Haltepunkten des SPNV 13 Verdichtung an Bahnhöfen 14 Verdichtung in Oberzentren
2	Wohnungsbau	23 Wohnungsbau an Bahnhöfen
3	Energieeffizienz	31 Förderung energetischer Sanierung von Gebäuden 32 Förderung der Elektromobilität, 33 Flächenhaftes Car-Sharing 34 Reduzierung des Treibstoffverbrauchs
4	Pkw-Verkehr (Push)	41 Regionale Maut Ruhrgebiet 42 Umverteilung von Straßenraum auf Hauptverkehrsstraßen 43 Flächenhafte Tempolimits 44 Erhöhung Parkgebühren
5	ÖPNV (Pull)	51 Ausbau des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) 52 Taktverdichtung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) 53 Bürgerticket
6	Radverkehr (Pull)	61 Systembeschleunigung Radverkehr 62 Radschnellwegenetz
7	Fußverkehr (Pull)	71 Systembeschleunigung Fußverkehr
8	Integrierte Strategien	81 Siedlungsentwicklung: 13, 23 82 Energieeffizienz: 31, 32, 33, 34 83 Pkw-Verkehr (Push): 41, 42, 43, 44 84 ÖPNV/Rad/Fuß (Pull): 51, 52, 61, 71 85 Alle Maßnahmen: 81, 82, 83, 84 86 Auswahl Maßnahmen: alle außer 23 und 52

¹ Alle Szenarien wurden mit zwei verschiedenen Annahmen über die Entwicklung der Treibstoffpreise kombiniert: Preissteigerung von 1 Prozent pro Jahr (A-Szenarien), Preissteigerung von 4 Prozent pro Jahr (B-Szenarien).

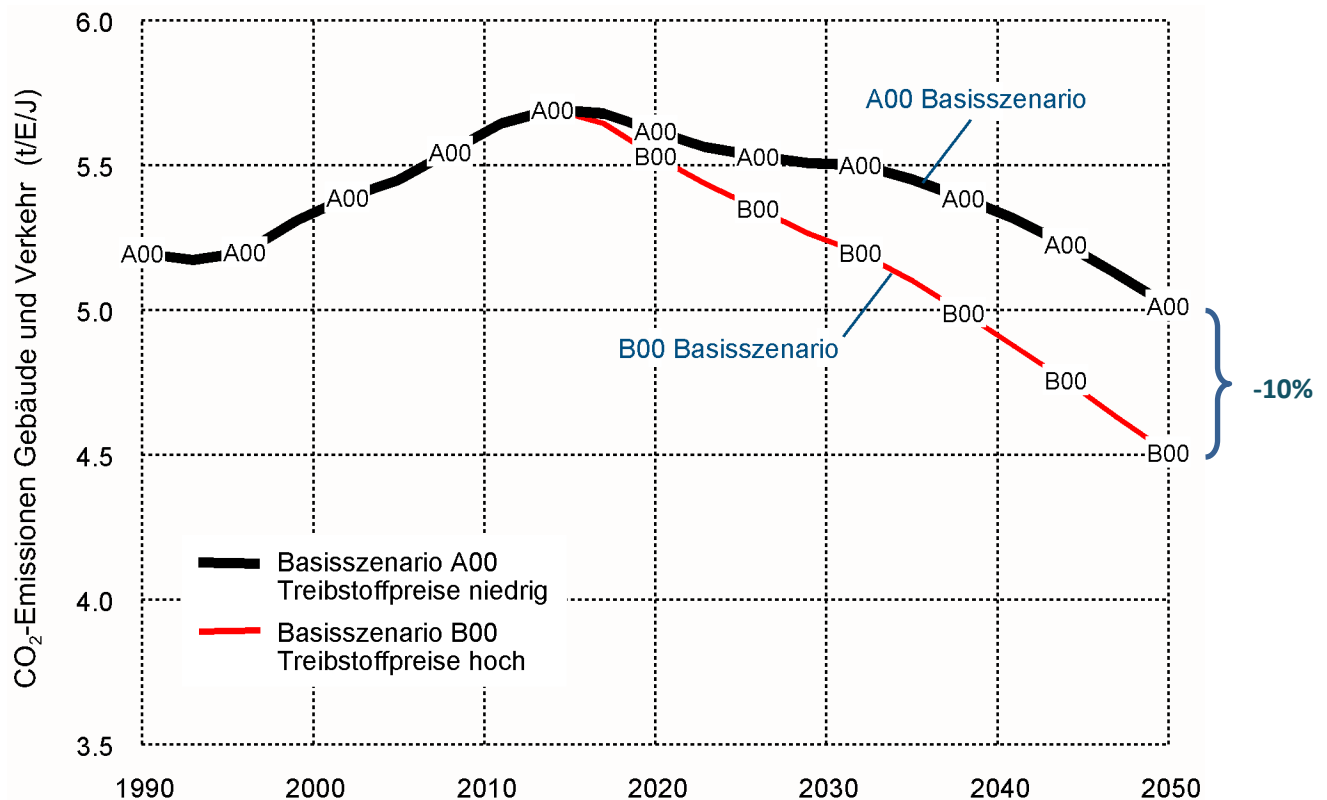
4 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Kooperation aus den beiden Teilprojekten in integrierter Form dargestellt. Entsprechend den spezifischen Zielsetzungen der beiden Teilprojekte ergaben sich aus den Aufgabenschwerpunkten der beteiligten Institutionen auch deren Beiträge. Bei S&W lagen vor allem die Weiterentwicklung des Modells Ruhrgebiet mit der Erarbeitung der erforderlichen Datengrundlagen und neuen Modellelementen, die Implementierung der untersuchten Szenarien sowie die Auswertung der Ergebnisse. LUIS entwickelte die theoretischen und empirischen Grundlagen zur Einbindung von Elektromobilität und Radverkehr in das Modell. Beim WI lag der Schwerpunkt bei der Entwicklung der verkehrsbezogenen Maßnahmenszenarien und der Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich des Modal Shifts.

4.1 Basisszenario

Vergleichsbasis aller Szenarien ist das Basisszenario A00/B00. Im Basisszenario wird angenommen, dass alle gegenwärtig ausgeführten Maßnahmen in der Zukunft fortgeführt werden. Abbildung 1 zeigt die beiden untersuchten Varianten des Basisszenarios, A00 (niedrige Treibstoffpreise: Preissteigerung 1 Prozent pro Jahr) und B00 (hohe Treibstoffpreise: Preissteigerung 4 Prozent pro Jahr). Es ist erkennbar, dass durch die im Basisszenario angenommenen energetischen Gebäudesanierungen und kraftstoffsparsameren Autos nach 2015 der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen abnehmen, so dass die Gesamtemissionen um 4 Prozent niedriger sind als im Basisjahr 1990. Wird angenommen, dass die Treibstoffpreise wie im Basisszenario B00 jährlich um 4 Prozent steigen, sind die Gesamtemissionen 2050 um weitere 10 Prozent niedriger, weil Autofahrer auf das Autofahren verzichten und den Umweltverbund (ÖPNV, Rad, Fuß) nutzen. Es ist aber auch zu erkennen, dass in den Basisszenarien, d.h. ohne entschiedene planerische Eingriffe, die Klimaschutzziele der Bundes- und Landesregierung nicht erfüllt werden.

Abbildung 1: CO₂-Emissionen Gebäude und Verkehr (t/E/J) 1990-2050: Basisszenarien



4.2 Integrierte Strategien

Aus Platzgründen können die Ergebnisse der Einzelmaßnahmen hier nicht dargestellt werden. Eine vollständige Beschreibung aller Ergebnisse findet sich im kombinierten Bericht der beiden Teilprojekte (Schwarze u.a. 2017, Reutter u.a. 2017).

Wie in Tabelle 1 dargelegt, wurden zusätzlich zu den Einzelmaßnahmen verschiedene Kombinationsszenarien von Maßnahmen zur Siedlungsentwicklung und Verkehrsplanung simuliert, zunächst innerhalb einzelner Handlungsfelder und dann über alle Handlungsfelder hinweg. Ziel der integrierten Strategien war es, positive Synergien (Maßnahmen verstärken sich gegenseitig) und negative Synergien (Maßnahmen schwächen sich gegenseitig ab) zu identifizieren. Die Zeitreihendiagramme in den Abbildungen 2 und 3 zeigen die Entwicklung der CO₂-Emissionen von Verkehr (Abbildung 2) und von Gebäuden und Verkehr zusammen (Abbildung 3) in den untersuchten Kombinationsszenarien. Aus Platzgründen werden nur die Ergebnisse der B-Szenarien mit angenommenen erhöhten Treibstoffpreisen gezeigt.

Dabei zeigt sich, dass alle Maßnahmenzenarien stärkere CO₂-Reduktionen aufweisen als das Basisszenario A00. In Prozent sind die Reduktionen im Bereich Verkehr stärker als wenn Verkehr und Gebäude zusammen betrachtet werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass der Verkehr nur rund 40 Prozent der CO₂-Emissionen der Wohngebäude erzeugt. Dabei schneiden die Kombinationsszenarien Siedlungsentwicklung (B81) und ÖPNV/Rad/Fuß (Pull) (B84) schlechter ab als das Basisszenario B00, weil sie zusätzliche Wohnbauten (B81) und ÖPNV-Taktverdichtungen (B84) enthalten, die nicht weniger, sondern mehr CO₂-Emissionen produzieren. Die Kombinationsszenarien Energieeffizienz (B82) und Pkw-Verkehr (Pull) (B83) führen dagegen zu größeren Reduzierungen der CO₂-Emissionen als die der einzelnen Maßnahmen getrennt betrachtet.

Wenn alle Maßnahmen zusammen modelliert werden (B85), werden die CO₂-Emissionen bei Gebäuden und Verkehr um rund eine Tonne pro Einwohner und Jahr gegenüber dem Basisszenario A00 reduziert. Die relative CO₂-Reduktion liegt im Jahr 2050 bei der Umsetzung aller Maßnahmen bei ca. 20 Prozent gegenüber dem Basisszenario A00 und ca. 10 Prozent gegenüber dem Basisszenario B00.

Um zu prüfen, welche CO₂-Reduktionen mit den untersuchten Maßnahmen maximal erreicht werden können, wurde das Szenario B86 entwickelt. Darin wurden alle Maßnahmen modelliert, außer denen der Szenarien Wohnungsbau an Bahnhöfen (B23) und Taktverdichtung ÖPNV (B52), da diese unter den getroffenen Annahmen die CO₂-Emissionen erhöhen und nicht reduzieren. Diese Auswahl an Maßnahmen führt zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 29 Prozent gegenüber dem Basisszenario A00 beziehungsweise um 22 Prozent gegenüber dem Basisszenario B00. Größere positive Effekte für die Lebensqualität der Bevölkerung könnten erzielt werden, wenn beispielsweise die im Szenario B86 ausgelassenen Maßnahmen zum Wohnungsbau und zur Taktverdichtung mit Nullenergiehäusern und Elektrofahrzeugen implementiert würden. Dann könnten sich die positiven Effekte entfalten ohne einen deutlichen Zuwachs an Inputenergie wie hier in den beiden ausgelassenen Maßnahmen angenommen wurde.

Der große Unterschied zwischen Verkehr und Gebäuden in der Umsetzung der Energiewende wird noch deutlicher in der vergleichenden Gesamtdarstellung des Beitrags der Szenarien zur Energiewende in den Balkendiagrammen der Abbildungen 4 und 5. Es zeigt sich, dass die Reduzierung der verkehrsbezogenen CO₂-Emissionen (Abbildung 4) deutlich erfolgreicher ist als bezogen auf den Gebäude- und Verkehrssektor insgesamt (Abbildung 5), obwohl bei der Formulierung des Szenarios Gebäudeenergie (A31/B31) bereits die sehr weitgehende Annahme gemacht wurde, dass energetische Sanierungen zu 50 Prozent subventioniert werden. Außerdem wird deutlich, welchen großen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende das Niveau der Energiekosten, hier ausgedrückt durch die Treibstoffpreise im Verkehr, hat.

Abbildung 2: CO₂-Emissionen Verkehr (t/E/J) 1990-2050: Szenarien B81-B86

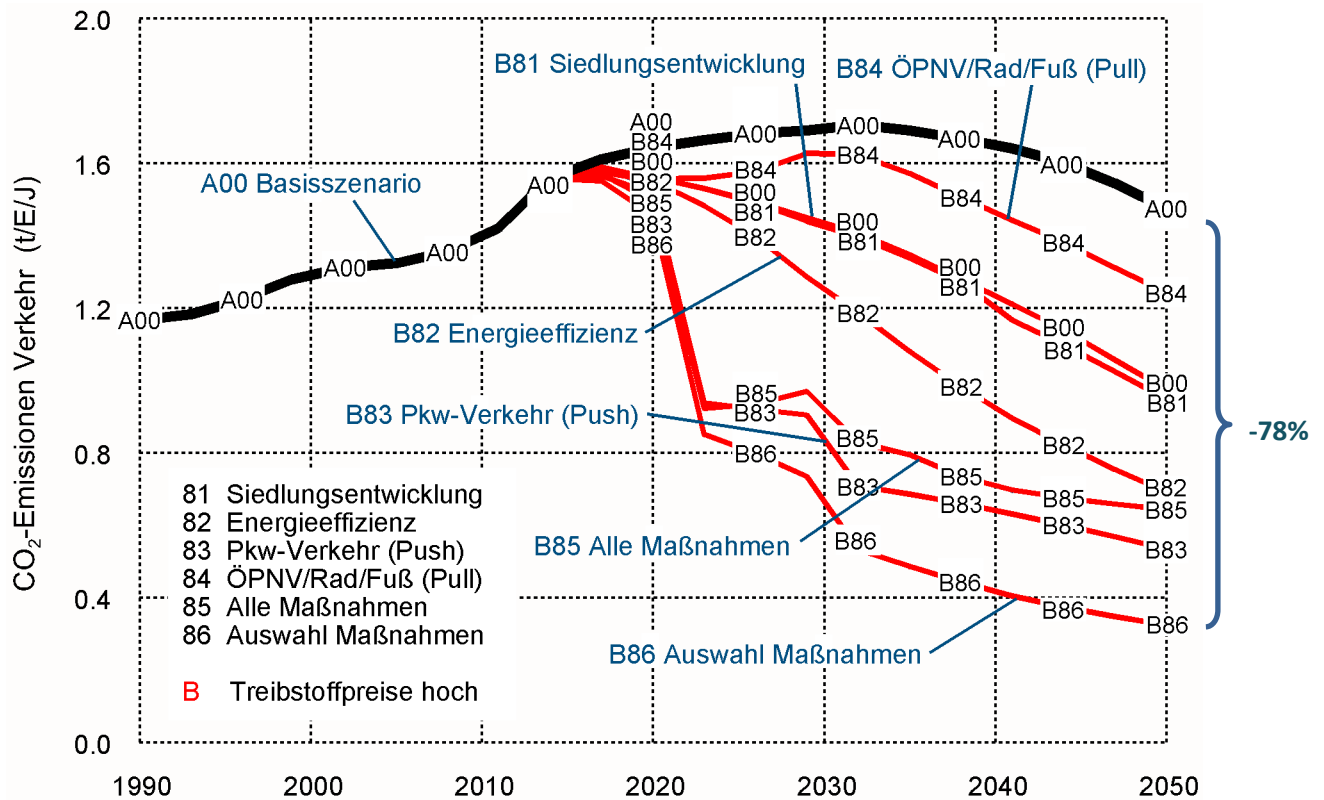


Abbildung 3: CO₂-Emissionen Gebäude und Verkehr (t/E/J) 1990-2050: Szenarien B81-B86

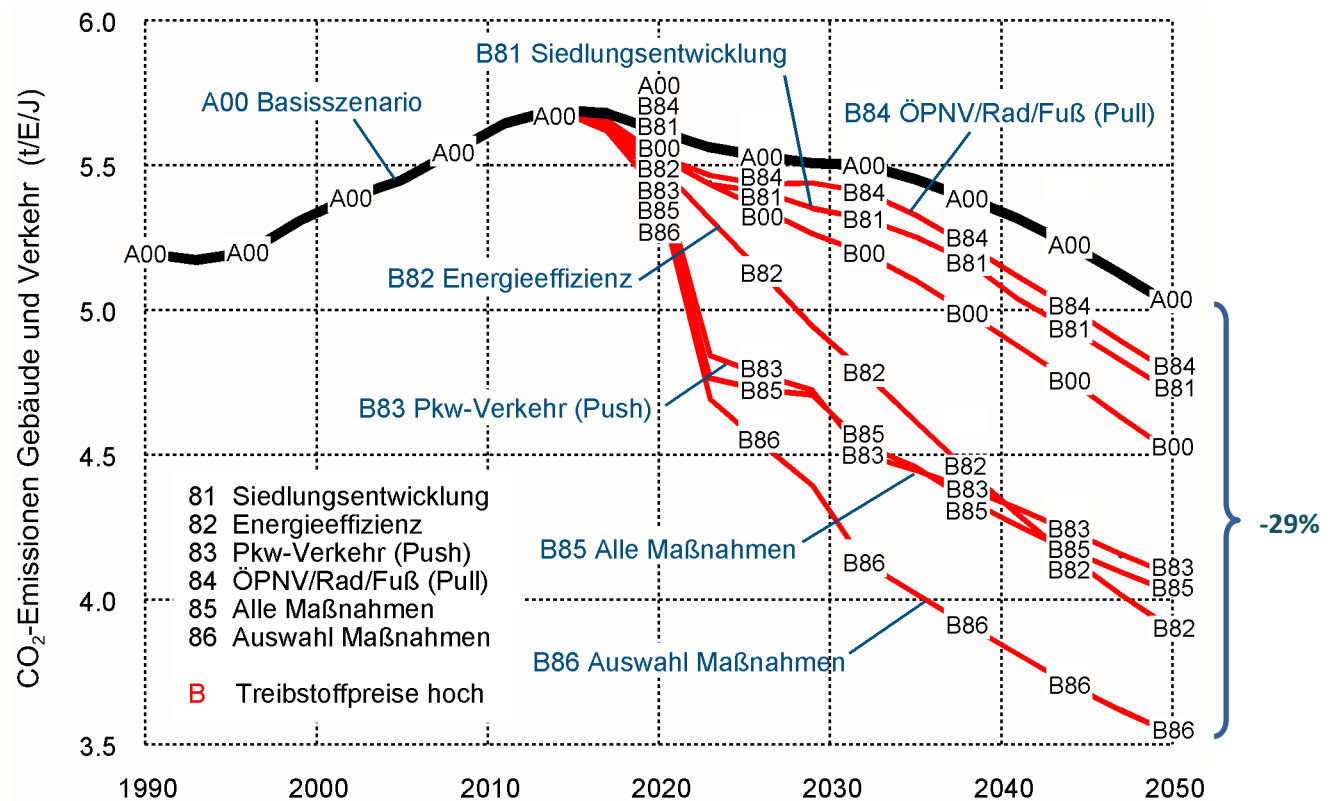


Abbildung 4: Reduktion CO₂-Emissionen Verkehr (%) 2050

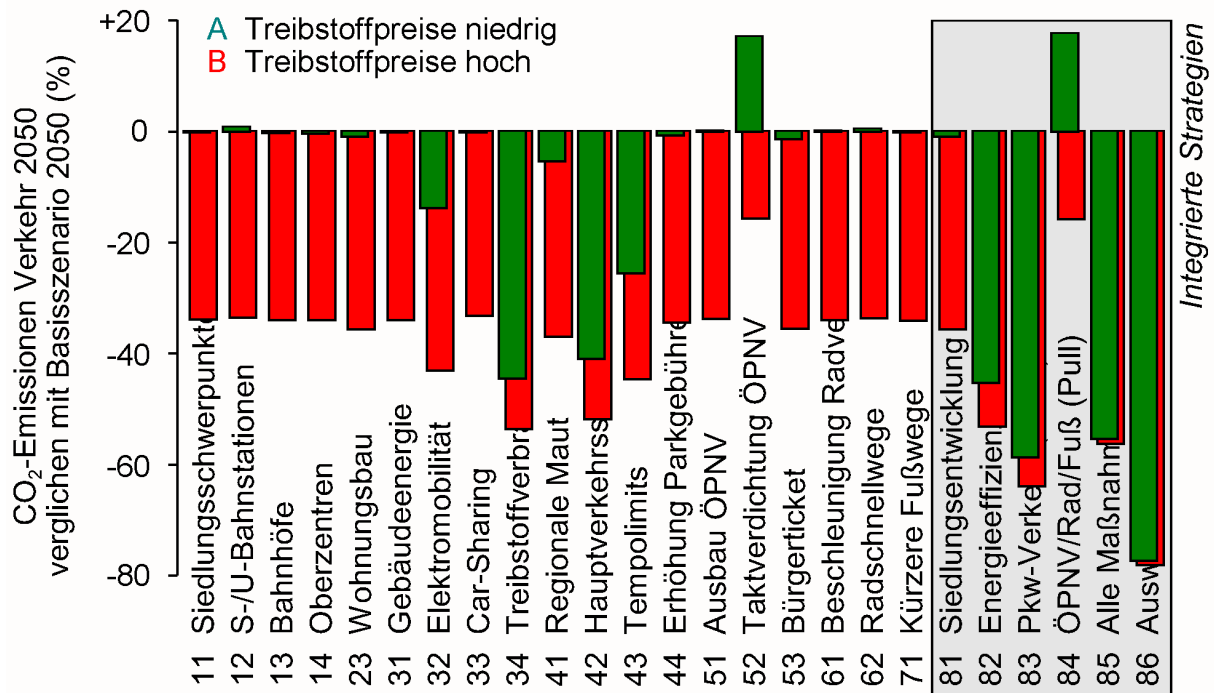
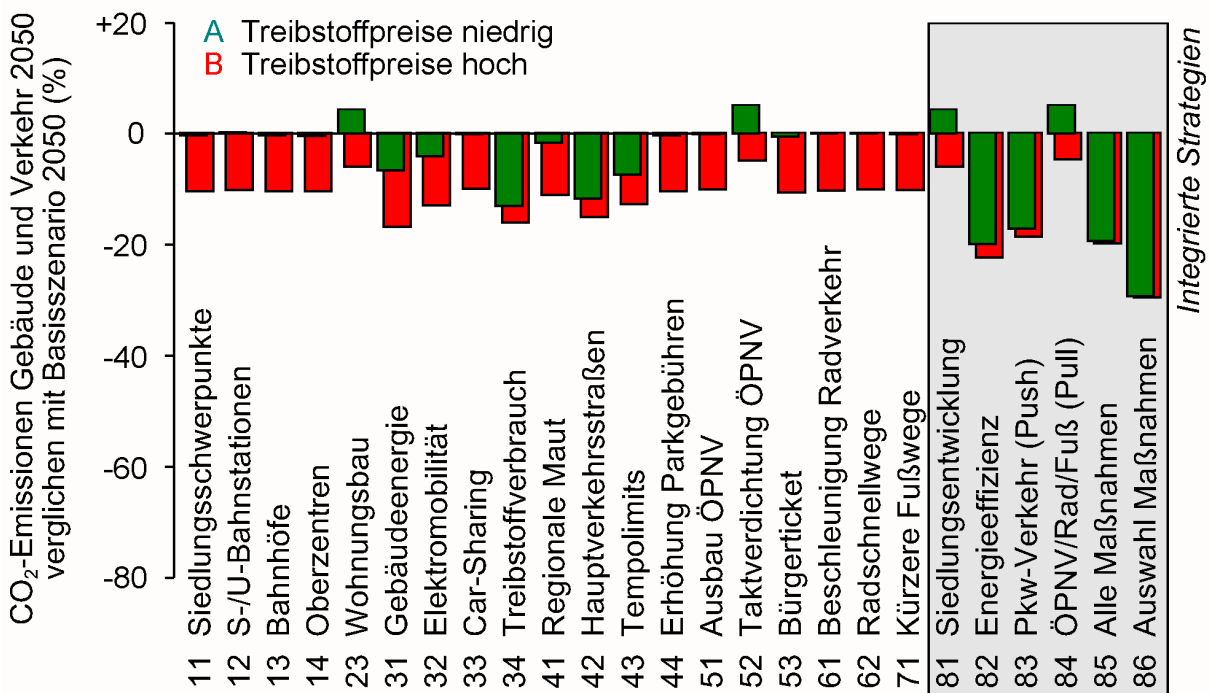


Abbildung 5: Reduktion CO₂-Emissionen Gebäude und Verkehr (%) 2050



5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse können auf folgende Weise zusammengefasst werden: Push-Maßnahmen wie hohe Energiepreise, Tempolimits und Umwidmung von Straßenraum auf Hauptverkehrsstraßen sind wirksamer für die Energieeinsparung als Pull-Maßnahmen wie Förderung der Gebäudesanierung, des Rad- und Fußverkehrs oder der Elektromobilität oder Taktverdichtung bei öffentlichen Verkehrsmitteln. Zwischen einzelnen Maßnahmen bestehen positive und negative Synergien, das heißt, die Wirkungen von Maßnahmen können sich gegenseitig verstärken oder abschwächen. Am erfolgreichsten sind integrierte Strategien, in denen Maßnahmen der Siedlungs- und Verkehrsplanung kombiniert werden.

Die Ergebnisse zeigen, welche erheblichen Potenziale durch eine kombinierte Push- und Pull-Strategie bestehen, um regionale Siedlungs- und Verkehrsstrukturen energie- und klimaeffizienter zu gestalten. Die Ergebnisse zeigen aber auch dass selbst mit sehr ambitionierten Maßnahmen die Reduktionsziele der Bundes- und Landesregierung nicht erreicht werden und dass weitergehende Maßnahmen erforderlich sind.

Um den Erfordernissen der Energiewende gerecht zu werden, bedarf es eines schnellen und konsequenten Vorgehens der Kommunen, des Regionalverbands Ruhr und der Landesregierung anstatt zögerlicher und wenig ambitionierter Ansätze. Zur Umsetzung der Energiewende im Ruhrgebiet sind integrierte Strategien erforderlich, die Siedlungsstruktur, Verkehrsinfrastruktur und fiskalische Maßnahmen umfassen und sowohl technische Innovationen als auch Verhaltensänderungen bewirken.

Viele der notwendigen Maßnahmen, insbesondere die Push-Maßnahmen, werden voraussichtlich von vielen Menschen als Beeinträchtigung ihrer Mobilität und Lebensqualität wahrgenommen werden. Es ist deshalb notwendig, die "unbequemen Wahrheiten" mit überzeugenden Argumenten zu kommunizieren und deutlich zu machen, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen auch erhebliche Vorteile wie verbesserte Umweltqualität und die Wiederbelebung nachbarschaftlicher Beziehungen mit sich bringen können.

Uns ist bewusst, dass die in unserem Projekt erzeugten Ergebnisse stellenweise kontrovers diskutiert werden und Anlass für weitere empirische Untersuchungen und Expertendiskussionen geben. Insbesondere wären, wie es die von der Stiftung Mercator berufenen Gutachter in ihrer Evaluierung der Teilprojekte angemerkt haben, gründliche Überprüfungen der Plausibilität der erzielten Ergebnisse und der im Modell getroffenen Annahmen über die relevanten Wirkungszusammenhänge und Verhaltenselastizitäten sowie einzelne Modellergänzungen wie zum Beispiel die Modellierung des lokalen Güterverkehrs erforderlich.

Darüber hinaus wirft das Projekt tiefgreifende Fragen zur Umsetzung der vom WBGU geforderten Großen Transformation und damit zur Rolle der Wissenschaft in der Politikberatung auf. Die Reaktion von Planung und Politik im Ruhrgebiet seit Veröffentlichung der Projektergebnisse legen die Vermutung nahe, dass Forschungsergebnisse, die die Wirksamkeit der laufenden und politisch durchsetzbaren Maßnahmen zur Erreichung öffentlich propagierter Ziele in Frage stellen, von der Politik nicht gern gesehen und kaum nachgefragt oder weiter gefördert werden.

Literatur

Brosch, Kristine, Huber, Felix, Schwarze, Björn, Spiekermann, Klaus, Wegener, Michael (2016): Integrierte Stadtmodellierung: Flächennutzung, Verkehr, Energie, Umwelt. In: Schmitt, Hanna C., Danielzyk, Rainer, Greiving, Stefan, Gruehn, Dietwald, Thinh, Nguyen X., Warner, Barbara (Hg.): Ruummuster – Struktur – Dynamik – Planung. Dortmunder Reihe zur Raumplanung 147. Essen: Klartext Verlag, 229-241.

Reutter, Oscar, Müller, Miriam, Jansen, Ulrich, Schwarze, Björn, Spiekermann, Klaus, Wegener, Michael, Huber, Felix, Brosch, Kristine (2017): Städte und Klimawandel: Maßnahmenstreckbriefe. Wuppertal/Dortmund: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Spiekermann &

- Wegener Stadt- und Regionalforschung, Bergische Universität Wuppertal. https://www.energie-wende-ruhr.de/app/download/9100536965/EWR_Ruhrgebiet2050_2017%2011%2023_zusammengestellt_UJ_OR_061217.pdf?t=1512561240
- RVR – Regionalverband Ruhr (2014): Perspektiven für die räumliche Entwicklung der Metropole Ruhr. Essen: Regionalverband Ruhr. http://www.metropol Ruhr.de/fileadmin/user_upload/metropol Ruhr.de/01_PDFs/Regionalverband/Regionaler_Diskurs/RF_Zukunft_Perspektiv/2014_05_14_Perspektiven.pdf
- Sagolla, Winfried (2012): Nahverkehr – Lokales Verkehrswesen. In: Memorandum zur Bewerbung der Metropole Ruhr als „Grüne Hauptstadt Europas 2015“, 64. [https://www.bochum.de/C12571A3001D56CE/vwContentByKey/W28RZDQG323BOLDDE/\\$FILE/Anlage1_Memorandum_Gruene_Hauptstadt_Europas.pdf](https://www.bochum.de/C12571A3001D56CE/vwContentByKey/W28RZDQG323BOLDDE/$FILE/Anlage1_Memorandum_Gruene_Hauptstadt_Europas.pdf)
- Schwarze, Björn, Spiekermann, Klaus, Wegener, Michael, Huber, Felix, Brosch, Kristine, Reutter, Oscar, Müller, Miriam (2017): Städte und Klimawandel: Ruhrgebiet 2050. Integriertes Modell Ruhrgebiet und Regionaler Modal Shift. Abschlussbericht. Dortmund/Wuppertal: Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. https://www.energie-wende-ruhr.de/app/download/9085443065/EWR_Ruhrgebiet_260717.pdf?t=1505719508
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin: WBGU. <http://www.wbgu.de/hg2011/>
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Berlin: WBGU. <http://www.wbgu.de/hg2016/>
- Wegener, Michael (2011): The IRPUD Model. Arbeitspapier 11/01. Dortmund: Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Dortmund http://www.spiekermann-wegener.de/mod/pdf/AP_1101_IRPUD_Model.pdf
- WI – Wuppertal Institut (2013): Metropole Ruhr – Grüne Hauptstadt Europas. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf
- WI – Wuppertal Institut (2015): Nachhaltiges Nordrhein-Westfalen 2030 – Das Leitbild. Wuppertal. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/NHS_NRW_AP8-1_Leitbild.pdf

Kurzlebensläufe

Björn Schwarze ist Partner in Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Dortmund. Seine Hauptforschungsgebiete sind die Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Flächennutzung, Bevölkerungsentwicklung, Erreichbarkeit, nachhaltige Raum- und Verkehrsentwicklung, geographische Informationssysteme, GIS-basierte Analysemethoden, Simulation der Flächennutzungsentwicklung und die Integration von GIS und Geodaten in Planungsprozesse.

Klaus Spiekermann ist Partner in Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Dortmund. Seine Hauptforschungsgebiete sind räumlicher Strukturwandel, die Wechselwirkungen zwischen Verkehr, Flächennutzung und Umwelt, nachhaltige räumliche Entwicklung, europäische Raumentwicklung, Methoden der Raumanalyse, Simulationsmodelle, geographische Informationssysteme, die Integration von GIS und Simulationsmodellen und Visualisierungstechniken.

Michael Wegener war bis 2003 Leiter des Instituts für Raumplanung der Fakultät Raumplanung der Universität Dortmund und ist heute Partner in Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Dortmund. Seine Hauptforschungsgebiete sind Stadt- und Regionalentwicklung und europäische Städtesysteme mit Spezialisierung in Stadt- und Regionalmodellierung, insbesondere der Wechselwirkungen zwischen Flächennutzung, Verkehr und Umwelt in Städten und Regionen.

Felix Huber ist Professor und Leiter des Lehr- und Forschungsgebiets Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen im Fachzentrum Verkehr der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal. Seine Forschungsinteressen umfassen Fragen der Wechselwirkungen im Aufgabenfeld Stadt, Verkehr und Umwelt. Er ist Mitglied der Europäischen Akademie der Wissenschaften und Künste.

Kristine Brosch ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehr- und Forschungsgebiet Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen im Fachzentrum Verkehr der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal. Ihre Forschungsthemen sind Planung und Betrieb von Radinfrastruktur und Zukunftsszenarien der Mobilität. Ihr Dissertationsthema ist die Ableitung von Standards im ÖPNV aus strukturellen Rahmenbedingungen.

Oscar Reutter ist Forschungskordinator des Wuppertal Instituts (Wissenschaftsorganisation und Dissertationsprogramm bei der Geschäftsführung) und Honorarprofessor im Bereich "Umwelt und Verkehr" der Bergischen Universität Wuppertal. Seine Forschungsthemen sind die Schnittstelle von Verkehrssystemen, Raumentwicklung und Umweltqualität sowie Strategien für nachhaltige Entwicklung, integrative Stadt- und Verkehrsplanung, Klimaschutz und Stadtverkehr.

Miriam Müller ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsgruppe „Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik“ am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Ihre Forschungsthemen sind Strategien und Maßnahmen für eine nachhaltige Stadt- und Verkehrsentwicklung, Ziele und Indikatoren für nachhaltige Entwicklung und Evaluation von Maßnahmen für nachhaltige Mobilität.