

TEXTE

12/2015

# Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie



TEXTE 12/2015

Umweltforschungsplan des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 12 102  
UBA-FB 002051

## **Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie**

von

Julia Gerlach  
Susan Hübner  
Thilo Becker  
Udo J. Becker


TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“  
Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Dresden

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

# Impressum

**Herausgeber:**

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

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

**Durchführung der Studie:**

TU Dresden  
Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“  
Lehrstuhl für Verkehrsökologie  
Hettnerstraße 1, 01069 Dresden

**Abschlussdatum:**

2014

**Redaktion:**

Fachgebiet I 3.1 Umwelt und Verkehr  
Nadja Richter

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-von-indikatoren-im-bereich-mobilitaet>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2015

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3713 12 102 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

## **Kurzbeschreibung**

Seit der Weltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro stellt eine nachhaltige Entwicklung das Leitprinzip der internationalen Staatengemeinschaft dar. Grundlage der deutschen Nachhaltigkeitspolitik ist die 2002 verabschiedete nationale Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“. Diese beinhaltet auch einen Kernsatz an Nachhaltigkeitsindikatoren als Mittel der Fortschrittskontrolle in wichtigen Handlungsfeldern. Ziel dieser Studie ist es, die Eignung der dort enthaltenen Mobilitätsindikatoren zu analysieren und bei Bedarf entsprechende Vorschläge zur Weiterentwicklung beziehungsweise Neuausrichtung zu entwickeln.

Dabei wurden zunächst die für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung wichtigen Handlungsfelder und die dazugehörigen Indikatoren identifiziert. Im Anschluss erfolgten eine Bewertung der identifizierten Indikatoren sowie die Ableitung eines entsprechenden Indikatorvorschlags. Einbezogen wurden dabei die mobilitätsspezifischen Handlungsfelder „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“ und „Mobilität sichern“, sowie die sektorübergreifenden Handlungsfelder „Nutzung energetischer Ressourcen“, „Klimaschutz“, „Luftqualität“, „Lärm“, „Flächeninanspruchnahme“, „Verkehrssicherheit“ sowie „finanzielle Nachhaltigkeit“.

## **Abstract**

Since the world conference in Rio de Janeiro in 1992, sustainable development is one of the guiding principles of the international community. The German sustainability policy is based on the national strategy for sustainable development “Perspectives for Germany” from 2002. This strategy also includes a core set of sustainability indicators monitoring the progress towards sustainability. The aim of this project is to evaluate the mobility indicators used within this core set of indicators. If necessary, suggestions regarding the further adjustments of the indicators should be made.

Consequently, the first step was to identify the most important fields of action related to a sustainable mobility development. Then, potential indicators for the identified fields of actions were identified. This was followed by an evaluation of the identified indicators. Finally, a specific indicator recommendation was elaborated based on this evaluation. Over all, we considered the transport specific fields of action “Environmentally Friendly Transport” and “Guaranteeing Mobility”, as well as the cross-sectional fields of action “Use of Energetic Resources”, “Climate Change”, “Air Quality” as well as “Noise”, “Land Consumption”, “Traffic Safety” and “Financial Sustainability”

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis .....	8
Tabellenverzeichnis .....	9
Abkürzungen .....	11
1 Zusammenfassung.....	12
2 Summary .....	25
3 Einleitung.....	37
3.1 Hintergrund und Ziele des Projekts.....	37
3.2 Aufbau des Berichts .....	38
4 Projektabgrenzung und Forschungsmethodik.....	39
4.1 Grundüberlegungen zur Einbettung mobilitätsspezifischer Indikatoren in die nationale Nachhaltigkeitsberichterstattung .....	39
4.2 Darstellung des Forschungsansatzes.....	40
4.3 Methodik der Indikatoreauswahl .....	40
4.3.1 Übergeordnete Methodik.....	40
4.3.2 Festlegung der Kriterien zur Auswahl der Indikatoren .....	42
4.4 Kritische Abgrenzungsfragen und ihre Berücksichtigung im Projekt .....	44
4.4.1 Sachliche Bilanzgrenzen .....	44
4.4.2 Räumliche Abgrenzung .....	45
5 Bestimmung der Handlungsfelder für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung.....	47
5.1 Definition und Ziele einer nachhaltigen Entwicklung .....	47
5.2 Definition und Ziele einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung.....	48
5.3 Identifikation zentraler Handlungsfelder im Mobilitätsbereich .....	49
6 Handlungsfeld „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“ .....	53
6.1 Wirkungszusammenhänge und Problemlage .....	53
6.2 Entkopplungsindikatoren und deren Bewertung .....	54
6.3 Empfehlung bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators.....	59
7 Handlungsfeld „Mobilität sichern“ .....	61
7.1 Wirkungszusammenhänge und Problemlage .....	61
7.2 Erreichbarkeitsindikatoren und deren Bewertung .....	63
7.3 Empfehlungen bezüglich der Entwicklung eines Erreichbarkeits-Indikators.....	65
8 Handlungsfeld „Nutzung energetischer Ressourcen“ .....	69
8.1 Wirkungszusammenhänge und Problemlage .....	69
8.2 Bewertung der aktuell verwendeten Indikatoren.....	69

8.3	Empfehlung bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators.....	70
9	Handlungsfeld „Klimaschutz“ .....	72
9.1	Wirkungszusammenhänge und Problemlage .....	72
9.2	Bewertung des aktuell verwendeten Indikators.....	74
9.3	Empfehlung bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators.....	74
10	Handlungsfeld „Luftqualität“ .....	75
10.1	Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage .....	75
10.2	Bewertung des Luftqualitätsindikators der NHS.....	75
10.3	Alternative Luftqualitätsindikatoren und deren Bewertung.....	77
10.4	Empfehlungen bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators .....	78
11	Handlungsfeld „Lärm“ .....	80
11.1	Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage.....	80
11.2	Lärmindikatoren und deren Bewertung.....	82
11.2.1	Qualitative und quantitative Zielvorstellungen.....	82
11.2.2	Bewertung potentieller Indikatoren.....	83
11.3	Empfehlungen bezüglich der Entwicklung eines Lärm-Indikators.....	85
12	Handlungsfeld „Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung“ .....	87
12.1	Skizzierung der Wirkungszusammenhänge .....	87
12.2	Indikatoren der Flächennutzung und deren Bewertung.....	87
12.3	Empfehlungen bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators .....	90
13	Handlungsfeld „Verkehrssicherheit“ .....	91
13.1	Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage.....	91
13.2	Verkehrssicherheit in der NHS.....	91
13.3	Empfehlungen bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators .....	91
14	Handlungsfeld „Finanzielle Nachhaltigkeit im Verkehr“ .....	94
14.1	Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage.....	94
14.2	Indikatoren und deren Bewertung .....	94
15	Zusammenfassende Darstellung der Indikatorvorschläge.....	97
	Anhang.....	99
	Quellenverzeichnis.....	106

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsschritte im Projekt .....	13
Abbildung 2: Overview of working steps within the project.....	26
Abbildung 3: Übersicht über die Arbeitsschritte des Indikatoreauswahlprozesses .....	41
Abbildung 4: Auswahlkriterien für Indikatoren .....	42
Abbildung 5: Vergleich des Inländer- und Inlandskonzeptes .....	46
Abbildung 6: Arten von Entkopplung.....	54
Abbildung 7: Entkopplung und zugeordnete Indikatoren .....	55
Abbildung 8: Güterbeförderungsleistung im Inland sowie im Import und Export .....	58
Abbildung 9: CO <sub>2</sub> -Emissionen des inländischen sowie des mit Import und Export verbundenen Güterverkehrs.....	58
Abbildung 10: Wirkungszusammenhänge bei der Nutzung energetischer Ressourcen .....	69
Abbildung 11: Wirkungskette im Handlungsfeld „Klimaschutz“ .....	73
Abbildung 12: Wirkungsketten im Bereich „Luftverschmutzung“ .....	76
Abbildung 13: Wirkungsketten im Handlungsfeld „Lärm“ .....	81
Abbildung 14: Wirkungsketten im Handlungsfeld „Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung“ .....	88
Abbildung 15: Wirkungsketten im Handlungsfeld „Verkehrssicherheit“ .....	92
Abbildung 16: Der Indikator 11a „Gütertransportintensität“ .....	101
Abbildung 17: Der Indikator 11c,d „Anteil von Schiene und Binnenschifffahrt an der Gütertransportleistung“ .....	101

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Mobilitätsbezug.....	12
Tabelle 2: Nachhaltigkeitsziele und der zugeordnete Handlungsfelder .....	14
Tabelle 3: Zuordnung der derzeitigen Indikatoren zu den Handlungsfeldern .....	15
Tabelle 4: Rechenbeispiele zu den Modal-Split-Indikatoren .....	16
Tabelle 5: Zusammenfassung der Indikatorvorschläge .....	23
Tabelle 6: Mobility indicators in the strategy for sustainable development .....	25
Tabelle 7: Objectives of sustainable development and dedicated fields of action .....	27
Tabelle 8: Assignment of indicators used in the national sustainability strategy to the fields of action.....	28
Tabelle 9: Calculation examples of modal split indicators .....	29
Tabelle 10: Summary of Indicator Recommendations.....	35
Tabelle 11: Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Mobilitätsbezug .....	37
Tabelle 12: Kriterien für die Bewertung potentieller Nachhaltigkeitsindikatoren .....	43
Tabelle 13: Abgeleitete Anforderungen an eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung.....	49
Tabelle 14: Zuordnung der Handlungsfelder zu den Nachhaltigkeitszielen.....	50
Tabelle 15: Zuordnung der derzeitigen Indikatoren zu den Handlungsfeldern .....	52
Tabelle 16: Bewertung der Entkopplungsindikatoren in der NHS .....	56
Tabelle 17: Rechenbeispiele zu den Modal-Split-Indikatoren .....	59
Tabelle 18: Indikatoren zur Messung der Erreichbarkeit alltäglicher Ziele .....	64
Tabelle 19: Vergleichende Bewertung von Erreichbarkeits-Indikatoren.....	66
Tabelle 20: Mindeststandards der Erreichbarkeit von Alltagszielen .....	68
Tabelle 21: Bewertung der Indikatoren im Handlungsfeld Energieverbrauch.....	70
Tabelle 22: Bewertung des NHS-Indikators im Handlungsfeld Klimaschutz .....	74
Tabelle 23: Übersicht zu Indikatoren zur Messung der Luftschadstoffe.....	78
Tabelle 24: Bewertung potentieller Indikatoren für Luftverschmutzung .....	79
Tabelle 25: Lärmschutzziele und Lärmgrenzwerte.....	82
Tabelle 26: Übersicht über Indikatoren zur Messung der Lärmbelastung.....	83
Tabelle 27: Vergleich grundsätzlicher Indikatorkonzepte im Handlungsfeld Lärm.....	84
Tabelle 28: Indikatoren zur Bewertung der Flächeninanspruchnahme.....	89
Tabelle 29: Bewertung des Indikators zur Flächeninanspruchnahme.....	90
Tabelle 30: Zusammenfassung der Indikatorvorschläge .....	97
Tabelle 31: Identifizierte Handlungsbereiche in Strategiedokumenten.....	99
Tabelle 32: Identifizierte Handlungsbereiche in wissenschaftlichen Quellen.....	100
Tabelle 33: Indikatoren zur Messung der gesellschaftlichen Wohlfahrt.....	102

Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie

Tabelle 34: Übersicht zu Indikatoren zur Messung der Entkopplung .....	103
Tabelle 35: Potentielle Indikatoren im Handlungsfeld Unfälle.....	104
Tabelle 36: Indikatoren zur Bewertung der finanziellen Nachhaltigkeit im Verkehr.....	105

## Abkürzungen

BIP	Bruttoinlandsprodukt
DALY	disability-adjusted life Years
DI	Entkopplungsindex (Decoupling index)
ExWoSt	Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (Forschungsprogramm des BBSR)
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GDP	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
ha	Hektar
HDI	Human Development Index
HGF	Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
ISEW	Index of Sustainable Economic Welfare
LIKI	Länderinitiative Kernindikatoren
Lkw-km	Lastkraftwagenkilometer
Meff	Effektive Maschenweite
MiD	Mobilität in Deutschland (bevölkerungsrepräsentative Mobilitäts-Erhebung)
MOP	Deutsches Mobilitätspanel
NHS	Nachhaltigkeitsstrategie Deutschland
NWI	Nationaler Wohlfahrtsindex
passenger-km	Passenger-kilometer (Personenkilometer)
Pkm	Personenkilometer
Pkw-km	Personenkraftwagenkilometer
PYLL	Potential Years of Life Lost
QUALY	Quality-adjusted Life Years
SuV	Siedlungs- und Verkehrsfläche
THG	Treibhausgas
tkm	Tonnenkilometer
tonne-km	Tonne-kilometre (Tonnenkilometer)
UNFCCC	Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change)
UZVR	Unzerschnittene verkehrsarme Räume

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ (Bundesregierung Deutschland 2002a) nennt Leitwerte und Managementregeln einer nachhaltigen Entwicklung und ist damit die Grundlage der nationalen Nachhaltigkeitspolitik. Sie enthält auch einen Kernsatz an Nachhaltigkeitsindikatoren, welcher ein wichtiges Element der Fortschrittskontrolle darstellt.

Der Verkehrsbereich ist einer der Sektoren, in dem aus Nachhaltigkeitssicht großer Handlungsbedarf besteht. Dies wird in der Nachhaltigkeitspolitik dadurch aufgegriffen, dass bereits jetzt 11 der insgesamt 38 Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie direkt oder indirekt einen Verkehrsbezug haben (Tabelle 1). Dabei gibt es vier verkehrsspezifische Indikatoren. Daneben enthalten die sektorübergreifenden Indikatoren z. B. zum Klimaschutz den Verkehrsbereich als einen Verursacher von mehreren.

Nach über einem Jahrzehnt der Anwendung bestand die Projektaufgabe in der Überprüfung der Eignung der damals gewählten Indikatoren. Ziel des Vorhabens war damit die Analyse der in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie enthaltenen Mobilitätsindikatoren hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit und Aussagekraft, sowie die bedarfsweise Neuausrichtung und Weiterentwicklung dieser Indikatoren.

Tabelle 1: Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Mobilitätsbezug

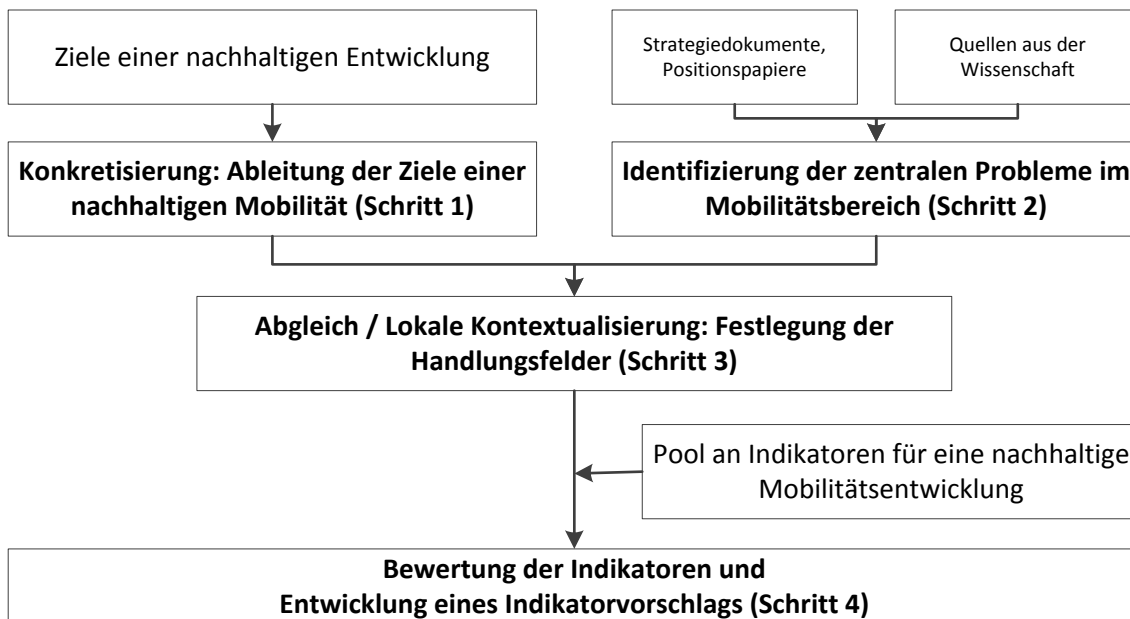
Nr.	Indikator
<b>Direkter Verkehrsbezug</b>	
11a	Gütertransportintensität (tkm/BIP)
11b	Personentransportintensität (Pkm/BIP)
11c	Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung
11d	Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung
<b>Indirekter Verkehrsbezug (sektorübergreifend)</b>	
1a	Energieproduktivität
1b	Primärenergieverbrauch im Inland
2	Treibhausgasemissionen
3a	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch
4	Anstieg der Siedlungs-/Verkehrsfläche
13	Schadstoffbelastung der Luft
14	Vorzeitige Sterblichkeit (alle Ursachen)

(Quelle: Statistisches Bundesamt 2012a)

## 1.2 Methodik

Insgesamt orientiert sich dieses Projekt an der Forschungsmethodik des Verbundvorhabens „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ der „Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren“ (HGF) (Kopfmüller 2001; auch beschrieben in Hartmuth 2004, S. 6 ff.). Dabei erfolgt die Entwicklung eines Indikatorvorschlags in einem vierstufigen Prozess (vergleiche Abbildung 1).

Abbildung 1: Arbeitsschritte im Projekt



(eigene Darstellung)

Zunächst wird das Leitbild der Nachhaltigkeit ausdifferenziert. Aus den zentralen Leitwerten der Nachhaltigkeit werden dabei konkrete Nachhaltigkeitsregeln für den Verkehrsbereich abgeleitet. Diese stellen normative Mindestanforderungen an eine nachhaltige Verkehrsentwicklung dar und können der Nachhaltigkeitspolitik als Orientierung dienen.

Anschließend werden die zentralen Handlungsfelder im Verkehrsbereich ermittelt. Welche Probleme werden von der Bevölkerung, den politischen EntscheidungsträgerInnen und der Wissenschaft als besonders drängend eingeschätzt? Wo besteht der größte Handlungsbedarf? Als Ergebnis dieses Arbeitsschrittes steht eine Liste an Handlungsfeldern, welche für die Entwicklung hin zu einem nachhaltigen Verkehrssystem von entscheidender Bedeutung sind.

Im dritten Arbeitsschritt erfolgt ein Abgleich dieser Handlungsfelder mit den im ersten Arbeitsschritt ermittelten normativen Nachhaltigkeitsregeln. Diese „lokale Kontextualisierung“ hat zwei Funktionen. Zum einen wird das breite Themenspektrum, das sich aus den normativen Nachhaltigkeitsregeln ergibt, auf die wirklich relevanten Probleme eingeeengt. Zum anderen werden die konkreten Probleme im Verkehrsbereich in den Kontext der nachhaltigen Entwicklung eingeordnet.

Im abschließenden vierten Schritt werden für die so eingegrenzten Handlungsfelder geeignete Indikatoren ausgewählt. Dafür werden jeweils potentielle Indikatoren recherchiert und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet. Die genutzten Bewertungskriterien „wissenschaftliche Fundierung“, „Datenverfügbarkeit“ sowie „Verständlichkeit“ und „Politische Relevanz“ basieren dabei auf den im europäischen COST-Projekt „Indicators of Environmental Sustainability in Transport“ erarbeiteten Vorschlägen (Joumard; Gudmundsson 2010).

Basierend auf der durchgeführten Bewertung wurde ein endgültiger Indikatorvorschlag entwickelt. In den allermeisten Fällen konnte hier kein in jeder Hinsicht idealer Indikator gefunden werden. Die Abwägung der Vor- und Nachteile einzelner Indikatoren erfolgte unter Einbindung der Fachöffentlichkeit sowie der zuständigen Bundesämter. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Projekts ein Experten-Workshop durchgeführt. Ergänzend wurden verschiedene telefonische Fachauskünfte und Stellungnahmen eingeholt.

### 1.3 Ergebnisse

Ausgangsbasis für das Projekt ist die zentrale Definition einer nachhaltigen Entwicklung entsprechend des Brundtland-Berichts:

*„Nachhaltige Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“* (United Nations 1987)

Die sich aus dieser Definition ableitenden Anforderungen an eine nachhaltige Verkehrsentwicklung sind in Tabelle 2 dargestellt. Diesen Anforderungen wurden im nächsten Schritt die in Wissenschaft und Politik als besonders relevant eingeschätzten Handlungsfelder im Verkehrsbereich zugeordnet. Insgesamt ergaben sich so für die weitere Projektbearbeitung neun Handlungsfelder, für welche jeweils ein Indikatorvorschlag erarbeitet wurde.

Die Handlungsfelder „Mobilität sichern“ sowie „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“ beschreiben die zwei Kernaufgaben einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung und ergeben sich aus der grundsätzlichen Zwiespältigkeit von Verkehrsaktivitäten: Auf der einen Seite soll ein hohes Maß an Mobilität gewährleistet werden, auf der anderen Seite geht es gleichzeitig um eine Reduzierung der negativen Umweltwirkungen. Die notwendige Reduzierung der Umweltwirkungen wird im Handlungsfeld „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“ adressiert, während die Sicherstellung eines Mindestmaßes an Mobilitätsmöglichkeiten im Handlungsfeld „Mobilität sichern“ abgebildet wird.

Die Handlungsfelder „Nutzung energetischer Ressourcen“, „Klimaschutz“, „Luftqualität“, „Lärm“, sowie „Verkehrssicherheit“, „Flächeninanspruchnahme“ und „finanzielle Nachhaltigkeit“ können dann vorrangig mit sektorübergreifenden Indikatoren abgebildet werden. Hier muss darauf geachtet werden, dass der Verkehrsbeitrag im Indikator adäquat enthalten ist.

Tabelle 2: Nachhaltigkeitsziele und der zugeordnete Handlungsfelder

Leitwert	Anforderungen an eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung
Generationengerechtigkeit	Einhaltung der ökologischen Regenerations-, Substitutions- und Tragfähigkeitsgrenzen
	Minimierung Flächenverbrauch
	Entkopplung, Verringerung von Energie-, und Ressourcenverbrauch sowie der Verkehrsleistung durch steigende Effizienz
	Keine Verlagerung finanzieller Lasten in die Zukunft
Lebensqualität	Kostenwahrheit, verursachergerechte Kostenanrechnung
	Vermeidung von Gesundheitsrisiken
Sozialer Zusammenhalt	Sicherheit gewährleisten
	Befriedigung der Grundbedürfnisse und Ermöglichung von Teilhabe aller am gesellschaftlichen Leben
	Bezahlbare Preise
	Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Verkehrsträgern
Internationale Verantwortung	Gestaltung des Verkehrssystems in einem partizipatorischen Prozess
	Gestaltung der Rahmenbedingungen für eine global nachhaltige Entwicklung

(eigene Darstellung)

Tabelle 3 ordnet die aktuell in der Nachhaltigkeitsstrategie verwendeten Indikatoren den identifizierten Handlungsfeldern zu. Die folgenden Seiten enthalten eine Kurzdarstellung der jeweils erarbeiteten

Indikatorvorschläge für die neun Handlungsfelder. Die Beschreibung beginnt mit den beiden mobilitätsspezifischen Handlungsfeldern „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“ sowie „Mobilität sichern“. Eine tabellarische Zusammenfassung der vorgeschlagenen Änderungen je Handlungsfeld findet sich abschließend in Abschnitt 1.4.

Tabelle 3: Zuordnung der derzeitigen Indikatoren zu den Handlungsfeldern

Handlungsfeld	Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Bezug zum Handlungsfeld
<b>Direkter Verkehrsbezug</b>	
1. Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung	Indikator 11a „Gütertransportintensität“ Indikator 11b „Personentransportintensität“ Indikator 11c „Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung“ Indikator 11d „Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung“
2. Mobilität sichern	kein Indikator vorhanden
<b>Indirekter Verkehrsbezug (sektorübergreifend)</b>	
3. Nutzung energetischer Ressourcen	Indikator 1a „Energieproduktivität“ Indikator 1b „Primärenergieverbrauch im Inland“ Indikator 3a „Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch“
4. Klimaschutz	Indikator 2 „Treibhausgasemissionen“
5. Luftqualität	Indikator 13 „Schadstoffbelastung der Luft“
6. Lärm	kein Indikator vorhanden
7. Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung	Indikator 4 „Anstieg der Siedlungs-/Verkehrsfläche“
8. Verkehrssicherheit	Indikator 14 „Vorzeitige Sterblichkeit (alle Ursachen)“
9. Finanzielle Nachhaltigkeit	Indikator 7 „Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP“

(eigene Darstellung)

### 1.3.1 Handlungsfeld „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“

Generell existiert ein Widerspruch zwischen einem in der Regel gewünschten (quantitativen/qualitativen?) Wirtschaftswachstum einerseits und der notwendigen Reduzierung der negativen Wirkungen der dadurch bedingten Verkehrszunahme andererseits. Die Antwort auf diese Frage wird in der Entkopplung von Verkehrs- und Wirtschaftswachstum bzw. von Verkehr und den damit verbundenen Umweltwirkungen gesehen. Ganz allgemein wird eine möglichst umweltfreundliche Verkehrsabwicklung angestrebt.

Die aktuell in der Nachhaltigkeitsstrategie verwendeten verkehrsspezifischen Indikatoren (11a-d) sind weniger gut zur Abbildung des Ziels einer umweltfreundlichen Verkehrsabwicklung geeignet. Bei den Transportintensitätsindikatoren 11a und 11b hat das drei Hauptgründe:

1. Die Zielgrößen der Indikatoren sind nicht die eigentlichen Zielgrößen einer nachhaltigen Entwicklung. Die Indikatoren setzen die Entwicklung des BIP ins Verhältnis zur Entwicklung der Verkehrsleistung (tkm, Pkm). Allerdings spiegelt das BIP die gesellschaftliche Wohlfahrt nur sehr bedingt wieder und ist damit keine geeignete Nutzengröße. Weiter kann von der Entwicklung der Verkehrsleistungen nur indirekt auf die Entwicklung der Umweltwirkungen geschlossen werden. Die gleiche Verkehrsleistung kann z. B. je nach genutztem Energieträger mit ganz unterschiedlichen Umweltwirkungen verbunden sein.

2. Die Transportintensitätsindikatoren zielen auf eine Bewertung der Effizienz von Transportvorgängen. Effizienzsteigerungen sind wichtig, allerdings „nur“ als Mittel zur Erreichung der eigentlich relevanten Nachhaltigkeitsziele. Diese Ziele liegen in tatsächlichen „Verringerungen“ der absoluten Umweltwirkungen. Die Transportintensitätsindikatoren können eine positive Entwicklung (also eine Effizienzverbesserung) anzeigen, auch wenn die insgesamt resultierenden Umweltbelastungen steigen. Aus Nachhaltigkeitssicht führen die Indikatoren also ggf. zu Fehlsteuerungen.
3. Der weiterhin zunehmende internationale Handel kann zu einer zusätzlichen Verzerrung der Indikatorwerte führen. Exportgewinne stellen einen zunehmenden Anteil des gesamten BIP dar, die damit einhergehenden weiten Transportwege außerhalb Deutschlands sind in den inlandsbasierten Transportintensitätsindikatoren allerdings nicht enthalten. Die Indikatoren werden zunehmend „positiv“ verzerrt, d. h. die Realität ist nicht so positiv einzuordnen, wie das gezeigte Bild.

Auch die Indikatoren 11c, d „Anteil des Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung“ sind aus wissenschaftlicher Sicht weniger zur Bewertung einer umweltfreundlichen Verkehrsabwicklung im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie geeignet, denn sie erlauben keine direkten Aussagen bezüglich der Entwicklung der relevanten Umweltwirkungen. Die Modal-Split-Indikatoren 11c und 11d beziehen sich nicht auf die absoluten Verkehrsleistungen, sondern setzen die Entwicklung des Schienengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt (Güterverkehr) in Relation zur Entwicklung der anderen Verkehrsträger. Wie Tabelle 4 anhand eines einfachen Rechenbeispiels zeigt, kann deshalb die gleiche Modal-Split-Entwicklung sowohl mit weniger als auch mit mehr Umweltbelastung verbunden sein. Gleichzeitig ist auch eine Verbesserung der Umweltsituation bei Verschlechterung des Modal-Split-Indikators möglich. Die Modal-Split-Indikatoren sind damit ohne Zusatzinformationen nicht aussagekräftig bezüglich des eigentlichen Ziels der Reduzierung der Umweltwirkungen.

Tabelle 4: Rechenbeispiele zu den Modal-Split-Indikatoren

Fall	Verkehrsleistung Straße	Verkehrsleistung Schiene	Anteil Straße	Anteil Schiene	Bewertung Modal-Split-Indikator	Entwicklung Umweltbelastung
Basisfall	300 tkm	300 tkm	50%	50%	Referenzfall	Referenzfall
Variante 1	400 tkm	600 tkm	40%	60%	Verbesserung	Verschlechterung
Variante 2	200 tkm	300 tkm	40%	60%	Verbesserung	Verbesserung
Variante 3	300 tkm	200 tkm	60%	40%	Verschlechterung	Verbesserung

(eigene Darstellung)

Das bedeutet nicht, dass die Verlagerung von Verkehr von der Straße auf die Schiene als Strategie zur Erreichung der eigentlichen Nachhaltigkeitsziele unwichtig wäre. Ganz im Gegenteil wird beispielsweise eine ausreichende Reduzierung der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen allein durch technische Maßnahmen (z. B. alternative Treibstoffe und Antriebe) sehr schwer oder gar nicht möglich sein, Verkehrsvermeidung und -verlagerung sind hier weiterhin die zentralen Strategien.

Auch die Setzung entsprechender Vermeidungs- und Verlagerungsziele wäre beispielsweise im Rahmen einer noch zu erarbeitenden Mobilitätsstrategie hilfreich und sinnvoll. Derartige Ziele sollten dann aber klar als Teilziele dem eigentlichen Ziel einer Reduzierung der verkehrsbedingten Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen untergeordnet sein. Von den ProjektbearbeiterInnen wird deshalb ein Monitoring des übergeordneten Umweltzieles in der Nachhaltigkeitsstrategie empfohlen, während die damit verbundenen Vermeidungs- und Verlagerungsziele in einem nachgeordneten, fachspezifischen Indikatorensystem beobachtet werden sollten.

Für die Überarbeitung der bisherigen Mobilitätsindikatoren der NHS werden zusammenfassend folgende Empfehlungen gegeben:

- Streichung der bisherigen Indikatoren 11a-d, da sie keine zielorientierten Nachhaltigkeitsindikatoren darstellen, statt dessen:
- Konzentration auf das Nachhaltigkeitsziel einer Reduzierung der absoluten Umweltbelastungen, insbesondere der Treibhausgasemissionen. Eng damit verbunden ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehr, für welchen bereits verkehrsspezifische Nachhaltigkeitsziele vorliegen (BMW; BMU 2010, S. 5). Diese sollten durch entsprechende CO<sub>2</sub>-Ziele ergänzt werden.
- Auch für den überarbeiteten Indikator wird die getrennte Darstellung des Güter- und Personenverkehrs empfohlen. Das setzt jedoch die Formulierung separater Energieverbrauchs- oder CO<sub>2</sub>-Ziele für die beiden Verkehrsarten voraus, was bisher nicht erfolgt ist. Der entsprechende Prozess ist also voranzutreiben.
- Ergänzend sollten die zunehmenden internationalen Verkehre von Gütern und Personen im Indikator berücksichtigt werden, das Inlandsprinzip ist durch das Inländerprinzip zu ergänzen.

Somit werden die folgenden beiden Indikatoren vorgeschlagen:

- *Indikator 11a: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Güterverkehr*
- *Indikator 11b: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Personenverkehr*

Bereits bei den früheren Indikatoren 11a und 11 b erfolgte in der grafischen Abbildung der Indikatoren die Darstellung weiterer erklärender Größen. Dargestellt werden sollten u. E. nach auch im überarbeiteten Indikator die folgenden Größen, da sie die Entwicklung des Energieverbrauchs teilweise erklärbar machen:

- Die Energieeffizienz im Güter- bzw. Personenverkehr (MJ/tkm; MJ/Pkm),
- Die absoluten Verkehrsleistungen im Güter- bzw. Personenverkehr (tkm, Pkm),
- Die inlandsbasierten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Güter- bzw. Personenverkehr (t CO<sub>2</sub>-Äq.),
- Die inländerbasierten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Güter- bzw. Personenverkehr (t CO<sub>2</sub>-Äq.).<sup>1</sup>

### 1.3.2 Handlungsfeld: „Mobilität sichern“

Das Vorbeugen von sozialer Ausgrenzung ist ein zentrales Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands (vgl. Bundesregierung Deutschland 2002a, S. 52). Räumliche Mobilität ist dabei für die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben unverzichtbar. Arbeitsplätze, Einkaufsgelegenheiten oder beispielsweise Gesundheitseinrichtungen sollten deshalb für alle Menschen mit vertretbarem Aufwand erreichbar sein. Ein nachhaltiges Verkehrssystem muss ein Mindestmaß an Erreichbarkeit für alle Bevölkerungsteile und auch unabhängig vom eigenen Auto sicherstellen. Aktuell sind insbesondere Einkommensschwächere, Ältere und Personen ohne direkten Zugang zum Auto von sozialer Exklusion bedroht.

Der Beitrag einer nachhaltigkeitsorientierten Raum- und Verkehrsplanung liegt u. a. in der Schaffung kompakter und kleinteilig gemischter Siedlungsstrukturen sowie in der Förderung allgemein nutzbarer,

---

<sup>1</sup> Die inländerbasierten CO<sub>2</sub>-Emissionen (inkl. Flugverkehr, sowie mit dem inländischen Konsum verbundene Gütertransporte im Ausland) werden bisher nicht routinemäßig berechnet. Vorschläge zum methodischen Vorgehen, sowie eine Pilotanwendung für den Güterverkehr finden sich jedoch in (Statistisches Bundesamt; UBA 2009, S. 37 ff. Hesse u. a. 1999, S. 23 f.)

umweltfreundlicher Verkehrsträger (ÖV, Fuß und Rad) und der Nahversorgung. Auf einen weiteren beschleunigenden Ausbau der Verkehrsinfrastruktur sollte hingegen verzichtet werden, da dieser kleinteilige Strukturen eher schwächt. (Altenburg; Gaffron; Gertz 2009, S. 35; Holz-Rau 2006, S. 45)

Insgesamt kann „Gesellschaftliche Teilhabe“ nur sektorübergreifend, „outputorientiert“ bewertet werden. Eine Überprüfung der diesbezüglichen in der Nachhaltigkeitsstrategie enthaltenen übergeordneten Indikatoren erscheint notwendig, kann allerdings im Rahmen dieses mobilitätsspezifischen Projekts nicht geleistet werden.

Da die Ermöglichung von Ortsveränderungen, die Sicherung der Mobilität (als eine Voraussetzung für Teilhabe) die Kernaufgabe unseres Verkehrssystems ist, erscheint den AutorInnen die ergänzende Aufnahme eines entsprechenden mobilitätsspezifischen Indikators in die Nachhaltigkeitsstrategie gerechtfertigt und notwendig.

In der Literatur existieren bereits unterschiedliche Vorschläge für geeignete Indikatoren zur Darstellung der Erreichbarkeit alltäglicher Ziele. Diese unterscheiden sich hinsichtlich verschiedener Aspekte, vor allem der Art der einbezogenen alltäglichen Ziele, der berücksichtigten Verkehrsarten, der analysierten Räume bzw. Personengruppen sowie der angesetzten Mindeststandards.

Aus Nachhaltigkeitssicht ist dabei zum einen die Nahversorgung mit den Einrichtungen des Grundbedarfs relevant, wobei hier insbesondere die wohnungsnah Versorgung mit Lebensmitteln eine große Bedeutung hat. Zum anderen ist die Erreichbarkeit von Einrichtungen des gehobenen Bedarfs wichtig, welche in der Regel in Mittel- und Oberzentren gebündelt werden. Zusammenfassend schlagen wir deshalb einen Indikator für die Darstellung einer Mindesterreichbarkeit alltäglicher Ziele vor, welcher die folgenden zwei Teilindikatoren enthält:

- *Neuer Indikator 11c: Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen:* Anteil der Bevölkerung nach Raumtyp (3-4 Kategorien), mit maximal 1000 m fußläufiger Entfernung zwischen der Wohnung und einem Lebensmittelgeschäft
- *Neuer Indikator 11d: Erreichbarkeit der Einrichtungen des gehobenen Bedarfs:* Anteil der Bevölkerung, der mit öffentlichen Verkehrsmitteln das nächste Mittelzentrum in 30 min und das nächste Oberzentrum in 60 min erreichen kann.

Beide Indikatoren wurden bereits in dieser oder ähnlicher Form vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung operationalisiert. (Wehmeier; Koch 2010, S. 458; BBSR 2014)

### **1.3.3 Handlungsfeld „Nutzung energetischer Ressourcen“**

Die Reduzierung des Energieverbrauchs ist aus Ressourcenschutzgründen auch unabhängig von der CO<sub>2</sub>-Problematik ein zentrales Thema. Diesbezügliche Ziele umfassen dabei die Reduzierung der Nutzung fossiler, also nicht-erneuerbarer Energieträger, sowie eine nachhaltige, das heißt die Regenerationsgrenzen beachtende Nutzung erneuerbarer Ressourcen.

In der Nachhaltigkeitsstrategie Deutschland wird die Nutzung energetischer Ressourcen durch die Indikatoren 1a „Energieproduktivität“, 1b „Primärenergieverbrauch“, 3a „Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch“ sowie 3b „Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen am Stromverbrauch“ dargestellt. Insgesamt decken diese Indikatoren bereits die wesentlichen Aspekte des Handlungsfeldes ab und sind damit prinzipiell geeignet. Kritisch sind die Indikatoren jedoch im Hinblick auf die folgenden Aspekte zu bewerten:

- Die Berechnung des Primärenergieverbrauchs erfolgt nach dem Inlandsprinzip. Aus Sicht der Nachhaltigen Entwicklung ist allerdings eine ergänzende Darstellung des Energieverbrauchs auf Inländerbasis notwendig (Mugdal u. a. 2012, S. 19 f.).

- Der Indikator 1a „Energieproduktivität“ stellt die erreichte Energieeffizienz dar. Die Verlagerung energie-intensiver Produktionsschritte ins Ausland verringert die Aussagekraft dieses Indikators stark (Vgl. z. B. Bruckner; Polzin; Giljum 2010; UNEP 2011).

Deshalb wird folgende Anpassung des Indikators empfohlen:

- Verzicht auf den Teilindikator 1a „Energieproduktivität“
- Ergänzung des Indikators 1b „Primärenergieverbrauch“ um einen neuen Teilindikator zur Abbildung des inländerbasierten Energieverbrauchs (energetischer Fußabdruck), welcher auch den zur Herstellung von Importgütern benötigten Energieverbrauch berücksichtigt.

### 1.3.4 Handlungsfeld „Klimaschutz“

Die Begrenzung des anthropogen verursachten Klimawandels ist eine der größten Herausforderungen für die Menschheit im 21. Jahrhundert. Der Klimawandel hat mehr als alle anderen Umweltprobleme globale Ausmaße und verändert Ökosysteme weltweit (vgl. z. B. WBGU 2007). Der Verkehrsbereich gehört neben der Strom- und Wärmeerzeugung zu den Hauptemittenten von Treibhausgasen und wird aufgrund seiner nach wie vor sehr hohen Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen als einer der Schlüsselsektoren für einen erfolgreichen Übergang in eine quasi CO<sub>2</sub>-neutrale Gesellschaft angesehen.

Die Nachhaltigkeitsstrategie enthält bereits einen Indikator „Klimaschutz“. Insgesamt ist der Indikator gut geeignet, die Erfolge der deutschen Klimaschutzmaßnahmen aufzuzeigen. Dennoch zeigen sich in den folgenden Bereichen Schwächen:

- Es werden keine sektorspezifischen Emissionswerte veröffentlicht, welche in Hinblick auf die unterschiedliche Entwicklung der Sektoren aber durchaus von Interesse sind.
- Es werden nur inländische Emissionen berücksichtigt (Inlandsprinzip). Aufgrund des zunehmenden internationalen Handels und der Verlagerung energie- und damit CO<sub>2</sub>-intensiver Produktionsschritte ins Ausland liefert dieser Indikator damit ein verzerrtes Bild und sollte um die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Inländer ergänzt werden.

Prinzipiell können die identifizierten Schwachstellen leicht korrigiert werden. Dazu wird folgende Neugliederung des Indikators empfohlen:

- Indikator 2a: Treibhausgasemissionen der Sektoren (Verkehr, Haushalte, Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Energiewirtschaft) nach dem Territorialprinzip, die Darstellung erfolgt als geschichtetes Balkendiagramm.
- Indikator 2b: Summe der Treibhausgasemissionen nach dem Inländerprinzip, dargestellt als separater Liniengraph im gleichen Diagramm wie Indikator 2a. Dieser Graph sollte auch den Beitrag der internationalen Verkehre (Personenverkehr + Güterimport) beinhalten.

### 1.3.5 Handlungsfeld „Luftqualität“

Der Verkehrsbereich emittiert eine Reihe von Luftschadstoffen, welche die menschliche Gesundheit, aber auch die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme beeinträchtigen. Vor allem in Städten werden nach wie vor u. a. für Feinstaub und Stickoxide Schadstoffkonzentrationen gemessen, die über den gesetzlichen Grenzwerten liegen.

In der Nachhaltigkeitsstrategie wird die Luftqualität über den Indikator 13 „Schadstoffbelastung der Luft“ beobachtet. Der Indikatorname ist allerdings etwas irreführend, da nicht die Immissionsbelastung, sondern die jährlichen Emissionsmengen relevanter Luftschadstoffe (NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, SO<sub>2</sub>) dargestellt werden, sowie die mittlere, ungewichtete Reduzierung aller einbezogenen Schadstoffe. Dabei fallen die folgenden Probleme auf:

- Trotz der Existenz einer gesicherten Wirkungskette setzt der Indikator an der Quelle, nicht am eigentlich interessierenden Endpunkt der Wirkung an.
- Der Indikator erfasst nur einen Teil der relevanten Schadstoffe. SO<sub>2</sub>-Emissionen spielen (außer in der Seeschifffahrt) eine eher untergeordnete Rolle, dafür wird der eigentlich relevante Feinstaub im Indikator nicht erfasst.
- Das aktuell verwendete Zieljahr ist 2010. Eine Aktualisierung auf die Zielwerte für 2020 sowie 2030 ist notwendig.
- Der Indikator für die mittlere, *ungewichtete* Entwicklung aller einbezogenen Luftschadstoffe berücksichtigt weder die unterschiedliche Schadwirkung noch die bereits erreichte Reduzierung der einzelnen Schadstoffe. Die Übererfüllung von bspw. SO<sub>2</sub>-Zielwerten kompensiert somit zum Teil Minderleistungen bei anderen Schadstoffen.

Insgesamt ist der Indikator 13 „Schadstoffbelastung der Luft“ trotzdem ein geeigneter Indikator für die Entwicklung der Luftqualität. Empfohlen wird eine Behebung der vorhandenen Schwächen des Indikators. Folgende Anpassungen sind dafür notwendig:

- Zusätzlich zu den aktuell beobachteten Luftschadstoffen ist die Entwicklung der Feinstaub-Emissionen (PM) einzubeziehen. Dargestellt werden sollte die Feinstaub-Masse, etwa von PM<sub>10</sub> oder PM<sub>2,5</sub> und evtl. auch die Entwicklung der Anzahl feiner und ultrafeiner Partikel. Dafür könnte ggf. auf die Darstellung der Entwicklung der SO<sub>2</sub>-Emissionen verzichtet werden.
- Darüber hinaus ist eine Ergänzung der Qualitätsziele für die Jahre 2020 und 2030 notwendig (UNECE 2012; Europäische Kommission 2013). Die Zielwerte sollten dabei auch separat für jeden Schadstoff dargestellt werden.
- Da die neuen Zielwerte zur Reduzierung der Luftverschmutzung auf Ebene der Einzelschadstoffe formuliert werden, ist die Angabe der gewichteten Zielerreichung für die Indikatorbewertung nicht notwendig. Auf den Index der mittleren, ungewichteten Zielerreichung kann deshalb verzichtet werden.

Die Aussagekraft des Indikators kann so mit geringem Aufwand deutlich gestärkt werden.

### 1.3.6 Handlungsfeld „Lärm“

Lärm stellt eines der drängendsten Umweltprobleme in der Nähe stark genutzter Verkehrswege dar. Lärm beeinträchtigt nicht nur die Lebensqualität der Betroffenen, sondern kann bei chronischer Belastung auch zu gravierenden Gesundheitswirkungen führen. Aktuell existiert in der Nachhaltigkeitsstrategie kein Indikator zur Erfassung der Lärmbelastung der Bevölkerung.

Allerdings lässt sich das Ziel einer Verkehrslärmreduzierung direkt aus den allgemeinen Nachhaltigkeitszielen ableiten. Des Weiteren bestehen bereits umfangreiche gesetzliche Grundlagen, Richtlinien und Empfehlungen zu Grenz- und Zielwerten. Die Aufnahme eines zusätzlichen Indikators zur Darstellung der Lärmbelastung in die Nachhaltigkeitsstrategie wird deshalb als zwingend notwendig angesehen.

Potentielle Lärmindikatoren können einerseits die in Befragungen erhobene subjektiv empfundene Lärmbelästigung widerspiegeln. Andererseits können Indikatoren auch auf den modellierten Lärmbelastungswerten der strategischen Lärmkarten beruhen. Objektive, auf modellierten Daten beruhende Lärmbelastungsindikatoren zeigen dabei Vorteile im Bereich der wissenschaftlichen Fundierung und politischen Relevanz. Nachteilig ist dagegen der lange Zeitraum zwischen den einzelnen Erhebungen, da eine Kartierung entsprechend der Umgebungslärmrichtlinie „nur“ alle 5 Jahre erfolgt.

In der Gesamtschau der Indikatoren schneiden die auf den objektiv modellierten Lärmdaten beruhenden Indikatoren zur Erfassung der mit Lärm exponierten Bevölkerung daher am besten ab. Empfohlen wird aus diesem Grund die Einführung des folgenden Indikators:

- *Indikator „Lärmbetroffenheit der Bevölkerung“*: Anteil der über einen bestimmten Pegel lärmbelasteten Personen an der Gesamtbevölkerung in kartierten Gebieten.

Ein solcher neuer Indikator lässt sich im ersten Schritt mit geringem Aufwand aus den vorliegenden Lärmkartierungen der großen und mittleren Städte ableiten. Er ist gut erhebbar und aussagekräftig.

### **1.3.7 Handlungsfeld „Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung“**

Straßen, Schienenwege sowie Flughäfen usw. benötigen Fläche, welche vor allem in Städten für andere Nutzungen verloren geht. Darüber hinaus trägt der Bau von Verkehrsinfrastruktur auch zur Verkleinerung, Zerstückelung und letztendlich auch Zerstörung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere bei. Die Zerschneidung wertvoller Habitats stellt damit eine wichtige Ursache für den anhaltenden Biodiversitätsverlust dar.

Die Flächeninanspruchnahme des Verkehrs wird aktuell mithilfe des Indikators 4 „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV)“ abgebildet. Insgesamt repräsentiert der Indikator den durch die direkte Flächennutzung ausgeübten Druck gut.

Grundsätzlich kann deshalb die Beibehaltung des aktuellen Indikators als übergeordnete Kennzahl zur Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr empfohlen werden. Ergänzend zum bisherigen Indikator sollte die Zerschneidungswirkung von Verkehrswegen über einen neuen Indikator 4b: „Landschaftszerschneidung“ abgebildet werden.

### **1.3.8 Handlungsfeld „Verkehrssicherheit“**

In Deutschland konnten in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte bei der Reduzierung verkehrsbedingter Todesfälle erreicht werden. Trotzdem stellen Verkehrsunfälle vor allem für junge Erwachsene nach wie vor eine der häufigsten Todesursachen dar, auch die vergleichsweise hohe Zahl von Unfällen mit Personenschaden gibt zum Handeln Anlass. Das Handlungsziel aus Nachhaltigkeitssicht besteht in der Vermeidung vorzeitiger Todesfälle, aber auch die Vermeidung anderer unfallbedingter Gesundheitsschäden.

Dies wird in der Nachhaltigkeitsstrategie sektorübergreifend im Indikator 14a, b „Vorzeitige Sterblichkeit der männlichen und weiblichen Bevölkerung unter 65 Jahren“ abgebildet. Aus Sicht einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung bildet der vorhandene Indikator die besonders gravierenden Todesfälle im Verkehr ausreichend ab und bedarf keiner Änderungen, auch wenn der (im Vergleich geringe) Beitrag des Verkehrs nicht gesondert ausgewiesen wird.

Insgesamt wird darüber hinaus eine übergeordnete Analyse alternativer Indikatoren zur Darstellung der gesundheitlichen Lage (DALY, QALY, Health Expectancy, ...) durch entsprechende ExpertInnen empfohlen. Derartige Indikatoren wären dann potentiell auch in der Lage, die Entwicklung der Anzahl der schwerverletzten Personen bei Verkehrsunfällen angemessen zu berücksichtigen.

### **1.3.9 Handlungsfeld „Finanzielle Nachhaltigkeit“**

Deutschland verfügt über eine umfangreiche und gut ausgebaute Verkehrsinfrastruktur. Allerdings ist der Erhalt dieser Infrastruktur mit erheblichen Kosten verbunden, deren Übernahme den Baulastträgern zunehmend Probleme bereitet. Unter dem Aspekt der Generationengerechtigkeit ist der dadurch bedingte zunehmende Verschleiß und Verfall der Infrastruktur ein ernsthaftes Problem. Eng damit

verbunden ist auch die Forderung nach einer stärkeren finanziellen Beteiligung der Nutzer am Erhalt der Infrastruktur, aber auch an der Behebung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen (externe Kosten).

Der Erhaltungszustand von Verkehrs- sowie anderer öffentlicher Infrastruktur wird im Indikatorsystem zur NHS nicht beobachtet. Ein inhaltlich ähnlich gelagerter Indikator ist der Indikator 7 „Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP“, welcher jedoch keine Aussagen zum Erhaltungszustand erlaubt. Aus diesem Grund wird die übergeordnete Prüfung von Alternativindikatoren empfohlen, welche neben der Erhaltung der Verkehrsinfrastruktur auch den Erhalt anderer öffentlicher Infrastruktur im Fokus haben sollten.

Indikatoren zur Nutzerfinanzierung sind im Indikatorsystem zur NHS ebenfalls nicht enthalten. Potentiell geeignet wären in diesem Bereich Indikatoren, die sogenannte Kostendeckungs- oder Eigenwirtschaftlichkeitsgrade beschreiben. In der Praxis ist die Aussagekraft derartiger Indikatoren jedoch umstritten. Eine anerkannte Definition eines entsprechenden Indikators erscheint deshalb auf absehbare Zeit nur schwer möglich.

Verschiedentlich werden auch Indikatoren zur Abbildung der Höhe der externen Kosten vorgeschlagen. Sie sind ein Maß für die Funktionsfähigkeit der Märkte, die Effizienz wirtschaftlicher Prozesse und für den Grad der erreichten Kostenwahrheit, welche ein unverzichtbares Nachhaltigkeitsziel darstellt. Trotz großer methodischer und datentechnischer Fortschritte bei der Berechnung externer Kosten sind derartige Indikatoren vergleichsweise umstritten. Aus diesem Grund kann an dieser Stelle keine uneingeschränkte Empfehlung für die sofortige Einführung eines Indikators zur Höhe der externen Kosten in den volkswirtschaftlich relevanten Sektoren (z. B. in Verkehr, Energiewirtschaft und Landwirtschaft) erfolgen. Es ist aber aus unserer Sicht dringend erforderlich, den entsprechenden gesellschaftlichen Diskussionsprozess zu starten.

## **1.4 Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse**

Die im Projekt entwickelten Indikatorvorschläge werden abschließend tabellarisch zusammengefasst. Dabei zeigt Tabelle 5 für jedes Handlungsfeld die aktuell verwendeten Indikatoren, sowie den jeweils erarbeiteten Vorschlag zur Weiterentwicklung der Indikatoren.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Indikatorvorschläge

Handlungsfeld	Aktuelle Indikatoren der NHS mit Bezug zum Handlungsfeld	Im Projekt erarbeiteter Vorschlag zur Weiterentwicklung der Indikatoren
<b>Direkter Verkehrsbezug</b>		
1. Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung	11a Gütertransportintensität	11a Endenergieverbrauch im Güterverkehr (Inland), dieser Indikator wird in der grafischen Abbildung durch folgende erklärende Graphen ergänzt: - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Güterverkehr (Inlandsprinzip) - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Güterverkehr (Inländerprinzip) - Verkehrsleistung im Güterverkehr (Inlandsprinzip) - Energieeffizienz im Güterverkehr (Inlandsprinzip)
	11b Personentransportintensität	11b Endenergieverbrauch im Personenverkehr (Inland), dieser Indikator wird in der grafischen Abbildung durch folgende erklärende Graphen ergänzt: - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Personenverkehr (Inlandsprinzip) - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Personenverkehr (Inländerprinzip) - Verkehrsleistung im Personenverkehr (Inlandsprinzip) - Energieeffizienz im Personenverkehr (Inlandsprinzip)
	11c Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderung	Streichung des Teilindikators
	11d Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderung	Streichung des Teilindikators
2. Mobilität sichern	Derzeit kein Indikator vorhanden	Neuer Indikator 11c: „Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen“, welcher den Anteil der Bevölkerung je Raumtyp ausweist, der innerhalb von maximal 1000 m fußläufiger Entfernung zu einem Lebensmittelgeschäft wohnt.  Neuer Indikator 11d: „Erreichbarkeit der Einrichtungen des gehobenen Bedarfs“, welcher den Anteil der Bevölkerung ausweist, der mit öffentlichen Verkehrsmitteln das nächste Mittelzentrum in 30 min und das nächste Oberzentrum in 60 min erreichen kann.

Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie

Handlungsfeld	Aktuelle Indikatoren der NHS mit Bezug zum Handlungsfeld	Im Projekt erarbeiteter Vorschlag zur Weiterentwicklung der Indikatoren
<b>Indirekter Verkehrsbezug (sektorübergreifend)</b>		
3. Nutzung energetischer Ressourcen	1a Energieproduktivität	Streichung des Teilindikators
	1b Primärenergieverbrauch	farblicher Kennzeichnung der beitragenden Sektoren im Balkendiagramm, Ergänzung eines separaten Liniengraphs zur Darstellung des Primärenergieverbrauchs entsprechend des Inländerprinzips.
	3a Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch	Kein Änderungsvorschlag
4. Klimaschutz	2 Treibhausgasemissionen in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten	<p>farbliche Kennzeichnung des Beitrags der einzelnen Sektoren zur Gesamtheit der CO<sub>2</sub>-Emissionen (Verkehr, Haushalte, Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Energiewirtschaft) im Balkendiagramm,</p> <p>Ergänzung eines separaten Liniengraphs zur Darstellung der gesamten Treibhausgas-Emissionen entsprechend des Inländerprinzips (konsumbasiert), dieser Graph sollte auch den Beitrag der internationalen Verkehre (Personenverkehr + Güterimport) beinhalten</p>
5. Luftqualität	13 Schadstoffbelastung der Luft (NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , NMVOC, SO <sub>2</sub> )	<p>Anpassung des aktuellen Indikators.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zusätzliches Monitoring der Partikel-Emissionen (als PM<sub>0,1</sub>-, PM<sub>2,5</sub>-oder PM<sub>10</sub>-Emissionen, bzw. der Partikelanzahl),</li> <li>- Verzicht auf ein Monitoring der SO<sub>2</sub>-Emissionen,</li> <li>- Aktualisierung der verwendeten Umweltqualitätsziele und Zieljahre</li> <li>- Verzicht auf den Index zur Gesamtentwicklung aller Luftschadstoffe</li> </ul>
6. Lärm	Kein Indikator vorhanden	Neuer Indikator „Lärmbetroffenheit der Bevölkerung“, basierend auf den Daten der strategischen Lärmkarten
7. Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung	4 Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Beibehaltung des aktuellen Indikators, ergänzt um einen Indikator 4b: „Landschaftszerschneidung“.
8. Verkehrssicherheit	14a,b Vorzeitige Sterblichkeit von Männern und Frauen	Beibehaltung des Indikators. Es sollte aber geprüft werden, ob eine Verbesserung der Aussagekraft durch einen die gesundheitliche Lage besser darstellenden Indikator (PYLL, DALY, QUALY) möglich und sinnvoll ist.
9. Finanzielle Nachhaltigkeit	7 Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP	<p>Kein Änderungsvorschlag. Es sollte aber geprüft werden, ob ein Indikator „Modernitätsgrad der öffentlichen Infrastruktur“ oder „Baulicher Erhaltungszustand der öffentlichen Infrastruktur“ (inkl. Öffentliche Gebäude, Verkehrsinfrastruktur) umsetzbar und geeignet ist.</p> <p>Gleichzeitig ist die politische Umsetzbarkeit eines Indikators zur Höhe der „Externen Kosten“ in wichtigen Sektoren zu überprüfen.</p>

## 2 Summary

### 2.1 Background and project aims

The national strategy for Sustainable Development „Perspectives for Germany” (Bundesregierung Deutschland 2002b) sets guiding principles and management rules for a sustainable development and thus forms the basis of the national sustainability policy. Furthermore, a key set of sustainability indicators is included, which constitutes an important element of the monitoring progress towards a sustainable development.

Transportation is one of the sectors with a major need for action. Its importance is shown by the fact, that 11 out of the 38 indicators of the sustainability strategy already refer directly or indirectly to transport (Table 6).

After more than a decade of applying those key indicators, the task of the project consisted of reviewing their suitability. Hence the project aims at analyzing the mobility indicators embedded in the national sustainability strategy regarding their efficiency and validity thus identifying the needed adjustments and enhancements.

Table 6: Mobility indicators in the strategy for sustainable development

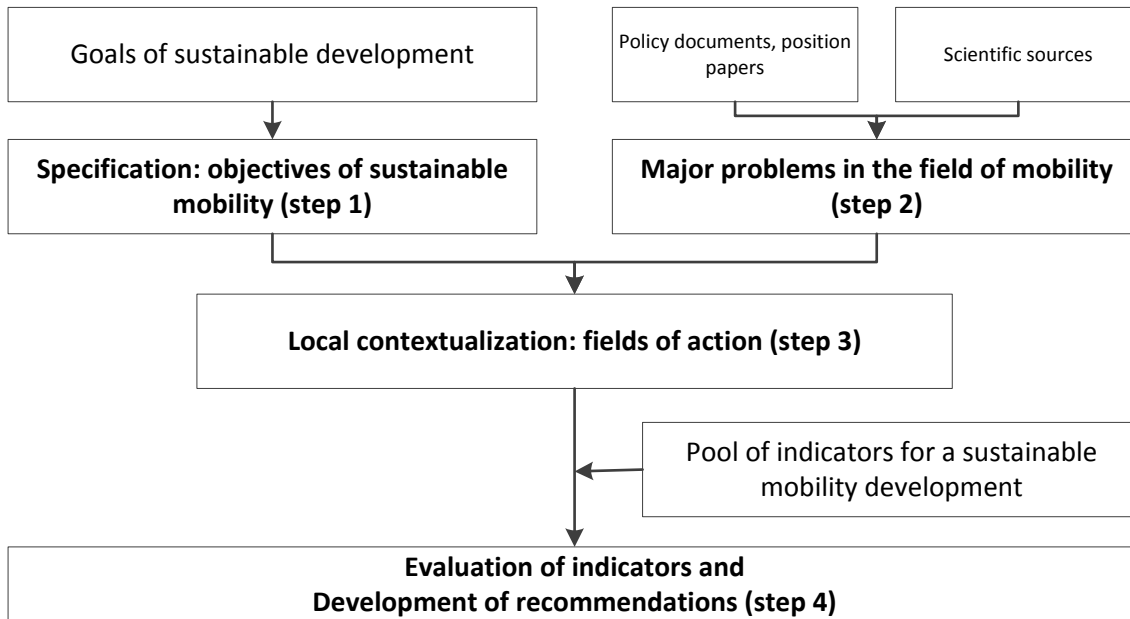
Nr.	Indicator
<b>Directly referring to transport</b>	
11a	Transport intensity of freight transport (tonne-km/GDP)
11b	Transport intensity of passenger transport (passenger-km/GDP)
11c	Proportion of freight transported by rail
11d	Proportion of freight transported by inland shipping
<b>Indirectly referring to transport (cross-sectoral)</b>	
1a	Energy Productivity
1b	Primary energy consumption within the territory of Germany
2	Greenhouse gas emissions
3a	Proportions of energy consumption from renewable energy
4	Land use for housing and transport
13	Concentration of air pollutants
14	Premature mortality (all causes)

(Source: Statistisches Bundesamt 2012a)

### 2.2 Methodology

In most parts, this project follows the methodological approach of the joint research project “Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland” (“global future-compliant development – perspectives for Germany”) by „Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren“ (HGF) (Kopfmüller 2001; Hartmuth 2004, p. 6 ff.). The development of indicator recommendations is thereby based on the four step process shown in Figure 2.

Figure 2: Overview of working steps within the project



(Source: author)

Firstly, the general principle of sustainability is differentiated. In doing so, precise rules for sustainable transportation can be derived from the general concept of sustainability and its guiding values. Those rules constitute minimum standards for a sustainable mobility development and can be used in order to guide sustainability policies.

In the following step the essential fields of action within the transport sector are determined. Which problems are considered as particularly urgent by the population, policy makers and science? Where are actions needed? The result of this procedure is a list of potential fields of action, which matter with regard to the development of a sustainable transportation system.

Within the third step, those fields of action are combined with the former identified normative rules of sustainability. This contextualization has two functions: On the one hand, the diverse issues based on the normative rules of sustainability can be limited to the actually relevant problems. On the other hand, the concrete transportation problems are assigned to the context of sustainable development.

Finally, adequate indicators for every identified field of action are selected. Potential indicators for each field are investigated and evaluated with regard to their suitability. The used assessment criteria “scientific grounding”, “availability of data” as well as “comprehensibility” and “political relevance” are based on the European COST-project “Indicators of Environmental Sustainability in Transport” (Joumard; Gudmundsson 2010).

Based on this evaluation, a final indicator recommendation was developed. In most cases, it was not possible to find an indicator, which is ideal in every aspect. For the consideration of advantages and disadvantages of single indicators a scientific expert group as well as the responsible federal offices had been involved. For this purpose, an expert discussion was organized within the framework of this project. Additional information was collected in telephone interviews with members of different federal agencies.

## 2.3 Results

The definition of a sustainable development according to the Brundtland-Report is the starting point of this project:

*“Sustainable development is development that meets the neS. of the present without compromising the ability of future generations to meet their own neS..”* (United Nations 1987)

The requirements for a sustainable transport development derived from this definition are shown in Table 7. In the next step, the fields of action considered as relevant in science and political strategic documents were assigned to those requirements. In the end, nine fields of action were identified and in each field, specific indicator proposals have been developed.

The fields of action “Guaranteeing Mobility” as well as “Environmentally Friendly Transport” describe the core tasks of a sustainable mobility development and illustrate the fundamental contradiction of transport activities: A high level of mobility should be guaranteed and negative environmental impacts need to be reduced at the same time. The necessary reduction of environmental impacts is addressed by the field of action “Environmentally Friendly Transport” while the field of action “Guaranteeing Mobility” addresses the warranty of a minimum standard of mobility possibilities.

The fields of action “Use of energetic resources”, “Climate change”, “Air quality”, “Noise” as well as “Traffic safety”, “Land consumption” and “Financial sustainability” can be depicted by cross-sectoral indicators. In doing so, it is necessary to ensure that the contribution of transport is adequately included.

Table 7: Objectives of sustainable development and dedicated fields of action

Guiding principle of sustainable development	Requirements for a sustainable mobility development
Inter-generational justice	Reducing environmental impacts beneath the planetary boundaries determined by the maximum capacity of regeneration and substitution, respectively the carrying capacity
	Minimization of land consumption
	Decoupling, reduction of energy and resource consumption as well as traffic through increasing efficiency
	No shift of financial burdens to the future
Quality of life	Polluter dependent charging of costs associated with transport system
	Avoidance of health risks
Social cohesion	Ensuring a safe environment for everyone
	Fulfillment of basic neS. and participation in social life for everyone
	Affordable prices
	Freedom of choice between different modes of transport
International responsibility	Designing the transport system in a participatory process
	Supporting a global sustainable development

(Source: author)

Table 8 assigns the present indicators of the sustainability strategie to the identified fields of action. The following pages shortly introduce the indicator recommendations for each field of action. The description starts with the two mobility related fields of action “Environmentally Friendly Transport” and “Guaranteeing Mobility”. A final tabular summary of the amendments proposed in every field of action can be found in chapter 2.4.

Table 8: Assignment of indicators used in the national sustainability strategy to the fields of action

Field of action	Indicator in the sustainability strategie relating to the field of action
<b>Directly referring to transport</b>	
1. Environmentally Friendly Transport	Indicator 11a „Transport intensity of freight transport“ Indicator 11b „Transport intensity of passenger transport“ Indicator 11c „Proportion of freight transported by rail“ Indicator 11d „Proportion of freight transported by inland shipping“
2. Guaranteeing Mobility	No indicator included
<b>Indirectly referring to transport (cross-sectoral)</b>	
3. Use of Energetic Resources	Indicator 1 „Primary energy consumption within the territory of Germany“ Indicator 3a „Proportions of energy consumption from renewable energy“
4. Climate Change	Indicator 2 „Greenhousegas emissions“
5. Air Quality	Indicator 13 „Concentration of air pollutants“
6. Noise	No indicator included
7. Additional Consumption and Fragmentation of Land	Indicator 4 „Land use for housing and transport“
8. Traffic Safety	Indicator 14 „Premature mortality (all causes)“
9. Financial Sustainability	Indicator 7 „Gross fixed capital formation in relation to GDP“

(Source: author)

### 2.3.1 Field of Action “Environmentally Friendly Transport”

In general, a contradiction exists between the usually desired (quantitative/qualitative?) economic growth on the one hand and the necessary reduction of the negative impacts of the transport growth connected with it on the other hand. Decoupling transport and economic growth respectively transport and its environmental impacts is considered to be the solution for this dilemma. In general terms, it is strived for a more environmentally friendly transport.

The current mobility indicators in the German strategy for sustainable development (11a-d) are less suitable to illustrate the aim of environmentally friendly transport. Considering the transport intensity indicators 11a and 11b this has three main reasons:

1. The measured values of the indicators do not match with the actually targeted values of sustainable development. The indicators illustrate the development of GDP in relation to the development of transport performance (tonne-km, passenger-km). However, the GDP reflects the social welfare to a limited extend only and is hence not appropriate as a benefit parameter. Furthermore, the transport performance only indirectly relates to the development of environmental impacts. The same transport performance can be thus connected with very different environmental impacts for instance depending on the energy source used.
2. The indicators of transport intensity evaluate the efficiency of transport operations. Efficiency improvements are important, but “only” as a means to achieve the actual sustainability goals, namely the real reduction of environmental impacts. Transport intensity indicators can show a positive development (hence an efficiency improvement) even though the resulting total environmental damages are increasing. From a sustainability perspective, the indicators could therefore possibly lead to incorrect decisions.
3. The ongoing growth in international trade can additionally distort the indicator values. Export revenues represent a growing share of the total GDP. However, the accompanying long transport

distances outside the territory of Germany are not included in the domestic oriented transport intensity indicators. Hence, the indicators are increasingly biased in a “positive way” meaning that in reality the development is not as positive as depicted.

From a scientific perspective, also the indicators 11c and 11d “proportion of freight transported by rail and inland shipping” are not suitable to evaluate environmentally friendly transportation within the scope of the sustainability strategy. They also do not directly represent the development of the relevant environmental impacts. Instead of referring to the actual transport performance in absolute terms, the modal split indicators 11c and 11d assess the development of freight transported by rail and inland shipping in relation to the development of other modes of transport.

As shown in a simple calculation example in Table 9, the same modal split development can therefore generate less as well as more environmental damages. At the same time, it is possible that the modal split deteriorates while the environmental situation improves. For this reason, modal split indicators are not meaningful regarding the actual aim of reducing the environmental impacts without additional information.

Table 9: Calculation examples of modal split indicators

Case	Transport performance Road	Transport performance Rail	Proportion Road	Proportion Rail	Assessment of modal split indicator	Development of environmental damages
Reference case	300 tonne-km	300 tonne-km	50%	50%	Reference case	Reference case
Alternative 1	400 tonne-km	600 tonne-km	40%	60%	Improvement	Deterioration
Alternative 2	200 tonne-km	300 tonne-km	40%	60%	Improvement	Improvement
Alternative 3	300 tonne-km	200 tonne-km	60%	40%	Deterioration	Improvement

(Source:author)

The stated arguments above do not imply that the shift from road to rail transport is unimportant for the achievement of the sustainability goals. An adequate reduction of transport related CO<sub>2</sub> emissions only with the help of technical measures (like alternative fuels and drives) will be rather difficult or can not be achieved at all. The avoidance of unnecessary traffic and a shift to environmentally friendly modes are therefore still central strategies to reach a more sustainable transportation system.

Setting appropriate goals for the avoidance of unnecessary traffic and a modal shift would therefore still be helpful and useful for instance within the development of a mobility strategy. However, such goals should always be subordinated to the actual goal of reducing the transport related energy consumption as well as CO<sub>2</sub> emissions. The project members therefore recommend to monitor the superior environmental goals in the sustainability strategy while the goals of avoiding and shifting transport should be observed within a subordinated and theme-specific indicator system.

For the revision of the present mobility indicators in the strategy for sustainable development, the following recommendations are thus given:

- abandon the current indicators 11a-d because of their lack of goal-orientation and rather:
- Concentrate on the sustainability goal of reducing the absolute environmental impacts, especially emissions of greenhouse gases. Closely connected to greenhouse gas emissions is the energy consumption of transport, for which transport specific sustainability targets already exist. Those should prospectively be supplemented by specific targets for CO<sub>2</sub>.

- As already done in the current indicator system, separate indicators for freight and passenger transport are recommended. For this, specific targets for energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions for freight and passenger travel need to be derived. This process hence needs to be promoted.
- Additionally, the increasing international transport of goods and people should be considered and the domestic principle should be completed by a residential perspective.

Thus, the following two indicators are proposed:

- *Indicator 11a:* Development of the final energy consumption in freight transport
- *Indicator 11b:* Development of the final energy consumption in passenger transport

For further sustaining the indicators 11a and 11b, it could be helpful to show additional explanatory variables alongside with the actual indicator development (as already done in the current indicator version). For this reason the following explanatory values should be presented together with the revised indicators, too:

- Energy efficiency in freight respectively passenger transport (MJ/tonne-km; MJ/passenger-km)
- Absolute performance of freight respectively passenger transport (tonne-km; passenger-km)
- CO<sub>2</sub> emissions of freight respectively passenger transport according to the domestic principle (ton CO<sub>2</sub>-eq)
- CO<sub>2</sub> emissions of freight respectively passenger transport according to the residential principle (ton CO<sub>2</sub>-eq)

### 2.3.2 Field of Action "Guaranteeing Mobility"

The avoidance of social exclusion is a central goal in the German strategy for sustainable development. (cf. Bundesregierung Deutschland 2002b, p. 52) Spatial mobility represents a basic condition for the participation in social life. Hence, jobs, shopping occasions or health care facilities and other places should be accessible for all human beings with justifiable effort. A sustainable transport system has to guarantee a minimum of accessibility for all population groups independent from private car use. This is especially important for people with low-income, higher ages or without direct access to a car, who are especially threatened by social exclusion.

The contribution of a sustainable transport and land use planning consists e. g. in the creation of compact and mixed urban structures as well as the encouragement of universally accessible and environmental friendly modes of transport and local supply. The accelerating expansion of transport infrastructures in contrast dilutes those compact structures and implies for that reason no sustainable alternative. (Altenburg; Gaffron; Gertz 2009, p. 35; Holz-Rau 2006, p. 45)

An overall assessment of social participation is only possible in a cross-sectoral and output-oriented way. A review of superior indicators embedded in the strategy for sustainable development seems necessary; however, this cannot be done under the mobility specific approach within this project.

However, enabling access to locations is the key function of our transport system and a requirement for social participation. The additional inclusion of an indicator related to mobility in the strategy for sustainable development seems thus justified as well as essential.

Varying recommendations for adequate accessibility indicators for daily destinations can be found in the literature. They differ according to several aspects, particularly the types of included destinations, the considered modes of transport, the analyzed regions or groups of people as well as the standards addressed.

From a sustainability perspective, a special importance is given to the local accessibility of services of public interest and here particularly to a food supply within walking distance. Furthermore is the accessibility of sophisticated demands of importance and can be clustered in medium and major regional centers. Summing up we recommend an indicator for the accessibility of daily destinations including the following parts:

- *New indicator 11c: Accessibility of services of public interest:* Share of the population within a spatial type (3-4 categories) with maximum 1000 m walking distance between home and grocery shop.
- *New indicator 11d: Accessibility of middle- and higher-order centers:* Share of population that can reach the closest middle-order center within 30 minutes and the closest higher-order center within 60 minutes using public transport.<sup>2</sup>

### 2.3.3 Field of Action "Use of Energetic Resources"

For resource conservation reasons, the reduction of energy consumption is important independently from the need to reduce greenhouse gas emissions. Targets referring to energy use cover the reduction of the use of fossil (not renewable) energy sources as well as a sustainable use of renewable resources. This implies the consideration of natural limits of regeneration.

The use of energetic resources is included in the German strategy for sustainable development within the indicators 1a "energy productivity", 1b "primary energy consumption", 3a "share of renewable energy in final energy consumption" as well as 3b "share of renewable energy sources in electricity consumption". All in all those indicators already cover the relevant aspects within this field of action and are therefore suitable. Nevertheless, the following aspects have to be addressed critically:

- The calculation of the primary energy consumption is based on the domestic consumption. For reaching sustainability, the additional illustration of the energy consumption embodied in international trade is important. (Mugdal et al. 2012, p. 19 f)
- The indicator 1a "energy productivity" shows the actual energy efficiency. The outsourcing of energy intensive production stages into foreign countries dramatically reduces the validity of this indicator. (cf. e. g. Bruckner; Polzin; Giljum 2010; UNEP 2011).

Hence, the following adaptations are recommended:

- To abandon of the indicator "energy productivity"
- To sharpen the indicator 1b "primary energy use" by additionally showing the energy consumption embodied in international trade (energy footprint).

### 2.3.4 Field of Action "Climate change"

The anthropogenic climate change is one of the biggest challenges for mankind in the 21st century. More than any other environmental problem climate change affects ecosystems on a global scale (WBGU 2007). Beside the electricity and heat generation, transport is one of the main sources of greenhouse gas emissions. Because of its high dependency on fossil fuels transport is seen as one of the key sectors for the transition into a carbon-neutral society.

---

<sup>2</sup> Middle-order centres and higher-order centres according to the central place concept fulfill development and supply functions for their regional sphere of influence. They are determined within the spatial planning made by the federal states.

The strategy for sustainable development already includes the indicator “climate protection”. All in all, the indicator monitors the issue well. Still, the following weaknesses occur:

- Published emission values are not separated by sector, which would be of interest for a closer look at sector-specific differences.
- Only domestic emissions are considered. Due to the increasing international trade and the outsourcing of energy intensive production processes into foreign countries, this indicator provides a distorted image. Therefore, it should be completed by the CO<sub>2</sub> emissions embodied in international trade and transport.

These weaknesses can be easily corrected. For that purpose the following reorganization of the indicator is recommended:

- *Indicator 2a:* Domestic greenhouse gas emissions of the specific sectors (transport, households, industry, trade/commerce/services, power supply industry), presented as layered bar chart.
- *Indicator 2b:* Greenhouse gas emissions caused by German residents, presented as a separated graph within the same diagram as indicator 2a. This graph should include the contribution of international transport and trade activities (passenger transport + import of goods).

### 2.3.5 Field of Action: “Air Quality”

Transport emits several air pollutants which damage both human health and ecosystems. Especially in urban areas the pollutant concentration of particulate matters and nitrogen oxides exceed legal thresholds.

The strategy for sustainable development monitors the air quality through the indicator 13 “air pollution”. The name of the indicator is misleading. The indicator does not represent the immission exposure but the annual quantity of emissions of relevant air pollutants (NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, SO<sub>2</sub>) as well as the mean and unweighted reduction of all pollutants considered. In this case the following problems stand out:

- Despite the existence of an assured functional chain the indicator monitors the source (emission) instead of the rather concerning impact (e. g. health effects).
- The indicator does not include all relevant pollutants. SO<sub>2</sub> emissions are rather irrelevant (besides in maritime traffic), in contrast the important issue of particulate matter is not covered.
- The currently used target year is 2010. Updated values for 2020 and 2030 are necessary.
- The indicator for the mean and unweighted development of all pollutants neither includes the different impacts nor the already realized reductions of single pollutants. For that reason, the over-achievement of target values for SO<sub>2</sub> partly compensates under-achievements of other pollutants.

Over all, indicator 13 “air pollution” is an adequate way to monitor the development of air quality. The removal of existing weaknesses is recommended using the following adjustments:

- In addition to the already considered air pollutants, particulate matter (PM) has to be included in the indicator. Here, the mass of particulate matter like PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> is a suitable unit of measure, but also the number of fine and superfine particles. In return, the monitoring of SO<sub>2</sub> emissions is not that necessary anymore.
- Furthermore, quality targets for 2020 and 2030 should be added (UNECE 2012; Europäische Kommission 2013). The target values should be depicted separately for each air pollutant.

- Due to the fact that the new target values for a reduction of air pollution are specified for each pollutant, the declaration of a weighted target achievement is not necessary anymore. The index of the mean unweighted target achievement can hence be abandoned.

In doing so, the significance of the indicator can be considerably improved without great effort.

### **2.3.6 Field of Action: “Noise”**

Noise is one of the most disturbing environmental issues close to infrastructure with heavy traffic. Noise not only reduces the quality of life for affected people, but also induces serious health impacts in case of chronic exposure. At the moment there is no indicator in the strategy for sustainable development covering the noise exposure of the population.

However, the need to reduce noise can be directly derived from the general sustainability principles. Furthermore, extensive legal backgrounds, guidelines and recommendations exist. The inclusion of an additional indicator monitoring the noise pollution is therefore considered as mandatory. Potential noise indicators can reflect the subjective noise disturbance surveyed in interviews. On the other hand, indicators could also be based on the modeled values of noise exposure within strategic noise maps. Objective and on model data based noise indicators show advantages regarding their scientific foundation and political relevancy. But the European Environmental Noise Directive requires noise mapping “only” every 5 years, which is a long period for sustainability reporting.

Nevertheless, indicators based on objective modeled noise data are considered to be more suitable to monitor the population exposed to noise. For this reason the following indicator is recommended:

- *Indicator “noise exposure of the population”*: Share of population that is exposed to a certain noise level.

Within the first step, such an indicator can be easily derived from the present noise mapping in big and medium cities. Thus, it is properly collectable and significant.

### **2.3.7 Field of Action “Land Consumption”**

Roads, railways and airports etc. require surfaces, which are no longer available for alternative uses. Moreover, the construction of infrastructure accounts for the diminishment, fragmentation and finally the destruction of habitats and ecosystems. Fragmentation is therefore one of the most important causes for the permanent loss of biodiversity.

The land consumption due to transport activities is currently monitored in the indicator 4 “Land use for housing and transport”. Overall, this indicator adequately represents the direct pressure on biodiversity generated by land use.

For that reason, we suggest to keep the current indicator. Additionally, the fragmentation caused by transport infrastructure could be indicated in a:

- new indicator 4b: “Fragmentation of landscape”.

### **2.3.8 Field of Action “Traffic safety”**

Within the last decades, huge progress was made in the reduction of transport fatalities. However, traffic accidents are still a major cause of death especially among young adults. The comparatively high number of accidents with physical injuries gives also reasons to act. From a sustainability point of view both the avoidance of premature death and other health damages due to accidents should be aimed at.

Traffic safety is represented within the strategy for sustainable development in the cross-sectoral indicator 14 a, b “Premature mortality of the male and female population below the age of 65”. From a sustainable mobility development perspective, the current indicator sufficiently indicates traffic fatalities and requires no adjustments, even though the (comparatively small) share of transport fatalities is not depicted separately.

Additionally, an analysis of alternative indicators monitoring the overall health of the population (DALY, QALY, Health Expectancy ...) by appropriate experts is recommended. Such indicators would be able to better reflect the number of badly injured people in traffic accidents.

### **2.3.9 Field of Action “Financial Sustainability”**

The German transport infrastructure is extensive and well developed. However, the maintenance of this infrastructure generates significant costs, causing more and more problems for the responsible authorities. In terms of inter-generational justice, the increasing deterioration and degeneration of infrastructure creates serious difficulties. Closely connected to this issue is the claim for a stronger financial involvement of users in maintaining the transport infrastructure as well as in reducing the environmental impacts of transport (external costs).

The level of maintenance of transport as well as of public infrastructure is not monitored within the strategy for sustainable development. However, the current indicator 7 “Ratio of gross fixed capital formation and GDP” loosely connects to that topic. Nevertheless, this indicator does not allow any conclusions regarding the level of infrastructure maintenance. For this reason it is recommended to consider alternative indicators with a stronger focus on the maintenance of both transport and other public infrastructure.

The indicator system of the strategy for sustainable development also lacks an indicator considering user financing. In general, indicators illustrating so called revenue-to-cost ratios or degrees of economic viability could be suitable for this issue. However, the validity of those indicators is discussed controversial in practice. An appropriate definition of such an indicator seems hence not possible for the near future.

Also, several recommendations exist for indicators showing the actual amount of external costs. They measure the functionality of the markets, the efficiency of economic processes and the degree of true-cost pricing. Despite major progress in calculation external costs in terms of methodology and data, those indicators are comparatively controversial, too. For this reason, it is not possible to recommend an immediate implementation (e. g. for transport, energy industry and agriculture). However, the discussion of this subject is, from our perspective, urgently needed.

## **2.4 Summary of Results**

The indicator recommendations developed within this project are summarized in Table 10. For each field of action both the currently used indicator as well as the developed recommendations for their adjustment is shown.

Table 10: Summary of Indicator Recommendations

Field of Action	Current Indicator(s) within the Sustainability Strategy related to the Field of Action	Recommendation developed within the Project
<b>Directly related to transport</b>		
1. Environmentally Friendly Transport	11a Transport intensity of freight transport	11a Development of the final energy consumption of freight transport (domestic principle), this indicator is supplemented by the following explanatory graphs:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- CO<sub>2</sub> emissions of freight transport (domestic principle)</li> <li>- CO<sub>2</sub> emissions of freight transport (residential principle)</li> <li>- Performance of freight transport (tonne-km, domestic principle)</li> <li>- energy efficiency of freight transport (domestic principle)</li> </ul>
	11b Transport intensity of passenger transport	11b Development of the final energy consumption of passenger transport (domestic principle), this indicator is supplemented by the following explanatory graphs:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- - CO<sub>2</sub> emissions of passenger transport (domestic principle)</li> <li>- CO<sub>2</sub> emissions of passenger transport (residential principle)</li> <li>- Performance of passenger transport (passenger-km, domestic principle)</li> <li>- energy efficiency of passenger transport (domestic principle)</li> </ul>
	11c Proportion of freight transported by rail	Abandon indicator
	11d Proportion of freight transported by inland shipping	Abandon indicator
2. Guaranteeing Mobility	Currently, there is no indicator in use	New indicator 11c: „ <i>Accessibility of services of public interest</i> “ as share of population by spatial type, that lives within 1000 meter walking distance of a grocery store  New indicator 11c: „ <i>Accessibility of middle- and higher-order centers</i> “ as the share of population, that can reach the next middle-order center within 30 minutes and the next higher-order center within 60 minutes by public transport
<b>Indirectly related to transport (cross-sectoral)</b>		

Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie

Field of Action	Current Indicator(s) within the Sustainability Strategy related to the Field of Action	Recommendation developed within the Project
3. Use of Energetic Resources	1a Energy productivity	Abandon indicator
	1b Primary energy consumption	Presentation as bar chart using different colors for the contribution of relevant sectors Adding a single line graph showing the primary energy consumption according to the residential principle
	3a Share of renewable energy in final energy consumption	No recommendations
4. Climate Change	2 Greenhouse gas emissions in CO <sub>2</sub> equivalent	Use of different colors for the contribution of relevant sectors to the overall emissions (transport, households, industry, trade/commerce/services, energy industry) in a bar chart, Additional graph showing the total greenhouse gas emissions caused by residents (residential principle), this graph should include the contribution of international transportation (passenger transport + import of goods) and trade
5. Air Quality	13 Air pollution (NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , NMVOC, SO <sub>2</sub> )	Minor revision of the current indicator, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Additional monitoring of emissions of particulate matters (PM<sub>0.1</sub>-, PM<sub>2.5</sub>-or PM<sub>10</sub>-emissions or number of particles),</li> <li>- Renouncement of monitoring the SO<sub>2</sub>-emissions,</li> <li>- Update of target values and timeframe</li> <li>- Abandon the index of the overall development of air pollution</li> </ul>
6. Noise	Currently, there is no indicator in use	New indicator: „noise exposure of the population“, based on the strategic noise mapping
7. Land Consumption	4 Land use for housing and transport	No changes to the existing indicator proposed, Additional sub-indicator 4b “Fragmentation of landscape”
8. Traffic Safety	14a,b Premature mortality of male and female population	No changes proposed, however, it should be examined whether an alternative health indicator (DALY, QALY, PYLL) is more suitable to depict the general health situation
9. Financial Sustainability	7 Ratio of gross fixed capital formation and GDP	No suggestion for adjustment. However, it should be examined whether an indicator “Degree of modernity of public infrastructure” (including public buildings, transport infrastructure) is suitable. At the same time, the political feasibility of an indicator concerning “External costs” has to be discussed.

### 3 Einleitung

#### 3.1 Hintergrund und Ziele des Projekts

Nachhaltige Entwicklung ist seit der Weltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro ein Leitprinzip der internationalen Staatengemeinschaft. Diese Leitprinzipien werden seither im Rahmen des Agenda-21-Prozesses in nationales Handeln implementiert. Grundlage der deutschen Nachhaltigkeitspolitik ist die nationale Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ (Bundesregierung Deutschland 2002a). Diese benennt Leitwerte (Generationengerechtigkeit, Lebensqualität, sozialer Zusammenhalt und internationale Verantwortung) und die sogenannten Managementregeln einer nachhaltigen Entwicklung. Aus diesen lassen sich konkrete gesellschaftspolitische Aufgaben und Ziele ableiten.

Mit der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland (im Folgenden auch NHS abgekürzt) wurde auch ein Mechanismus zur Fortschrittskontrolle implementiert. Ein wichtiges Element war dabei die Definition eines Kernsatzes von Nachhaltigkeitsindikatoren. Dieser soll „schlaglichtartig [den] gesellschaftlichen bzw. politischen Veränderungsbedarf [verdeutlichen und] das staatliche Handeln beeinflussen“ (Bundesregierung Deutschland 2012, S. 57 f.). Der Verkehrsbereich ist einer der Sektoren, in dem Handlungsbedarf besteht. Dies wird in der Nachhaltigkeitspolitik dadurch aufgegriffen, dass bereits jetzt 10 der insgesamt 38 Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie direkt oder indirekt einen Verkehrsbezug haben (siehe Tabelle 11)

Tabelle 11: Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Mobilitätsbezug

Nr.	Indikator
1	Primärenergieverbrauch im Inland
2	Treibhausgasemissionen
3a	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch
4	Anstieg der Siedlungs-/Verkehrsfläche
11a	Gütertransportintensität
11b	Personentransportintensität
11c	Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung
11d	Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung
13	Schadstoffbelastung der Luft
14	Vorzeitige Sterblichkeit (alle Ursachen)

(Quelle: Statistisches Bundesamt 2012a)

Kernstück der Berichterstattung für Verkehrswirkungen sind dabei die folgenden vier Indikatoren: (Bundesregierung Deutschland 2012)

- 11a „Gütertransportintensität“,
- 11b „Personentransportintensität“ sowie
- 11c „Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung“ und
- 11d „Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung“.

Die anderen Indikatoren sind sektorübergreifende Beschreibungen verschiedener Nachhaltigkeitsprobleme, der Verkehr ist dabei ein Verursacher von mehreren.

Ein Jahrzehnt später waren nun die damals gewählten Indikatoren zu überprüfen bzw. ihre Eignung zu evaluieren. Hat sich gegebenenfalls die politische Schwerpunktsetzung verschoben? Erzwingen neue

Erkenntnisse und Entwicklungen veränderte Indikatoren? Passen die gewählten Abgrenzungen noch in eine zunehmend globalisierte Welt? Dies war im vorliegenden Vorhaben zu leisten.

Die Ziele des Vorhabens waren es demnach:

- die in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie enthaltenen Mobilitätsindikatoren hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit und Aussagekraft zu analysieren,
- die Indikatoren bei Bedarf weiterzuentwickeln und neu auszurichten. Im Ergebnis soll ein Vorschlag entstehen, der beschreibt, welche zwei bis drei Indikatoren die nachhaltigkeitsrelevanten Auswirkungen des Verkehrs und die nachhaltigkeitsbezogenen Zielsetzungen am besten widerspiegeln.
- Dabei soll auch eine Überprüfung der anderen sektorübergreifenden Nachhaltigkeitsindikatoren erfolgen. Hier ist vor allem zu bewerten, ob die Indikatoren auch die verkehrsbezogenen Nachhaltigkeitswirkungen einbeziehen bzw. einbeziehen könnten.

### **3.2 Aufbau des Berichts**

Der Bericht gliedert sich dementsprechend wie folgt:

In Kapitel 4 werden der Forschungsansatz und die methodischen Grundlagen beschrieben. Dies beinhaltet eine Diskussion kritischer Abgrenzungsfragen, eine Beschreibung der gewählten Methode zur Identifizierung relevanter Handlungsfelder und Indikatoren sowie eine Festlegung der im Projekt angewandten Bewertungskriterien.

In Kapitel 5 erfolgt die Auswahl der im weiteren Projektverlauf zu analysierenden Handlungsfelder einer nachhaltigen Mobilität. In den daran anschließenden Kapiteln 6 bis 14 erfolgen für jedes dieser identifizierten Handlungsfelder eine kurze Beschreibung der Problemlage, eine Darstellung und Bewertung aktuell verwendeter und gegebenenfalls auch potentieller weiterer Indikatoren sowie die Entwicklung eines Vorschlags zur Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie. Dabei variiert die Analysetiefe in Abhängigkeit von der Mobilitätsspezifik des Handlungsfeldes und des Überarbeitungsbedarfs.

Eine Zusammenfassung aller im Projekt erarbeiteten Vorschläge findet sich abschließend in Kapitel 15.

## 4 Projektabgrenzung und Forschungsmethodik

### 4.1 Grundüberlegungen zur Einbettung mobilitätsspezifischer Indikatoren in die nationale Nachhaltigkeitsberichterstattung

Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie ist die Bewertung einer gesamtgesellschaftlich nachhaltigen Entwicklung Deutschlands. Das Nachhaltigkeitsindikatorensystem umfasst deshalb vorrangig Indikatoren, welche die Endpunkte einer nachhaltigen Entwicklung (z. B. Artenschutz) oder die gemeinsame Wirkung aller verursachenden Sektoren darstellen (z. B. Primärenergieverbrauch).

Darüber hinaus enthält das Nachhaltigkeitsindikatorensystem auch einzelne sektorale Indikatoren, insbesondere für die Landwirtschaft und den Verkehrsbereich. Die Verwendung derartiger Indikatoren ist mit Chancen, aber auch Risiken verbunden. So sind sektorspezifische Indikatoren geeignet, die Aufmerksamkeit auf besonders relevante und sich dynamisch entwickelnde Problemfelder zu lenken. Sie können - im Gegensatz zu gesamtgesellschaftlichen Indikatoren - die relevanten Strukturen, Entwicklungen und Stellschrauben innerhalb eines Sektors wiedergeben. Außerdem zeigen sie den politischen Handlungsbedarf oder die Wirkung sektorspezifischer Maßnahmen auf.

Andererseits kann nachhaltige Entwicklung in vielen Fällen nur auf Ebene der Gesamtgesellschaft bewertet werden. Das liegt zum einen daran, dass sich viele Wirkungen nur schwer einem einzelnen Sektor zuordnen lassen. Im Verkehrsbereich betrifft dies zum Beispiel die Treibhausgasemissionen bei der Bereitstellung der im Verkehr genutzten Energieträger, diese könnten entweder der Industrie oder aber dem Verkehrssektor zugeordnet werden.

Zum anderen entstehen einige Nachhaltigkeitswirkungen auch erst durch das Zusammenspiel mehrerer Sektoren. Hier ist die Quantifizierung der Beiträge der einzelnen Sektoren schlichtweg unmöglich (Hesse u. a.1999, S. 19 ff.). Beispielsweise beeinflusst die Gestaltung des Verkehrsangebots zweifelsfrei die Teilhabemöglichkeiten einzelner Bevölkerungsgruppen, eine exakte Bestimmung des Verkehrsbeitrages ist jedoch unmöglich. Analog lässt sich der ökonomische Nutzen des Verkehrs auch weder sinnvoll quantifizieren noch bezüglich einer nachhaltigen Gesamtentwicklung als positiv oder negativ bewerten (Hesse u. a.1999, S. 19 ff.).

Dazu kommt, dass die Verwendung sektoraler Indikatoren die Gefahr einer Informationsdopplung und einer starken Vergrößerung des Indikatorensystems mit sich bringt, dies kann schnell zu einem unübersichtlichen Indikatorensatz führen.<sup>3</sup> Die Herausforderung besteht also darin, genau die wenigen Wirkungen eines Sektors abzubilden, welche für die nachhaltige Entwicklung der ganzen Gesellschaft wirklich relevant sind.

Vor diesem Hintergrund stellt die Integration sektorspezifischer Indikatoren immer ein Abwägen zwischen der notwendigen detaillierten Darstellung besonders relevanter Sachverhalte und der Gefahr der Erzeugung von Fehlsteuerungen durch die separate Betrachtung von Einzelsektoren dar. Basierend auf dieser Überlegung wird im Projekt ein pragmatischer Indikatorvorschlag entwickelt, der auch aufzeigt, an welchen Stellen mobilitätsspezifische Indikatoren an ihre Grenzen stoßen.

---

<sup>3</sup> Ein Beispiel für einen außergewöhnlich umfangreichen, viele doppelte und ähnliche Informationen enthaltenden Indikatorensatz stellt das ehemalige Nachhaltigkeitsindikatorensystem des Vereinigten Königreichs dar. (DEFRA 2010) Es wurde 2013 grundlegend überarbeitet und verschlankt (DEFRA 2013).

## 4.2 Darstellung des Forschungsansatzes

Mittlerweile gibt es eine Reihe von Vorschlägen für die Gestaltung von Indikatoreauswahlprozessen (unter anderem z. B. Joumard; Gudmundsson 2010, S. 139 ff.; Pintér u. a. 2012; Meadows 1998, S. 25 ff.). Wir orientieren uns in diesem Projekt am Vorgehen des Verbundvorhabens „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ der „Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren“ (HGF) (Kopfmüller 2001; auch beschrieben in Hartmuth 2004, S. 6 ff.).

Demnach sollte der Indikatoreauswahlprozess die folgenden vier Schritte umfassen:

1. **Systematische Ausdifferenzierung des Leitbildes der Nachhaltigkeit (top down):** Aus den zentralen Leitwerten der Nachhaltigkeit werden konkrete Nachhaltigkeitsregeln abgeleitet. Diese stellen normative Mindestanforderungen an eine nachhaltige Entwicklung dar und können der Nachhaltigkeitspolitik als Orientierung dienen.
2. **Identifizierung zentraler Nachhaltigkeitsthemen (bottom-up):** Ergänzend wird ein problemorientierter Zugang zu den Nachhaltigkeitsthemen verfolgt. Hier werden die aktuell in der Wissenschaft und Gesellschaft diskutierten zentralen Nachhaltigkeitsthemen identifiziert.
3. **Lokale Kontextualisierung:** Hier erfolgt ein Abgleich zwischen den normativen Nachhaltigkeitsregeln und den identifizierten zentralen Nachhaltigkeitsthemen. Dieser Schritt hat zwei Funktionen. Zum einen dienen die identifizierten Nachhaltigkeitsthemen als Filter. Das breite Themenspektrum, das sich aus den normativen Nachhaltigkeitsregeln ergibt, wird auf die wirklich relevanten Probleme eingeeengt. Gleichzeitig ermöglicht dieser Schritt eine Anpassung der universellen Nachhaltigkeitsregeln an den konkreten Kontext, für den das Indikatorsystem erstellt werden soll.
4. **Indikatoreauswahl:** Abschließend werden für die so eingegrenzten Handlungsfelder geeignete Indikatoren ausgewählt. Dafür werden in der Regel verschiedene mögliche Indikatoren recherchiert und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet. Letztendlich kann daraus ein Indikatorvorschlag entwickelt werden.

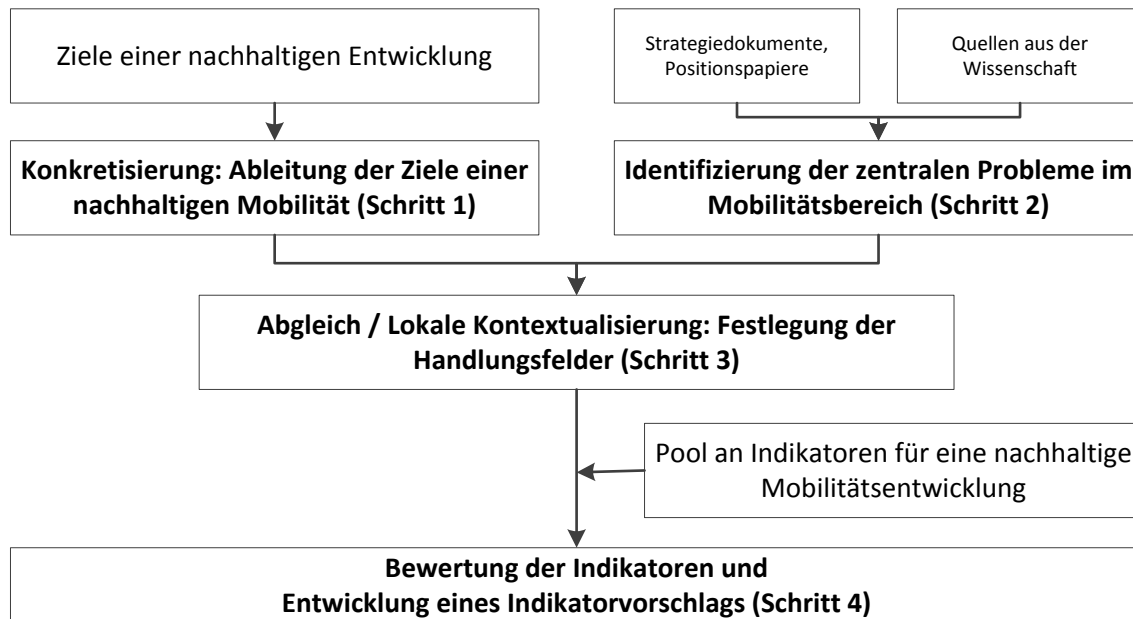
Eine grafische Übersicht über die Arbeitsschritte findet sich in Abbildung 3. Die Konkretisierung der Nachhaltigkeitsprinzipien und die Bestimmung der zentralen Handlungsfelder (Schritt 1-3) erfolgen in Kapitel 5. Die Auswahl der entsprechenden Indikatoren für die einzelnen Handlungsfelder (Schritt 4) wird dann in den Kapiteln 6 bis 14 dargestellt. Dafür wird im folgende Abschnitt 4.3 zunächst die Methodik der Indikatoreauswahl beschrieben und es werden die für die Bewertung potentieller Indikatoren verwendeten Kriterien abgeleitet.

## 4.3 Methodik der Indikatoreauswahl

### 4.3.1 Übergeordnete Methodik

Indikatoren sind ein Standardwerkzeug zur Bewertung der Fortschritte einer nachhaltigen Entwicklung. Sie werden häufig und mit unterschiedlicher Zielsetzung eingesetzt. Die Herausforderung bei der Nutzung von Indikatoren liegt dabei vor allem in der Auswahl der „richtigen“ Indikatoren. (Dale; Beyeler 2001, S. 4) Ob und unter welchen Umständen ein Indikator der „richtige“ ist, kann nur für den konkreten Anwendungsfall entschieden werden. Wichtig ist, dass die Entscheidung systematisch und methodisch fundiert erfolgt. Andernfalls sind alle auf diesen Indikatoren beruhenden Schlussfolgerungen schon aus methodischen Gründen angreifbar.

Abbildung 3: Übersicht über die Arbeitsschritte des Indikatorentwicklungsprozesses



(eigene Darstellung)

Im vorliegenden Projekt erfolgte die Indikatorentwicklung (Schritt 4 in Abbildung 3) in einem dreistufigen Prozess:

- 1. Recherche potentieller Indikatoren:** Basierend auf einer umfangreichen Literaturrecherche wurde für jedes Handlungsfeld ein Pool potentieller Indikatoren ermittelt. Die Literaturrecherche umfasste dabei die Auswertung verschiedener nationaler und supra-nationaler Nachhaltigkeitsindikatorensysteme, sowie verschiedener mobilitätsspezifische Indikatorensysteme. Ergänzend erfolgte eine Auswertung der wissenschaftlichen Literatur zum Thema. Letztendlich wurden für die Erstellung des Indikatoren-pools ca. 100 Dokumente (Monographien, graue Literatur, Fachartikel) berücksichtigt.
- 2. Bewertung des Indikatoren-pools** (sowie der evtl. schon in der NHS verwendeten Indikatoren): in diesem Schritt wurden die recherchierten Indikatoren bezüglich der zuvor festgelegten Kriterien bewertet. Die Bewertungsergebnisse wurden separat für die einzelnen verwendeten Kriterien dargestellt, eine numerische Gewichtung oder Aggregation erfolgte nicht.
- 3. Ableitung eines Indikatoren-vorschlags:** Im letzten Schritt wurde basierend auf den Ergebnissen der Indikatoren-bewertung der endgültige Indikatoren-vorschlag entwickelt. In den allermeisten Fällen konnte bei der Bewertung des Indikatoren-pools kein in jeder Hinsicht idealer Indikator gefunden werden. Die Abwägung der Vor- und Nachteile einzelner Indikator und die damit verbundene Gewichtung der Bedeutung einzelner Bewertungskriterien erfolgte unter Einbindung der Fachöffentlichkeit sowie der zuständigen Bundesämter. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Projekts ein Experten-Workshop durchgeführt. Ergänzend wurden verschiedene telefonische Fachauskünfte und Stellungnahmen eingeholt.

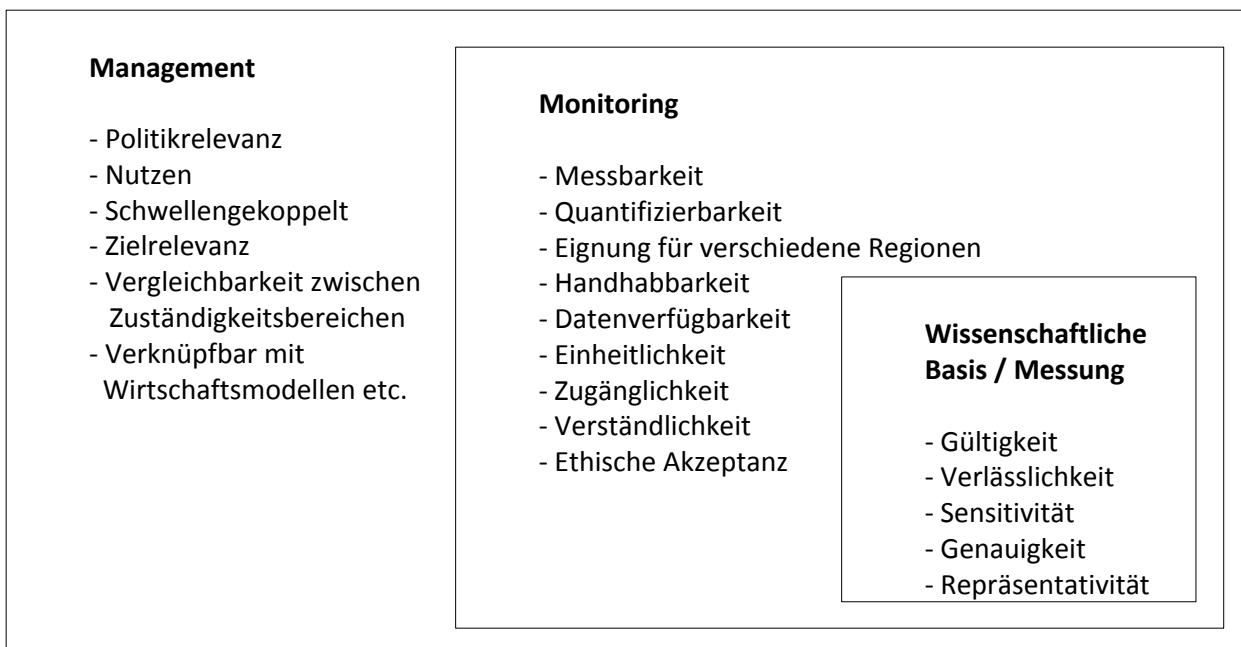
### 4.3.2 Festlegung der Kriterien zur Auswahl der Indikatoren

Die Auswahl geeigneter Indikatoren aus einem Pool potentieller Kandidaten erfolgt anhand von impliziten oder expliziten Bewertungskriterien. Häufig erfolgt die Bewertung von Indikatoren anhand einer Reihe mehr oder weniger willkürlich festgelegter Kriterien, in anderen Fällen werden umfangreiche, quantitative Bewertungsschemata erarbeitet.

Im Rahmen des europäischen COST-Projekts "Indicators of Environmental Sustainability in Transport" wurde eine umfangreiche Auswertung und Klassierung üblicher Bewertungskriterien vorgenommen. (Joumard; Gudmundsson 2010, S. 103 ff.)

Abbildung 4 stellt alle im COST-Projekt ermittelten Bewertungskriterien dar. Dabei bauen die einzelnen Ebenen aufeinander auf. Eine Beurteilung eines Indikators bezüglich seiner Management-Funktion ergibt also nur Sinn, wenn der Indikator wissenschaftlich fundiert ist.

Abbildung 4: Auswahlkriterien für Indikatoren



(Quelle: Joumard; Gudmundsson 2010, S. 116)

Eine Bewertung potentieller Indikatoren nach allen der in Abbildung 4 dargestellten Kriterien ist aufgrund der dann entstehenden Komplexität des Bewertungsvorganges nicht sinnvoll. Im COST-Projekt selbst wird die in Abbildung 4 dargestellten Kriterienliste auf zehn essentielle Indikatoren reduziert.

Die vorliegende Arbeit zielt auf die Erarbeitung und Überprüfung einzelner Mobilitätsindikatoren der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. Einige der zehn Bewertungskriterien des COST-Projekts sind für diese Aufgabe weniger relevant. Für die Bewertung der Indikatoren in diesem Projekt wurden deshalb letztendlich die in Tabelle 12 dargestellten Kriterien ausgewählt. Die Tabelle enthält neben einer Erläuterung des jeweiligen Kriteriums auch ein Beispiel für eine Indikatoreausprägung, die zu einer guten Indikatorbewertung führt. Im Projekt können die Kriterien drei Ausprägungen annehmen: gut – mittel – schlecht.

Tabelle 12: Kriterien für die Bewertung potentieller Nachhaltigkeitsindikatoren

Ebene	Kriterium	Erläuterung	Wie muss ein Indikator beschaffen sein, der das Kriterium gut erfüllt?	Beispiel
Messung	Wissenschaftliche Fundierung	Ein wissenschaftlich fundierter (gültiger) Indikator muss den Sachverhalt darstellen für den er bestimmt ist und Veränderungen zeitnah anzeigen.	Dem Indikator liegt ein wissenschaftlich fundiertes Ursache-Wirkungs-Modell zugrunde	Lärm -> Wahrnehmung durch Betroffene -> Lärmstress -> Beeinträchtigung der Konzentration, Kommunikation, Erholung -> Reduzierung der Lebensqualität
			Der Indikator ist wirkungsspezifisch, er bezieht sich auf den eigentlichen Endpunkt der Wirkungskette, bzw. das eigentlich relevante Nachhaltigkeitsziel	Bei Verkehrsunfällen: Betrachtung von Unfalltoten und Verletzten, nicht: Zahl der Polizeieinsätze
			Der Indikator erfasst den Verkehrsbeitrag adäquat (Wirkung, räumliche, zeitliche Abgrenzungen)	CO <sub>2</sub> -Emissionen: Berücksichtigung der beim Transport importierter Endprodukte verursachten CO <sub>2</sub> -Emissionen
Monitoring	Datenverfügbarkeit	Das Datenmaterial ist in angemessener Zeit und zu angemessenen Kosten verfügbar	Alle für den Indikator benötigten Daten sind vorhanden bzw. lassen sich mit wenig zusätzlichem Aufwand erheben	die Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitungen an deutschen Luftqualitätsmessstationen kann leicht aus den regelmäßig veröffentlichten Stationsdaten berechnet werden
			Die Daten werden regelmäßig aktualisiert	Jährliche Erstellung der Energiebilanz
	Verständlichkeit	Der Indikator sollte leicht zu verstehen und intuitiv interpretierbar sein	Indikator verknüpft nur Informationen, die üblicherweise miteinander verknüpft werden und ist insgesamt wenig komplex	Benzinverbrauch je Fzkm ist ein üblicher Indikator, Energieverbrauch je BIP ist viel weniger üblich
			Indikator zeigt intuitiv, ob sich der dargestellte Sachverhalt positiv oder negativ entwickelt	Darstellung des jährlichen Endenergieverbrauchs als Zeitreihe mit Angabe eines Zielwertes des maximalen Energieverbrauchs für 2020
Management	Politische Relevanz	Indikator muss politisch wichtige Sachverhalte abbilden	Der Indikator bezieht sich auf politisch beeinflussbare Sachverhalte	Die Höhe der getätigten Investitionen in den öffentlichen Verkehr ist politisch beeinflussbar
			Für den Sachverhalt wurde bereits ein politisches Ziel formuliert	Bis 2020 soll der jährliche CO <sub>2</sub> -Ausstoß in Deutschland um 40% gegenüber dem Basisjahr 1990 gesenkt werden

(eigene Darstellung, in Anlehnung an Joumard; Gudmundsson 2010, S. 125)

## 4.4 Kritische Abgrenzungsfragen und ihre Berücksichtigung im Projekt

Unabhängig von der Forschungsmethodik bestimmen auch der gewählte Betrachtungsrahmen und die Abgrenzungen die Indikatorenauswahl. Diese werden deshalb im Folgenden noch einmal zusammengefasst. Zuvor erfolgt jedoch zunächst eine kurze Begriffsbestimmung für die zwei zentralen Begriffe: „Mobilität“ und „Verkehr“. Diese werden in der Literatur teils synonym verwendet, obwohl sie eigentlich unterschiedliche Aspekte von Ortsveränderungen adressieren.

Hinter jeder Ortsveränderung steht ein Bedürfnis, das nicht vor Ort befriedigt werden kann. „Mobilität“ beschreibt entsprechend der in diesem Projekt gewählten Definition diese Bedürfnisse bzw. den Grund oder die Ursache einer Ortsveränderung. Sie bildet die Grundlage für die abgeleitete Nachfrage nach Verkehr. (Becker u. a. 2009, S. 18 ff.)

„Verkehr“ beschreibt die Umsetzung dieser Mobilitätsbedürfnisse, die tatsächlich durchgeführten Ortsveränderungen (Surburg; Kuntz; Richard 2002, S. 50). Verkehr umfasst damit die Menge der Instrumente, die für Ortsveränderungen benötigt werden (Verkehrswege, Verkehrsmittel und Infrastrukturen). Er ist als Aufwand für den Transport von Gütern oder Personen anzusehen (Becker u. a. 2009, S. 18).

Mehr Verkehrsaufwand bedeutet dabei nicht automatisch eine bessere Mobilität. Die räumliche Nähe von Start- und Zielorten ermöglicht bspw. die gleiche Mobilität mit weniger Verkehr (Surburg; Kuntz; Richard 2002, S. 50). Die gedankliche Trennung der beiden Begriffe ermöglicht eine ideologiefreie Diskussion von Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltwirkungen des Verkehrs. Ziel derartiger Maßnahmen ist dann explizit die Reduzierung der Umweltwirkungen bei gleichzeitigem Erhalt der Mobilitätsmöglichkeiten. Entsprechende Ansätze werden beispielsweise innerhalb der Entkopplungsdebatte diskutiert (vgl. Kapitel 6).

### 4.4.1 Sachliche Bilanzgrenzen

Projektziel ist die Erfassung der für eine ökologisch, sozial und wirtschaftlich nachhaltige Entwicklung relevanten Wirkungen unseres Verkehrsverhaltens. Relevant sind dabei nicht nur die Wirkungen, die sich aus der Nutzung der Verkehrsmittel ergeben, sondern auch Wirkungen aus vor- und nachgelagerten Phasen. Dazu zählen insbesondere die folgenden Bereiche, einschließlich ihrer Vorleistungen (Keimel u. a. o. J., S. 2):

- Herstellung, Wartung und Entsorgung von Fahrzeugen
- Kraftstoffbereitstellung und -verteilung
- Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr sowie die damit einhergehende Verkehrsmittelnutzung
- Errichtung und Erhalt der Verkehrsinfrastruktur.

Die genannten Bereiche sind untereinander eng verknüpft, sodass sie nicht einzeln, unabhängig von den anderen betrachtet werden können (Keimel u. a. o. J., S. 2). Andernfalls besteht die Gefahr, dass die Umweltwirkungen eines Bereichs zu Lasten derer eines anderen optimiert werden. Beispielsweise sind Elektro- oder Hybridfahrzeuge in der Nutzung sparsamer, aber in der Herstellung im Allgemeinen energieintensiver. Indikatoren zur Bewertung des Energieverbrauchs im Verkehr sollten deshalb auch die Treibstoffvorkette und die Fahrzeugherstellung berücksichtigen.

Schwerpunkt dieser Analyse sind die mit der Verkehrsmittelnutzung verbundenen Nachhaltigkeitswirkungen. Verlagerungseffekte von Belastungen aus der Nutzungsphase in vor- oder nachgelagerten Prozessen werden diskutiert und bei entsprechender Relevanz berücksichtigt.

#### 4.4.2 Räumliche Abgrenzung

Die Nachhaltigkeitsstrategie entwirft ein Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland. Die räumliche Abgrenzung kann dabei nach zwei Prinzipien erfolgen, dem Inländerkonzept und dem Inlands- bzw. Territorialkonzept (vgl. Abbildung 5).

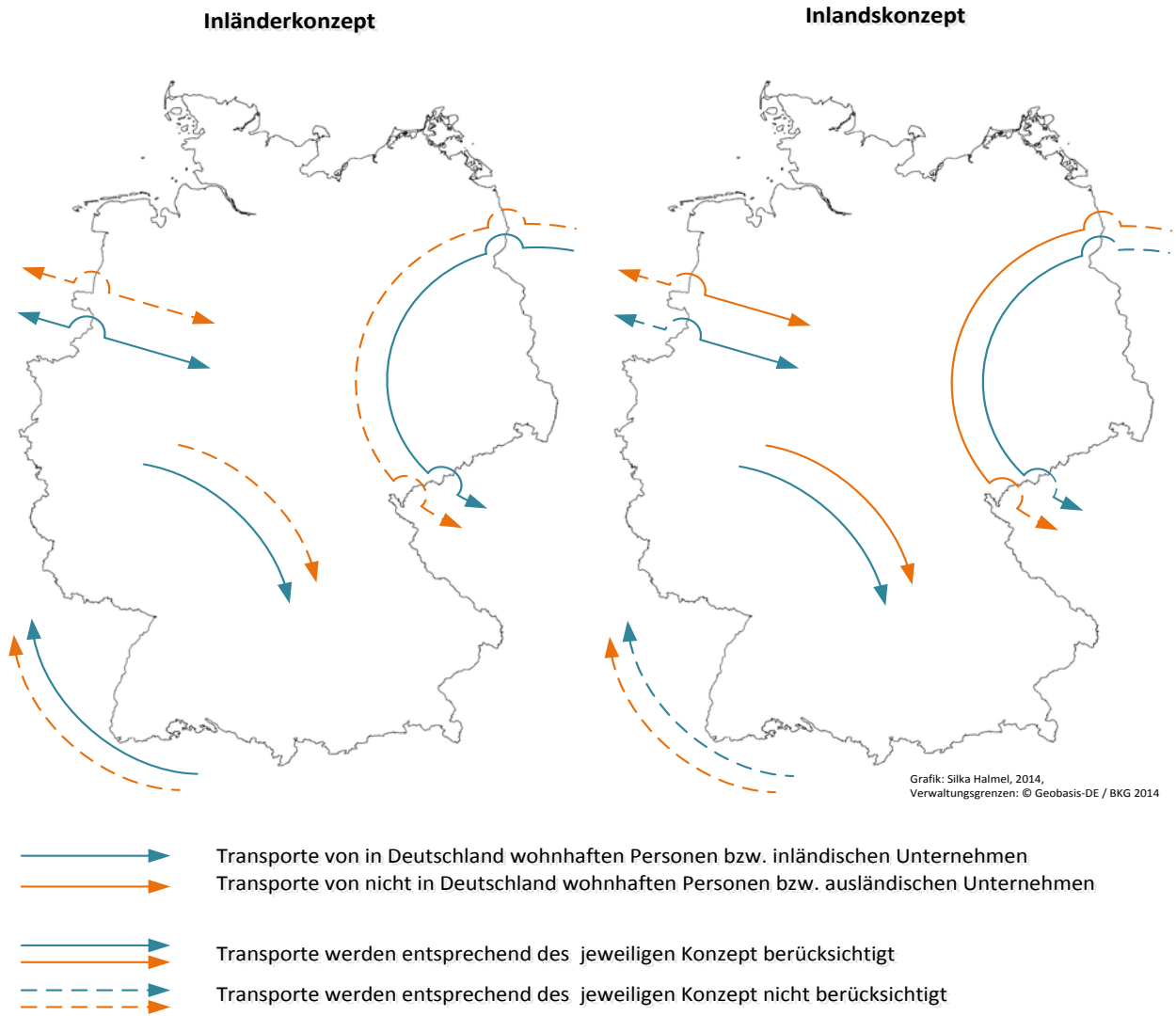
Ersteres beruht auf den Aktivitäten und der Nachfrage aller inländischen Wirtschaftseinheiten, unabhängig davon, ob diese innerhalb oder außerhalb Deutschlands durchgeführt wurden. Im Güterverkehr werden z. B. alle Güterströme erfasst, die von Inländern nachgefragt werden, Importe ausländischer Unternehmen inbegriffen. Im Personenverkehr zählen die von den Einwohnern Deutschlands zurückgelegten Distanzen, unabhängig davon, ob diese innerhalb oder außerhalb Deutschlands zurückgelegt wurden (Mayer; Fehrentz 2011; Kowald u. a. 2013, S. 34 f.). Beim Inlandskonzept bestimmt hingegen die territoriale Ausdehnung des Untersuchungsgebietes den Untersuchungsrahmen. Alle innerdeutschen Verkehrsströme werden berücksichtigt, unabhängig davon ob es sich um Binnen-, grenzüberschreitenden oder Transitverkehr handelt. (Kowald u. a. 2013, S. 36; Mayer; Fehrentz 2011, S. 9 f.)

Traditionell beruhen nationale (Nachhaltigkeits-)berichterstattungssysteme auf dem Inlandsprinzip und sind damit konsistent zu den üblicherweise ebenfalls nach diesem Prinzip formulierten Umweltschutzziele und -vereinbarungen.

In einer globalisierten, arbeitsteiligen Welt mit zunehmenden grenzüberschreitenden Verkehren wird die Aussagekraft territoriumsbasierter Kennzahlen jedoch zunehmend in Frage gestellt. So gibt es z. B. für die Berechnung nationaler Ressourcenverbräuche und Klimagasemissionen Forderungen nach einer stärkeren Berücksichtigung der Inländerperspektive. (vgl. z. B. Steen-Olsen u. a. 2012; Bruckner; Polzin; Giljum 2010; Statistisches Bundesamt; UBA 2009)

Im Projekt wird deshalb ein zweigleisiges Vorgehen angewandt: prinzipiell gilt für alle Betrachtungen das zu anderen Berichterstattungssystemen konsistente Inlandsprinzip. Sind relevante systematische (und sich im Zeitverlauf ändernde) Unterschiede der erfassten Wirkungen nach dem Inlands- und Inländerprinzip vorhanden, wird dies an entsprechender Stelle diskutiert und eine die Nachhaltigkeitssituation realistisch abbildende Lösung vorgeschlagen.

Abbildung 5: Vergleich des Inländer- und Inlandskonzeptes



(Eigene Darstellung, in Anlehnung an Kowald u. a. 2013, S. 35 f. BKG 2013)

## 5 Bestimmung der Handlungsfelder für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung

Vor der eigentlichen Auswahl der zu verwendenden Indikatoren steht die Festlegung der durch unsere Mobilität verursachten Nachhaltigkeitsprobleme, die im Indikatorsystem zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie beobachtet werden sollten. Wie in Abschnitt 4.2 dargestellt, erfolgt die Ermittlung in drei Schritten. Zunächst werden die Anforderungen an eine nachhaltige Mobilität aus den übergeordneten Nachhaltigkeitszielen abgeleitet (Abschnitt 5.1 und 5.2). Dann erfolgt eine Identifizierung der wichtigsten Probleme auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität und ein Abgleich mit den zuvor identifizierten Anforderungen. Darauf aufbauend können dann die grundlegenden Handlungsbereiche festgelegt werden, welche mithilfe von Indikatoren beobachtet werden sollen (Abschnitt 5.3).

### 5.1 Definition und Ziele einer nachhaltigen Entwicklung

Die bekannteste Definition einer nachhaltigen Entwicklung entstammt dem Brundtland-Bericht:

*„Nachhaltige Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“* (United Nations 1987)

Es geht also einerseits um die Übernahme von Zukunftsverantwortung und andererseits um Verteilungsgerechtigkeit zwischen den heute Lebenden (Grunwald; Kopfmüller 2012, S. 11). Nachhaltige Entwicklung betrifft dabei sowohl ökologische, als auch ökonomische und soziale Aspekte.<sup>4</sup> In den drei Dimensionen stellen sich jeweils spezifische Anforderungen:

#### *Ökologische Dimension:*

Eine ökologisch nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, in der die Natur als Lebens- und Wirtschaftsgrundlage erhalten bleibt (Grunwald; Kopfmüller 2012, S. 54). Dies bedeutet insbesondere, dass (Surburg; Kuntz; Richard 2002, S. 27)

- die Nutzung einer Ressource nicht größer sein darf als ihre Regenerationsrate oder die Rate der Substitution all ihrer Funktionen (Ressourcenschonung) und
- die Freisetzung von Stoffen nicht größer sein darf als die Aufnahmefähigkeit der Umweltmedien (Tragekapazität).

#### *Soziale Dimension*

Bei der sozialen Dimension geht es um die gerechte Verteilung sozialer Grundgüter, die einmal das Individuum an sich betreffen können (Nahrung, Gesundheit), zum anderen aber die Gesellschaft als solche (Gemeinwohlorientierung, Toleranz). Wichtige Prinzipien der sozialen Dimension sind dabei (Grunwald; Kopfmüller 2012, S. 58; Quental; Lourenço; da Silva 2010, S. 262; Surburg; Kuntz; Richard 2002, S. 28):

- Alle Menschen sollen ein proaktives, selbstbestimmtes, würdiges Leben führen können,
- alle Menschen sollen an gesellschaftlichen und sozialen Austausch- und Entscheidungsprozessen teilhaben können und
- der gesellschaftliche Wohlstand ist gerecht zu verteilen.

---

<sup>4</sup> Teilweise wird eine vierte Dimension ergänzt: die institutionelle Dimension.

### *Ökonomische Dimension:*

Im ökonomischen Bereich wird das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung kontrovers diskutiert (vgl. z. B. Grunwald; Kopfmüller 2012, S. 68). Dabei geht es hauptsächlich um die ungelöste Frage, ob und wenn ja welches Wirtschaftswachstum mit einer nachhaltigen Entwicklung vereinbar ist.

Unabhängig von der Antwort auf diese Frage nennt die Literatur die folgenden Prinzipien für eine nachhaltige ökonomische Entwicklung (Surburg; Kuntz; Richard 2002, S. 28; Rat für Nachhaltige Entwicklung 2012, S. 2; Spangenberg 2002, S. 306; Quental; Lourenço; da Silva 2010, S. 262):

- Die wirtschaftlichen Lebensgrundlagen sind sowohl kurz- als auch langfristig zu sichern. Deshalb müssen alle, auch die externen Kosten, in die Entscheidungsfindung einbezogen werden. Fairer Wettbewerb und Eigenwirtschaftlichkeit werden angestrebt.
- Wirtschaftliche Prozesse sind effizient zu gestalten. Effizienzverbesserungen werden benötigt, um die Wirtschaftsleistung vom Umweltverbrauch zu entkoppeln.
- Insgesamt sind wirtschaftliche Aktivitäten ein Instrumente zur Erreichung gesellschaftlicher Ziele. Wirtschaftswachstum ist kein Ziel an sich, sondern ein Instrument, welches die Erreichung gesellschaftlicher Ziele (Freiheit, Lebensqualität) unterstützt.

Insgesamt decken die genannten Nachhaltigkeitsziele eine große Bandbreite gesellschaftlicher Themenstellungen ab. Sie werden im Folgenden entsprechend des Projektkontextes für den Mobilitätsbereich konkretisiert.

## **5.2 Definition und Ziele einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung**

Eine mittlerweile zentrale Definition nachhaltiger Mobilität wurde 1997 durch das „Centre for Sustainable Transportation“ erarbeitet (Cormier; Gilbert 2005, S. 6). Sie wurde wortgleich oder in ähnlicher Form von verschiedensten Institutionen übernommen, auch von der europäischen Union. Die hier verwendete Fassung lehnt sich an diese sowie eine für die UN-Kommission für Nachhaltige Entwicklung vorbereitete Variante an, die prinzipiell auch den Aussagen der NHS entspricht (Bongardt u. a. 2011, S. 6; Rosengren 2001).

Danach ist ein nachhaltigeres Verkehrssystem eines, welches

- die Befriedigung der Grundbedürfnisse und den Zugang von Individuen, Unternehmen und der Gesellschaft ermöglicht und dabei Sicherheit, menschliche Gesundheit, die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme und intra- sowie intergenerationelle Gerechtigkeit gewährleistet.
- innerhalb der durch die Internalisierung externer Kosten gesetzten Grenzen bezahlbar, sowie fair und effizient ist, die Wahl zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln erlaubt und eine ausgewogene regionale Entwicklung unterstützt.
- Emissionen und Abfall auf den durch die Aufnahmefähigkeit der Erde vorgegebenen Umfang begrenzt sowie erneuerbare Ressourcen höchstens in dem Umfang einsetzt, in welchem sich diese regenerieren. Nicht erneuerbare Ressourcen werden höchstens in dem Umfang genutzt, in welchem erneuerbare Ersatzstoffe entwickelt werden und die Auswirkungen auf den Flächenbedarf und die Lärmentwicklung werden auf ein Mindestmaß reduziert.
- und überdies in einem partizipatorischen Prozess gestaltet wurde, welcher relevante Akteure aus allen Teilen der Gesellschaft einbezieht.

Die hier genannten Anforderungen konkretisierten die in Abschnitt 5.1 genannten grundsätzlichen Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung. Tabelle 13 zeigt die Anforderungen an eine nachhaltige Mobilität noch einmal in Übersicht.

Tabelle 13: Abgeleitete Anforderungen an eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung

Leitwert der NHS	Anforderungen an eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung
Generationengerechtigkeit	Einhaltung der ökologischen Regenerations-, Substitutions- und Tragfähigkeitsgrenzen
	Minimierung Flächenverbrauch
	Verkehrseffiziente Erreichung eines hohen Mobilitätsniveaus, Entkopplung, Verringerung von Energie-, und Ressourcenverbrauch sowie der Verkehrsleistung durch steigende Effizienz
	Keine Verlagerung finanzieller Lasten in die Zukunft / Internalisierung externer Kosten
	Verursachergerechte Anlastung der mit dem Verkehrssystem verbundenen Kosten
Lebensqualität	Vermeidung von Gesundheitsrisiken, Vermeidung von Lärm
	Sicherheit gewährleisten
Sozialer Zusammenhalt	Befriedigung der Grundbedürfnisse und Ermöglichung von Teilhabe aller am gesellschaftlichen Leben
	Gestaltung des Verkehrssystems in einem partizipatorischen Prozess
	Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Verkehrsträgern
	Bezahlbare Preise
Internationale Verantwortung	Gestaltung der Rahmenbedingungen für eine global nachhaltige Entwicklung

(eigene Darstellung)

### 5.3 Identifikation zentraler Handlungsfelder im Mobilitätsbereich

Nachdem die Anforderungen an eine nachhaltige Mobilität bekannt sind, soll nun ein Abgleich mit den wichtigsten Nachhaltigkeitsproblemen im Mobilitätsbereich erfolgen.

Hintergrund dieses Vorgehens ist, dass die in Tabelle 13 genannten Mindestanforderungen eine Vielzahl von potentiellen Handlungsbereichen umfassen. Nicht alle davon können in einem prinzipiell begrenzten Indikatorsystem dargestellt werden. Das Indikatorensystem der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie konzentriert sich deshalb auf die überblicksartige Darstellung der wirklich zentralen Nachhaltigkeitsthemen (Bundesregierung Deutschland 2012, S. 57). Auch im Mobilitätsbereich können deshalb nur die relevanteren Themenfelder berücksichtigt werden.

Im Rahmen dieses Projektes erfolgte eine literaturbasierte Ermittlung dieser zentralen Handlungsfelder.<sup>5</sup> Relevant sind für uns insbesondere die Einschätzung politischer Akteure sowie der Wissenschaft. Konkret wählten wir deshalb folgendes Vorgehen:

1. Literaturrecherche zu den Problemen und Handlungsschwerpunkten einer nachhaltigen Mobilität in wissenschaftlichen Quellen sowie politischen Strategiedokumenten, danach
2. Erfassung der in den Quellen genannten Handlungsschwerpunkte und
3. Auswahl der am häufigsten genannten zentralen Handlungsfelder für die weiteren Analysen im Projekt.

Tabelle 31 und Tabelle 32 im Anhang zeigen eine Übersicht der recherchierten Nachhaltigkeitsprobleme. Einzelne der genannten Probleme adressieren ähnliche, bzw. zusammenhängende Fragestellungen. Diese wurden noch einmal zusammengefasst.

<sup>5</sup> Dies entspricht dem Vorgehen von Haghshenas und Vaziri bzw. auch Günther und Scheibe (Haghshenas; Vaziri 2012; Günther; Scheibe; Hoppe 2008)

Im Rahmen der „lokalen Kontextualisierung“ (vgl. Abschnitt 4.2) wurde im Anschluss die Passgenauigkeit der Handlungsfelder in Bezug auf die allgemeinen Ziele einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung überprüft. Tabelle 14 zeigt die Zuordnung der genannten Handlungsbereiche zu den zuvor identifizierten Anforderungen an eine nachhaltige Mobilität.

Tabelle 14: Zuordnung der Handlungsfelder zu den Nachhaltigkeitszielen

Leitwert der NHS	Anforderungen an eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung	Zentrale Handlungsfelder
Generationengerechtigkeit	Einhaltung der ökologischen Regenerations-, Substitutions- und Tragfähigkeitsgrenzen	Klimaschutz Nutzung energetischer Ressourcen
	Minimierung Flächenverbrauch	Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung
	Entkopplung, Verringerung von Energie-, und Ressourcenverbrauch sowie der Verkehrsleistung durch steigende Effizienz	Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung
	Keine Verlagerung finanzieller Lasten in die Zukunft Verursachergerechte Anlastung der mit dem Verkehrssystem verbundenen Kosten	„Finanzielle Nachhaltigkeit“
Lebensqualität	Vermeidung von Gesundheitsrisiken	Luftqualität Lärm
	Sicherheit gewährleisten	Verkehrssicherheit
Sozialer Zusammenhalt	Befriedigung der Grundbedürfnisse und Ermöglichung von Teilhabe aller am gesellschaftlichen Leben	Mobilität sichern
	Bezahlbare Preise	
	Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Verkehrsträgern	
	Gestaltung des Verkehrssystems in einem partizipatorischen Prozess	Kein zentrales Handlungsfeld, da geringere Bedeutung in der Literatur
Internationale Verantwortung	Gestaltung der Rahmenbedingungen für eine global nachhaltige Entwicklung	

(eigene Darstellung)

Insgesamt reflektieren die ermittelten Handlungsfelder die Nachhaltigkeitsziele gut. Damit ergeben sich für die weitere Projektbearbeitung die folgenden neun Handlungsfelder:

1. *Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung*: Die Relevanz des Handlungsfeldes ergibt sich aus der Zweischneidigkeit verkehrlicher Aktivitäten. Einerseits sind eine hohe Mobilität und die leichte Erreichbarkeit alltäglicher Orte erwünscht, andererseits entstehen durch die damit verbundenen Verkehrsmengen, Staus und Umweltwirkungen große Belastungen für die Gesellschaft. In diesem Handlungsfeld geht es um eine Reduzierung der verkehrlichen Umweltwirkungen z. B. durch Effizienzsteigerungen.
2. *Mobilität sichern*: Räumliche Mobilität ist für die Erfüllung menschlicher Grundbedürfnisse sowie die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben unverzichtbar. Arbeitsplätze, Einkaufsgelegenheiten oder beispielsweise Gesundheitseinrichtungen sollten deshalb für alle Menschen mit vertretbarem Aufwand erreichbar sein. Ein nachhaltiges Verkehrssystem muss deshalb ein Mindestmaß an Erreichbarkeit für alle Bevölkerungsteile, auch unabhängig vom eigenen Auto, sicherstellen.
3. *Nutzung energetischer Ressourcen*: Unabhängig von der CO<sub>2</sub>-Problematik ist die Reduzierung des Energieverbrauchs aus Ressourcenschutzgründen ein wichtiges Thema. Diesbezügliche Ziele

umfassen dabei die Reduzierung der Nutzung fossiler, also nicht-erneuerbarer Energieträger, sowie eine nachhaltige, das heißt die Regenerationsgrenzen beachtende Nutzung erneuerbarer Ressourcen.

4. *Klimaschutz*: Die Begrenzung des anthropogen verursachten Klimawandels ist eine der größten Herausforderungen für die Menschheit im 21. Jahrhundert. Der Klimawandel hat - mehr als alle anderen Umweltprobleme - globale Ausmaße und verändert Ökosysteme weltweit (vgl. z. B. WBGU 2007). Der Verkehrsbereich gehört neben der Strom- und Wärmeerzeugung zu den Hauptemittenten von Treibhausgasen und wird aufgrund seiner nach wie vor sehr hohen Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen als einer der Schlüsselsektoren für einen erfolgreichen Übergang in eine quasi CO<sub>2</sub>-neutrale Gesellschaft angesehen.
5. *Luftqualität*: Der Verkehrsbereich emittiert eine Reihe von Luftschadstoffen, welche die menschliche Gesundheit, aber auch die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme beeinträchtigen. Vor allem in Städten werden nach wie vor u. a. für Feinstaub und Stickoxide Schadstoffkonzentrationen gemessen, die über den gesetzlichen Grenzwerten liegen.
6. *Lärm*: Lärm stellt eines der drängendsten Umweltprobleme in der Nähe stark genutzter Verkehrswege dar. Lärm beeinträchtigt nicht nur die Lebensqualität der Betroffenen, sondern kann bei chronischer Belastung auch zu gravierenden Gesundheitswirkungen führen.
7. *Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung*: Straßen, Schienenwege, sowie Flughäfen usw. benötigen Fläche, welche vor allem in Städten für andere Nutzungen verloren geht. Darüber hinaus trägt der Bau von Verkehrsinfrastruktur auch zur Verkleinerung, Zerstückelung und letztendlich auch Zerstörung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere bei. Die Zerschneidung wertvoller Habitats stellt damit eine wichtige Ursache für den anhaltenden Biodiversitätsverlust dar.
8. *Verkehrssicherheit*: Todesfälle durch Verkehrsunfälle spielen vor allem im internationalen Kontext eine wichtige Rolle. In Deutschland konnten in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte bei der Reduzierung verkehrsbedingter Todesfälle erreicht werden. Trotzdem stellen Verkehrsunfälle vor allem für junge Erwachsene nach wie vor eine der häufigsten Todesursachen dar, auch die vergleichsweise hohe Zahl von Unfällen mit Personenschäden gibt zum Handeln Anlass.
9. *Finanzielle Nachhaltigkeit*: Deutschland verfügt über eine sehr umfangreiche und sehr gut ausgebaute Verkehrsinfrastruktur. Allerdings ist der Erhalt dieser Infrastruktur mit erheblichen Kosten verbunden, deren Übernahme den Baulastträgern zunehmend Probleme bereitet. Unter dem Aspekt der Generationengerechtigkeit ist der dadurch bedingte zunehmende Verschleiß und Verfall der Infrastruktur ein ernsthaftes Problem. Eng damit verbunden ist auch die Forderung nach einer stärkeren finanziellen Beteiligung der Nutzer am Erhalt der Infrastruktur, aber auch an der Behebung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen (externe Kosten).

Für einige der genannten Handlungsfelder existieren in der Nachhaltigkeitsstrategie bereits Indikatoren, für andere Handlungsfelder, wie z. B. die Lärmbelastung fehlen derartige Indikatoren noch völlig. Eine Übersicht über die beschriebenen neun Handlungsfelder und die jeweils zuzuordnenden Indikatoren ist in Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15: Zuordnung der derzeitigen Indikatoren zu den Handlungsfeldern

Handlungsfeld	Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Bezug zum Handlungsfeld
<b>Direkter Verkehrsbezug</b>	
1. Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung	Indikator 11a „Gütertransportintensität“ Indikator 11b „Personentransportintensität“ Indikator 11c „Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung“ Indikator 11d „Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung“
2. Mobilität sichern	kein Indikator vorhanden
<b>Indirekter Verkehrsbezug (sektorübergreifend)</b>	
3. Nutzung energetischer Ressourcen	Indikator 1 „Primärenergieverbrauch im Inland“ Indikator 3a „Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch“
4. Klimaschutz	Indikator 2 „Treibhausgasemissionen“
5. Luftqualität	Indikator 13 „Schadstoffbelastung der Luft“
6. Lärm	kein Indikator vorhanden
7. Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung	Indikator 4 „Anstieg der Siedlungs-/Verkehrsfläche“
8. Verkehrssicherheit	Indikator 14 „Vorzeitige Sterblichkeit (alle Ursachen)“
9. Finanzielle Nachhaltigkeit	Indikator 7 „Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP“

(eigene Darstellung)

Die meisten der genannten Wirkungen werden durch Verkehrsaktivitäten, aber auch durch andere Sektoren verursacht, der Verkehr nimmt dabei oft eine wichtige, aber in der Regel keine herausragende Rolle ein. Diese Wirkungen können also gut durch sektorübergreifende Indikatoren abgebildet werden. Wichtig ist dabei vor allem, dass der Verkehrsbeitrag im Indikator adäquat enthalten ist.

Eine Ausnahme hiervon bilden die Handlungsfelder „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“, sowie „Mobilität sichern“. Diese beiden Handlungsfelder beschreiben die beiden Kernaufgaben einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung und ergeben sich aus der grundsätzlichen Zwiespältigkeit von Verkehrsaktivitäten: Einerseits soll eine hohe Mobilität gewährleistet werden. Dabei ist aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung insbesondere die Sicherstellung eines Mindestmaßes an Mobilitätsmöglichkeiten für alle relevant, welche über den Indikator „Mobilität sichern“ adressiert wird. Andererseits sollen die vom Verkehr ausgehenden Umweltwirkungen stark reduziert werden, aber möglichst ohne Einschränkungen der Mobilitätsmöglichkeiten. Dies wird durch den Indikator „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“ abgebildet, der den diesbezüglichen Umbau des Verkehrssystems darstellt. Die beiden genannten Handlungsfelder stellen also den Kernbereich der Berichterstattung zum Thema nachhaltiger Mobilität dar, hier sollten mobilitätsspezifische Indikatoren verwendet werden.

In den folgenden Kapiteln des Berichts werden für alle Handlungsbereiche Vorschläge zur Weiterentwicklung der NHS-Indikatoren erarbeitet. Dafür werden zunächst jeweils kurz die Wirkungszusammenhänge im Handlungsfeld beschrieben. Anschließend erfolgen eine Bewertung der Indikatoren sowie die Ableitung der Empfehlung. Begonnen wird dabei mit den beiden mobilitätsspezifischen Handlungsfeldern „Umweltverträgliche Verkehrsabwicklung“ und „Mobilität sichern“, danach folgen die sektorübergreifend betrachteten Handlungsfelder.

## 6 Handlungsfeld „Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“

Mobilität ist eine notwendige Voraussetzung für eine funktionierende und gedeihende Wirtschaft (Rahman; van Grol 2005). Handel, die Ausnutzung von Skaleneffekten sowie lokale Standortvorteile in einer arbeitsteiligen Wirtschaft wären ohne Ortsveränderungen von Personen, Ressourcen und Gütern nicht möglich. In der Vergangenheit verliefen Wirtschafts- und Verkehrswachstum deshalb weitgehend parallel.

Die Auswirkungen des Verkehrs stellen uns allerdings bereits heute vor eine Reihe zentraler Probleme: Lärm und Luftschadstoffe beeinträchtigen die Lebensqualität insbesondere in Städten, das Klimaproblem ist weiterhin ungelöst und der durch den Verkehr erzeugte Druck auf die Umwelt hat gravierende Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme.

Damit existiert ein Widerspruch zwischen einem in der Regel gewünschten Wirtschaftswachstum einerseits und einer notwendigen Reduzierung der negativen Auswirkungen vermehrter Verkehrsaktivitäten andererseits. Die Lösung dieser Frage wird in der „Entkopplung“ von Verkehrs- und Wirtschaftswachstum bzw. von Verkehr und den damit verbundenen Umweltwirkungen gesehen. Ganz allgemein wird eine möglichst umweltfreundliche Verkehrsabwicklung angestrebt.

Entkopplung ist eines der wichtigsten Ziele im politischen Kontext (Europäische Kommission 2011; Bundesregierung Deutschland 2002a; Rat der europäischen Union 2006). Sie wird auch in der wissenschaftlichen Literatur oft als eine notwendige Bedingung für eine nachhaltige Entwicklung angesehen (Stead; Banister 2006, S. 136; Jackson 2013, S. 60).

Gleichzeitig ist hochumstritten, ob eine hinreichende Entkopplung überhaupt realisierbar ist und ob die zur Messung verwendeten Indikatoren geeignet sind, Erfolge oder Misserfolge in diesem Bereich darzustellen. Im Projekt werden im nächsten Abschnitt zunächst die Grundbegriffe der Entkopplungsdebatte eingeführt, bevor im Anschluss eine Bewertung der entsprechenden Indikatoren der NHS erfolgen kann.

### 6.1 Wirkungszusammenhänge und Problemlage

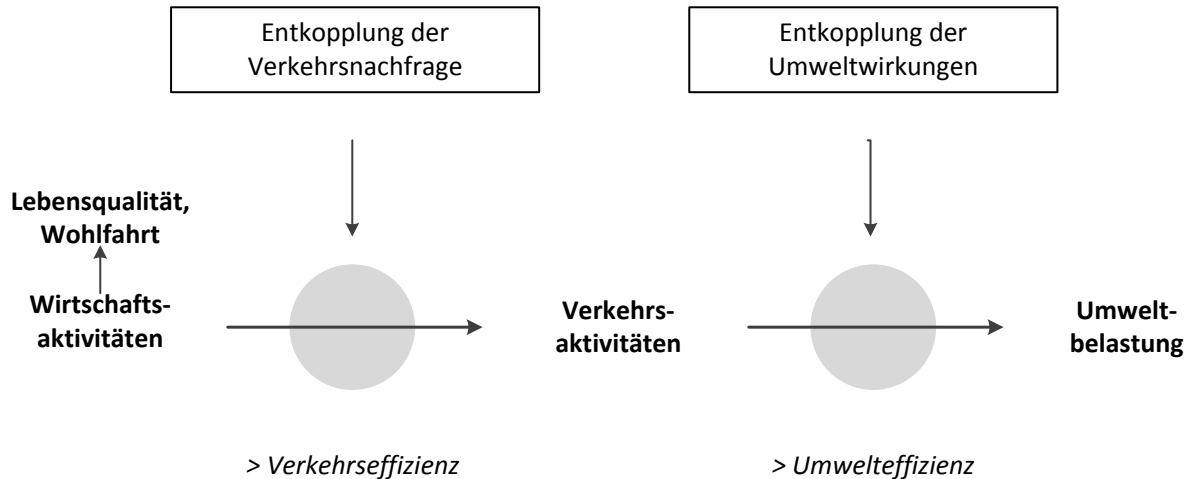
Entkopplung bezeichnet den „Bruch mit dem Zusammengehen zwischen wirtschaftlichem Wachstum und Ressourcenverbrauch bzw. Umweltbelastungen oder anderen damit verbundenen Auswirkungen.“ (Schneider u. a. 2006, S. 33) Dies kann über eine Steigerung der Effizienz erreicht werden, das heißt ein gleicher oder steigender wirtschaftlicher Output wird mit verringertem Aufwand und verringerten Folgen erzeugt. Folgerichtig werden zur Bewertung der Entkopplungsbemühungen oft Effizienzindikatoren verwendet, die sich auf die Ebene der Verkehrsnachfrage oder auf die Ebene der Umweltwirkungen beziehen können:

Typische Indikatoren in den beiden Bereichen sind jeweils (siehe auch Abbildung 6):

1. Verkehrseffizienz: Verkehrs- oder Fahrleistung (tkm, Pkm, Lkw-km, Pkw-km) im Verhältnis zum BIP
2. Umwelteffizienz: Energieverbrauch oder CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verhältnis zum BIP

Die Ziele der Entkopplung sollen damit eine „prosperierende Wirtschaft“ mit einer Reduzierung der Umweltwirkungen vereinen. Wirtschaftswachstum ist allerdings kein Nachhaltigkeitsziel an sich, sondern ein Mittel zur Erreichung der eigentlichen gesellschaftlichen Ziele (Quental; Lourenço; da Silva 2010, S. 262). Wirtschaftliche Entwicklung wird dabei insbesondere mit einer Verbesserung des Wohlstands und der Lebensqualität der Bevölkerung in Verbindung gebracht.

Abbildung 6: Arten von Entkopplung



(eigene Darstellung, in Anlehnung an Schneider u. a. 2006, S. 38)

Auch auf der Seite der „Aufwandsgrößen“ im Verkehr ist zu diskutieren, worin eigentlich die aus Nachhaltigkeitssicht relevante Zielgröße liegt. Aus den in Kapitel 5 dargestellten Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung ergibt sich im Verkehrsbereich vor allem die Forderung nach einer Einhaltung der Tragfähigkeits-, Regenerations- und Substitutionsgrenzen der Erde. Eine Erhöhung der Ökoeffizienz ist bei der Erreichung dieses Ziels hilfreich und notwendig, aber kein Nachhaltigkeitsziel per se (Gudmundsson; Höjer 1996; Bundesregierung Deutschland 2002a, S. 10). Aus diesem Grund wurde das hier betrachtete Handlungsfeld von den ProjektbearbeiterInnen auch „umweltfreundliche Verkehrsabwicklung“ genannt. Dies trifft das eigentliche Kernziel der Entkopplung, bzw. Verringerung der Transportintensität besser.

Ein konkretes Nachhaltigkeitsziel für eine Verringerung der Verkehrsleistungen ergibt sich aus diesen Anforderungen nicht zwangsläufig. Obwohl heutige Verkehrsmengen vor allem in Städten zu gravierenden Einschnitten in der Lebensqualität der Bewohner führen, lässt sich aus den Nachhaltigkeitsanforderungen keine absolute Tragfähigkeitsgrenze in Bezug auf die Verkehrsleistungen ableiten. Die gleiche Verkehrsleistung kann z. B. je nach genutztem Energieträger mit ganz unterschiedlichen Umweltwirkungen verbunden sein.

Die eigentlich relevanten Nachhaltigkeitsziele sind damit die Erhöhung bzw. Beibehaltung der Wohlfahrt einer Gesellschaft bei gleichzeitiger Reduzierung der absoluten Umweltwirkungen auf ein tragfähiges Niveau.

## 6.2 Entkopplungsindikatoren und deren Bewertung

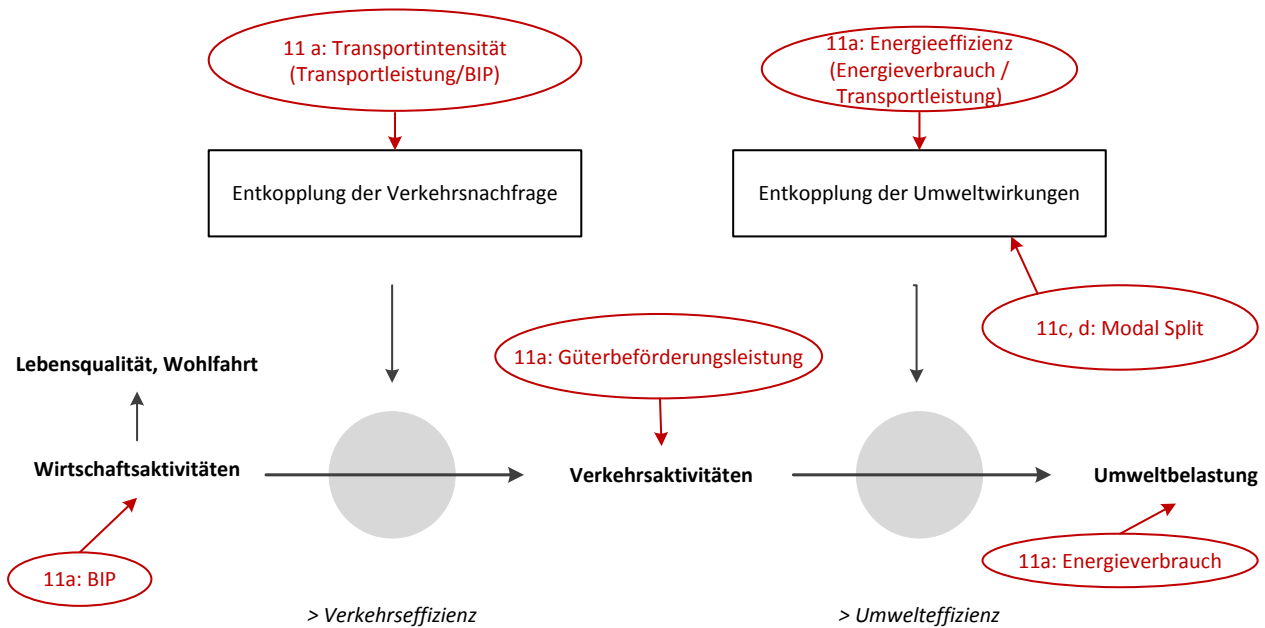
Im Indikatorensystem zur Nachhaltigkeitsstrategie Deutschland wird der Gedanke der Entkopplung in den vier folgenden verkehrsspezifischen Indikatoren 11 a-d aufgegriffen (vgl. auch Abbildung 16 und Abbildung 17 im Anhang):

- Indikator 11a: Gütertransportintensität (tkm/BIP), ergänzend ist die Entwicklung weiterer Messgrößen (BIP, Verkehrsleistung, Energieverbrauch, Energieeffizienz) dargestellt, welcher der Erklärung des eigentlichen Indikators dienen,
- Indikator 11b: Personentransportintensität (Pkm/BIP), ergänzend ist die Entwicklung weiterer Messgrößen (BIP, Verkehrsleistung, Energieverbrauch, Energieeffizienz) dargestellt, welcher der Erklärung des eigentlichen Indikators dienen,
- Indikator 11c: Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung,

- Indikator 11d: Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung.

Wie Abbildung 7 zeigt, stellen die genannten Indikatoren und die ergänzenden Informationen zu den Indikatoren 11a und 11b zu fast jedem Element in der Wirkungskette entsprechende Informationen bereit. In der Gesamtschau werden die Elemente einer erfolgreichen Entkopplung zunächst also augenscheinlich gut dargestellt: trotzdem zeigt die Bewertung der genannten Indikatoren in Tabelle 16 verschiedene Schwachstellen der gewählten Operationalisierung auf.

Abbildung 7: Entkopplung und zugeordnete Indikatoren



(Quelle: eigene Erweiterung nach Schneider u. a. 2006, S. 38)

Insgesamt sind die aktuell in der Nachhaltigkeitsstrategie verwendeten verkehrsspezifischen Indikatoren (11a-d) weniger gut zur Abbildung des Ziels einer umweltfreundlichen Verkehrsabwicklung geeignet. Bei den Transportintensitätsindikatoren 11a und 11b hat das drei Hauptgründe:

1. Die Zielgrößen des Indikators sind nicht zur Messung nachhaltiger Entwicklung geeignet

Wie in Abschnitt 6.1 dargestellt, beziehen sich die beiden Zielgrößen (BIP, Güterbeförderungsleistung) nur indirekt auf die aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung relevanten Zielgrößen der gesellschaftlichen Wohlfahrt, sowie der Entwicklung der absoluten Umweltwirkungen.

Zunächst ist das BIP nur bedingt zur Darstellung der gesellschaftlichen Wohlfahrt geeignet. Das BIP ist definiert als „die gesamte Wertschöpfung innerhalb der Landesgrenzen einer Volkswirtschaft in einem bestimmten Zeitraum (Deutscher Bundestag 2013, S. 45 f.). Es ist damit ein guter Indikator für „Wirtschaftliche Aktivität“. Bei der Beurteilung von Wohlstand und Lebensqualität im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung stößt das BIP allerdings an seine Grenzen, da es soziale und ökologische Aspekte ausklammert (Banister; Stead 2002, S. 39). Die Arbeitsgruppe „Entkopplung“ des Internationalen Ressourcen-Panels des UNEP kommt deshalb zum Schluss, dass das BIP für die

Messung des „menschlichen Fortschritts sowie der ökologischen Nachhaltigkeit wenig geeignet ist“ (UNEP 2011, S. 35).<sup>6</sup>

Weiter kann von der Entwicklung der Verkehrsleistungen nur indirekt auf die Entwicklung der Umweltwirkungen geschlossen werden. Die gleiche Verkehrsleistung kann z. B. je nach genutztem Energieträger oder Verkehrsmittel mit ganz unterschiedlichen Umweltwirkungen verbunden sein.

Tabelle 16: Bewertung der Entkopplungsindikatoren in der NHS

Kriterium	Bewertung	
	11 a, b: Transportintensität im Güter- bzw. Personenverkehr	11 c, d: Anteil Schiene / Binnenschifffahrt an Transportleistung
Wissenschaftliche Fundierung	Schlecht, Messgrößen haben keine direkten Nachhaltigkeitsbezug, Abgrenzungen entsprechend des Inlandsprinzips verzerren den Indikator	Schlecht, keine Aussagen zur Entwicklung der absoluten Umweltwirkungen möglich
Datenverfügbarkeit	Gut	Gut
Verständlichkeit	Schlecht, komplexer Indikator, keine intuitive Deutung der Effizienzindikatoren möglich	Mittel, ein steigender Anteil der Schiene kann, muss aber nicht mit einer Reduzierung der Verkehrsleistung auf der Straße verbunden sein
Politische Relevanz	Mittel, entsprechende Zielsetzung in NHS enthalten, eine Reduzierung der Verkehrsleistung ist als politisches Ziel jedoch überwiegend nicht kommunizierbar	Mittel, entsprechende Zielstellung im Indikatoren-system zur NHS enthalten, Ziel ist allerdings nicht mehr erreichbar und wenig durch weitergehende, ressortübergreifend akzeptierte Strategien unterfüttert

(eigene Darstellung)

## 2. Ein Effizienzindikator kann die Entwicklung absoluter Belastungen nicht darstellen

Des Weiteren zielen die Transportintensitätsindikatoren auf eine Bewertung der Effizienz von Transportvorgängen. Effizienzsteigerungen sind wichtig, allerdings „nur“ als Mittel zur Erreichung der eigentlich relevanten Nachhaltigkeitsziele. Diese Ziele liegen in tatsächlichen „Verringerungen“ der absoluten Umweltwirkungen. Effizienzindikatoren haben allerdings eine eingeschränkte Aussagekraft bezüglich der absoluten Entwicklung der Umweltwirkungen. So können Rebound-Effekte, aber auch autonome Nachfragesteigerungen das Einsparpotential von Maßnahmen verringern und Effizienzgewinne sogar überkompensieren.<sup>7</sup> In der Folge können dann Effizienzverbesserungen mit steigenden Umweltwirkungen einhergehen.

<sup>6</sup> Eine ausführliche Diskussion der verschiedenen Ansätze der Wohlfahrts- bzw. Lebensqualitätsmessung sprengt den Rahmen des Projekts. Bei Interesse hierzu sei auf die in Tabelle 33 im Anhang dargestellten alternativen Ansätze der Wohlfahrtsmessung, sowie auf die weiterführenden Arbeiten der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ verwiesen (Deutscher Bundestag 2013).

<sup>7</sup> Details zu Mechanismen und Arten von Rebound-Effekten, sowie zum Unterschied zwischen absoluter Entkopplung (mit realer Verminderung der absoluten Umweltwirkung) und relativer Entkopplung (immer noch mit Zunahme der realen Umweltwirkungen) finden sich in (Santarius 2012; Jackson 2013; UNEP 2011).

Effizienz an sich ist also keine geeignete Zielgröße zur Darstellung einer nachhaltigen Entwicklung. Die tatsächliche Umweltqualität kann nur anhand absoluter Umwelt-Kennzahlen erfasst werden (Madlener; Alcott 2011, S. 35 f. Schmitz 2012, S. 10 f. Günther 2008, S. 337 f.). Effizienzindikatoren könnten darüber hinaus ergänzend verwendet werden, um wichtige Treiber der absoluten Umweltbelastung darzustellen (vgl. auch Gudmundsson 2003, S. 205 f.).

### 3. *Der zunehmende internationale Handel verzerrt den Indikator*

Schlussendlich sind auch die gewählten Indikatorabgrenzungen eher ungeeignet. Verkehr findet nicht nur innerhalb nationaler Grenzen statt. Für den Wirtschaftsstandort Deutschland spielen Im- und Exporte eine große Rolle. Wie Abbildung 8 zeigt, wird außerhalb Deutschlands für den Transport von Im- und Exportgütern fast die fünffache Güterbeförderungsleistung erbracht als in Deutschland für den gesamten Güterverkehr (Statistisches Bundesamt; UBA 2009, S. 55; DIW 2014).

Der Energieverbrauch für die mit Im- und Exporten verbundenen Transporte betrug im Jahr 2005 935 PJ, der für den gesamten inländischen Gütertransport nur 865 PJ (Statistisches Bundesamt; UBA 2009, S. 43; Buyny u. a. 2008, S. 152).<sup>8</sup> Insgesamt entfällt also ein großer Anteil der gesamten mit deutschen Wirtschaftsaktivitäten verbundenen Verkehrsleistung sowie des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf das Ausland.

Dabei sind die Güterbeförderungsleistungen, Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Transporte beim Import bedeutend höher als die beim Export (vgl. Abbildung 8 und Abbildung 9). Ursache dafür ist, dass Güter mit geringem Verarbeitungsgrad (z. B. Rohstoffe) meist in großen Mengen importiert werden, während beim Export hochwertige Güter in kleineren Mengen dominieren. (Buyny u. a. 2008, S. 152) Bezogen auf die verursachten physischen Belastungen dominiert der Import also klar über den Export. Die üblicherweise auf dem Inlandsprinzip beruhenden nationalen Berichterstattungssysteme weisen deshalb beispielsweise niedrigere Verkehrsleistungen und CO<sub>2</sub>-Emissionen aus, als dies bei einer inländerbezogenen Betrachtung der Fall wäre.

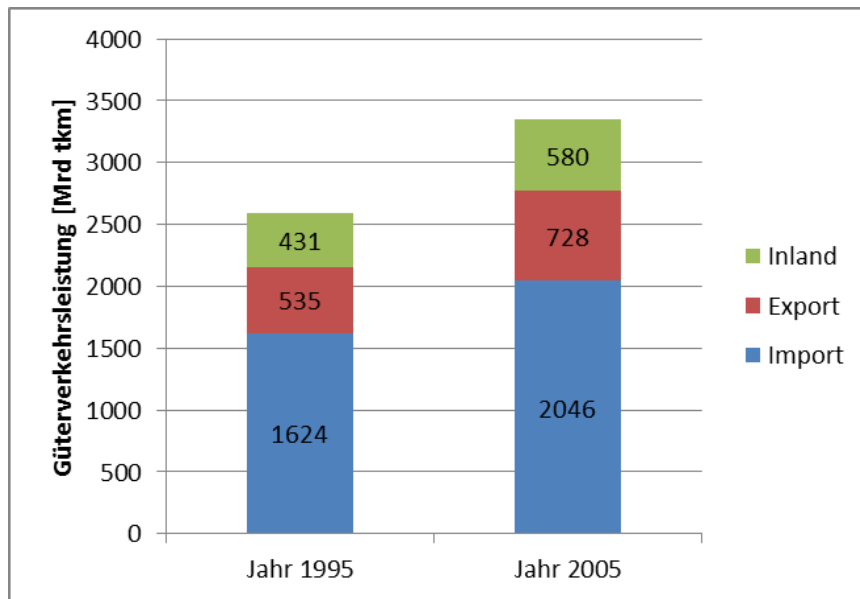
Problematisch ist daran auch, dass die durch Im- und Exporte verursachten Beförderungsleistungen, Energieverbräuche, CO<sub>2</sub>-Emissionen, aber auch die damit verbundene Bruttowertschöpfung im Zeitverlauf gestiegen sind. (vgl. Abbildung 8 und 9) Es werden also steigende Anteile des BIP durch den internationalen Handel erwirtschaftet, diese werden im Transportintensitätsindikator vollumfänglich berücksichtigt. Die damit verbundene Steigerung im internationalen Verkehr, insbesondere auch bei den Importen, wird in der nationalen Statistik allerdings nicht berücksichtigt. Damit verzerren die zunehmenden Handelsverflechtungen den Transportintensitätsindikator immer stärker, die Situation wird (und wurde) positiver dargestellt, als sie ist.

Ein Indikator, der wirklich die Entkopplung zwischen wirtschaftlichem Wachstum und damit verbundenem Verkehrsaufwand messen möchte, müsste den internationalen Verkehr also zwingend berücksichtigen. Entsprechende Indikatoren lassen sich prinzipiell konstruieren (vgl. z. B. Schneider u. a. 2006, S. 56), sind letztendlich aber aufgrund der beiden zuerst diskutierten Gründe insgesamt ebenfalls weniger gut geeignet.

---

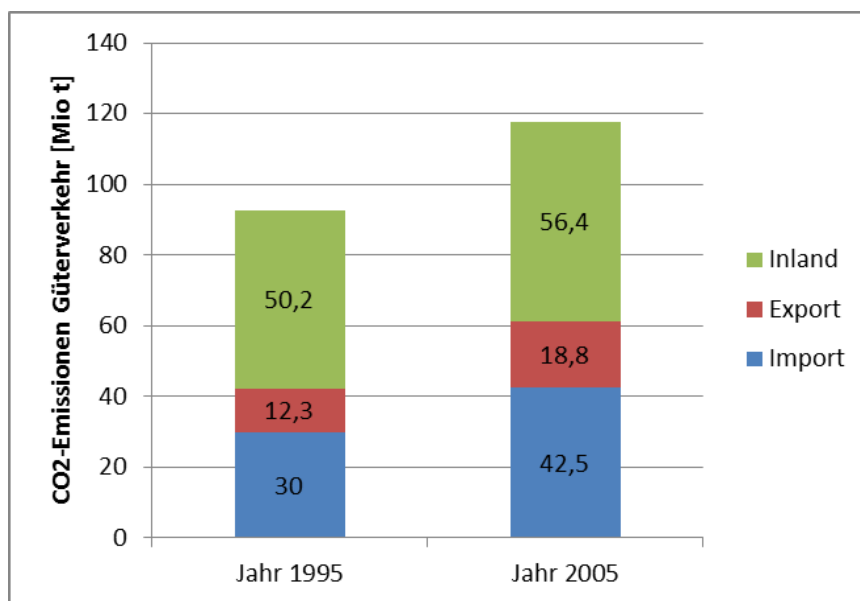
<sup>8</sup>Ungefähr 75% der Güterbeförderungsleistung der Im- und Exporte 2005 finden im Seeverkehr statt, der sich durch geringe spezifische Energieverbräuche auszeichnet. Aus diesem Grund sind die Unterschiede beim Energieverbrauch geringer als bei der Betrachtung der Güterbeförderungsleistung. (Buyny u. a. 2008, S. 152)

Abbildung 8: Güterbeförderungsleistung im Inland sowie im Import und Export



(eigene Berechnungen nach Buyny u. a. 2008)

Abbildung 9: CO<sub>2</sub>-Emissionen des inländischen sowie des mit Import und Export verbundenen Güterverkehrs



(eigene Berechnungen nach Buyny u. a. 2008)

Auch die Indikatoren 11c, d „Anteil des Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung“ sind aus wissenschaftlicher Sicht weniger zur Bewertung einer umweltfreundlichen Verkehrsabwicklung im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie geeignet, denn auch sie erlauben keine direkten Aussagen bezüglich der Entwicklung der relevanten Umweltwirkungen. Dies gilt auch dann, wenn angenommen wird, dass die spezifischen Umweltwirkungen der einzelnen Verkehrsträger im Zeitverlauf konstant bleiben, was in der Realität nicht unbedingt gegeben ist.

Der Grund dafür ist, dass die Modal-Split-Indikatoren 11c und 11d sich nicht auf die absoluten Verkehrsleistungen beziehen, sondern die Entwicklung des Schienengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt (Güterverkehr) in Relation zur Entwicklung der anderen Verkehrsträger setzen. Wie Tabelle 17 anhand eines einfachen Rechenbeispiels zeigt, kann deshalb die gleiche Modal-Split-Entwicklung sowohl mit

weniger als auch mit mehr Umweltbelastung verbunden sein. Gleichzeitig ist auch eine Verbesserung der Umweltsituation bei Verschlechterung des Modal-Split-Indikators möglich. Auch die Modal-Split-Indikatoren sind damit ohne Zusatzinformationen nicht aussagekräftig bezüglich des eigentlichen Ziels der Reduzierung der Umweltwirkungen.

Tabelle 17: Rechenbeispiele zu den Modal-Split-Indikatoren

Fall	Verkehrsleistung Straße	Verkehrsleistung Schiene	Anteil Straße	Anteil Schiene	Bewertung Modal-Split-Indikator	Entwicklung Umweltbelastung
Basisfall	300 tkm	300 tkm	50%	50%	Referenzfall	Referenzfall
Variante 1	400 tkm	600 tkm	40%	60%	Verbesserung	Verschlechterung
Variante 2	200 tkm	300 tkm	40%	60%	Verbesserung	Verbesserung
Variante 3	300 tkm	200 tkm	60%	40%	Verschlechterung	Verbesserung

(eigene Darstellung)

Weitere, in der Literatur identifizierte Ansätze zur Abbildung des Entkopplungsgedanken sind in Tabelle 34 im Anhang dargestellt. Diese können jedoch größtenteils ebenfalls als weniger geeignet eingestuft werden, da für sie jeweils mindestens zwei der zuvor genannten Kritikpunkte gelten.

### 6.3 Empfehlung bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators

Insgesamt sind die aktuell in der Nachhaltigkeitsstrategie verwendeten verkehrsspezifischen Indikatoren (11a-d) damit weniger gut zur Abbildung des Ziels einer umweltfreundlichen Verkehrsabwicklung in der Nachhaltigkeitsstrategie geeignet.

Das bedeutet nicht, dass die direkt oder indirekt durch die Indikatoren adressierte Verkehrsvermeidung und die Verlagerung von Verkehr von der Straße auf die Schiene unwichtig wären. So sehen viele ExpertInnen ganz klar einen Bedarf für eine Reduzierung der Verkehrsleistung an sich (z. B. Stead; Banister 2006, S. 143; Holz-Rau 2011, S. 123; Black 2010, S. 8). Teilweise wird sogar ausdrücklich betont, dass die gesetzten Umweltziele vor allem im Bereich der Treibhausgasemissionen mit technischen Maßnahmen allein nicht erreichbar sind (Schäfer u. a. 2011, S. 25; Schade; Krail 2012, S. 42). Verkehrsvermeidung und -verlagerung sind also weiterhin zentrale Strategien.

Auch die Setzung entsprechender Vermeidungs- und Verlagerungsziele wäre beispielsweise im Rahmen einer noch zu erarbeitenden Mobilitätsstrategie hilfreich und sinnvoll. Derartige Ziele sollten dann aber klar als Teilziele dem eigentlichen Ziel einer Reduzierung der verkehrsbedingten Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen untergeordnet sein. Von den ProjektbearbeiterInnen wird deshalb ein Monitoring des übergeordneten Umweltzieles in der Nachhaltigkeitsstrategie empfohlen, während die damit verbundenen Vermeidungs- und Verlagerungsziele in einem nachgeordneten, fachspezifischen Indikatorensystem beobachtet werden sollten.

Basierend auf diesen Ausführungen wird für die Überarbeitung der Entkopplungsindikatoren der NHS folgende Empfehlungen gegeben:

- Streichung der bisherigen Indikatoren 11a-d, da sie keine zielorientierten Nachhaltigkeitsindikatoren darstellen, statt dessen:
- Konzentration auf das Nachhaltigkeitsziel einer Reduzierung der absoluten Umweltbelastungen, insbesondere der Treibhausgasemissionen. Eng damit verbunden ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehr, für welchen bereits verkehrsspezifische Nachhaltigkeitsziele vorliegen (BMW; BMU 2010, S. 5). Diese sollten durch entsprechende CO<sub>2</sub>-Ziele ergänzt werden, welche auf europäischer Ebene bereits vorliegen (Europäische Kommission 2011, S. 3 f.).

- Auch für den überarbeiteten Indikator wird die getrennte Darstellung des Güter- und Personenverkehrs empfohlen. Das setzt jedoch die Formulierung separater Energieverbrauchs- oder CO<sub>2</sub>-Ziele für die beiden Verkehrsarten voraus, was bisher nicht erfolgt ist. Der entsprechende Prozess ist also voranzutreiben.
- Ergänzend sollten die internationalen Verkehre von Gütern und Personen im Indikator berücksichtigt werden, das Inlandsprinzip ist durch das Inländerprinzip zu ergänzen.

Somit werden die folgenden beiden Indikatoren vorgeschlagen:

*Indikator 11a: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Güterverkehr*

*Indikator 11b: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Personenverkehr*

Bereits bei den früheren Indikatoren 11a und 11 b erfolgte in der grafischen Abbildung der Indikatoren die Darstellung weiterer erklärender Größen. Dargestellt werden sollten u. E. nach auch im überarbeiteten Indikator die folgenden Größen, da sie die Entwicklung des Energieverbrauchs teilweise erklärbar machen:

- Die Energieeffizienz im Güter- bzw. Personenverkehr (MJ/tkm; MJ/Pkm),
- Die absoluten Verkehrsleistungen im Güter- bzw. Personenverkehr (tkm, Pkm),
- Die inlandsbasierten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Güter- bzw. Personenverkehr (t CO<sub>2</sub>-Äq.),
- Die inländerbasierten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Güter- bzw. Personenverkehr (t CO<sub>2</sub>-Äq.).

Die inländerbasierten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Güter- und Personenverkehr, welche auch die Verkehrsaktivitäten der Einwohner Deutschlands im Ausland, sowie die im Ausland stattfindenden Gütertransporte für den inländischen Konsum beinhalten, werden bisher nicht routinemäßig berechnet. Die vom statistischen Bundesamt bisher veröffentlichten Zahlen zu den mit dem Güterim- und -export verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen enthalten "nur" die produktionsbedingten Emissionen, nicht aber solche, die beim Transport entstehen.

Für den Güterverkehr wurde eine entsprechende Berechnung bereits einmalig für die Weiterentwicklung des Materialinputindikators durchgeführt, so dass eine erprobte Berechnungsmethode existiert. Im entsprechenden Projekt wurden dabei die Daten der Außenhandels- und Verkehrstatistik mit entsprechenden Schätzwerten zu den zurückgelegten Entfernungen, den Modal-Split-Anteilen der Verkehrsträger sowie spezifischen Energieverbräuchen und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren verknüpft. (Buyny u. a. 2008; Statistisches Bundesamt; UBA 2009, S. 34 ff.)

Im Personenverkehr ist vor allem die korrekte Einbeziehung des Flugverkehrs problematisch. Hier erlaubt die Flugverkehrstatistik bisher keine Unterscheidung in inländische und ausländische Reisende. Hier muss also noch ein praktikables Berechnungsverfahren erarbeitet werden. Die pauschale Einbeziehung aller Passagierflüge, welche deutsche Flughäfen tangieren, ist hierbei sicher keine geeignete Lösung. Dann würde beispielsweise auch der Besuch ausländischer Touristen in Deutschland vollständig in die inländerbasierte Emissionsbilanz eingehen.

## 7 Handlungsfeld „Mobilität sichern“

Die Ermöglichung von Teilhabe bzw. das Vorbeugen sozialer Ausgrenzung ist ein zentrales Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands. (vgl. Bundesregierung Deutschland 2002a, S. 52) Soziale Teilhabe beschreibt die „Möglichkeit der Menschen, in das gesellschaftliche Leben integriert zu sein.“ (Wilke 2013, S. 97) Soziale Exklusion entsteht, wenn ein Mindestmaß sozialer Teilhabe nicht erreicht werden kann. Wichtige Dimensionen sozialer Teilhabe sind dabei Arbeit, Einkommen, (politisches) Engagement sowie Partizipation an kulturellen und Freizeitaktivitäten und ein unterstützendes soziales Netz (Delbosch; Currie 2011, S. 172).

Gesellschaftliche Teilhabe hat verschiedene Voraussetzungen. Fehlende Mobilitätsmöglichkeiten können dabei genauso zu sozialer Ausgrenzung führen wie fehlende finanzielle Ressourcen. Die Nachhaltigkeitsstrategie enthält bereits einige Indikatoren zur Messung der „Outcomes“ einer gesellschaftlichen Teilhabe, diesbezügliche mobilitätsspezifische Indikatoren enthält die Strategie aber nicht. Eine Überprüfung der direkt auf das Nachhaltigkeitsziel „Gesellschaftliche Teilhabe“ orientierten NHS-Indikatoren erscheint sinnvoll, da beispielsweise die Entwicklung der Armutsquote noch nicht als Indikator abgebildet wird. Sie kann allerdings im Rahmen dieses Projekts, welches sich auf mobilitätsspezifische Indikatoren konzentriert, nicht geleistet werden.

Stattdessen konzentrieren wir uns an dieser Stelle auf die Entwicklung eines Vorschlags zur Darstellung mobilitätsbasierter Teilhabebarrrieren. Die Ermöglichung von Ortsveränderungen, die Sicherung der Mobilität ist die *Kernaufgabe* unseres Verkehrssystems, ein entsprechender mobilitätsspezifischer Indikator ist deshalb auch in einem nationalen Nachhaltigkeitsindikatorensystem gerechtfertigt. Zentrales Ziel einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung ist es dabei, Raum und Verkehr so zu gestalten, dass für alle ein Mindestmaß an gesellschaftlicher Teilhabe möglich ist (vgl. z. B. OECD 1997, S. 60 ff.). Der folgende Abschnitt beschreibt die damit zusammenhängenden Wirkungszusammenhänge sowie die Problemlage im Mobilitätsbereich genauer.

### 7.1 Wirkungszusammenhänge und Problemlage

Mobilitätsbarrieren können soziale Exklusion verstärken oder sogar primär verantworten. Dabei werden mobilitätsbedingte Teilhaberestriktionen aus verkehrswissenschaftlicher Sicht vor allem durch das Zusammenwirken der folgenden drei Elemente bestimmt: (Holz-Rau 2006, S. 38; Wee; Geurs 2011, S. 352)

- Die Verteilung von Gelegenheiten bzw. Aktivitätsorten, wie z. B. Geschäften, Schulen oder Arbeitsplätzen, welches durch die *Siedlungsstruktur* bestimmt wird
- Das Vorhandensein verbindender Wege, Straße und eines ÖV-Systems, zusammengefasst also eines *Verkehrsangebotes*
- Die individuellen Verkehrsmöglichkeiten oder *Beweglichkeit*, welche z. B. durch die Verfügbarkeit motorisierter und nicht-motorisierter Verkehrsmittel bestimmt wird, aber auch durch persönliche Faktoren, wie etwa einer Gehbehinderung.

Siedlungsstruktur und Verkehrsangebot bestimmen dabei die „allgemeinen Erreichbarkeitsverhältnisse“. Verbunden mit der individuellen Beweglichkeit bestimmen diese letztendlich die reale individuelle Erreichung und Teilhabe.

Besonders thematisiert wird die Gefahr mobilitätsbasierter sozialer Exklusion für:

- Einkommensarme, die sich keine dem Standard der restlichen Gesellschaft entsprechenden Verkehrsmöglichkeiten leisten können. Hier wird sich die Situation aufgrund steigender Energiekosten, einer teilweisen Verdrängung dieser Bevölkerungsgruppen aus gut erschlossenen

Innenstadtbereichen (Gentrifizierung) sowie einem sinkenden ÖV-Angebot in nachfrageschwachen Regionen verschärfen. (Daubitz 2011)

- Ältere, aufgrund von (alterstypischen) Einschränkungen der persönlichen Leistungsfähigkeit (Schlag; Beckmann 2013, S. 30 ff.). Aufgrund des demografischen Wandels wird hier ebenfalls eine Zunahme des quantitativen Ausmaßes des Problems erwartet.
- Personen ohne direkten Zugang zu einer autobasierten Verkehrsausübung, insbesondere im ländlichen Raum (Scheiner u. a. 2012, S. 43). Die Gefahr für das Entstehen mobilitätsbasierter sozialer Exklusion ist dabei in Schrumpfungsregionen besonders hoch, weil hier in teils sehr kurzen Zeiträumen signifikante Verschlechterungen sowohl des ÖV-Angebots als auch der wohnortnahen Angebote der Daseinsvorsorge auftreten können.

Teilhabeprobleme entstehen damit also am ehesten für die Personen, die aus finanziellen, gesundheitlichen oder anderen Gründen nicht uneingeschränkt auto-mobil sein können oder wollen. Personen mit Zugang zu einem Pkw haben hingegen in der Regel keine Erreichbarkeitsprobleme. (Wehmeier; Koch 2010, S. 459 f.)

Der Beitrag einer nachhaltigkeitsorientierten, integrierten Raum- und Verkehrsplanung liegt deshalb in der Schaffung kompakter und kleinteilig gemischter Siedlungsstrukturen sowie in der Förderung umweltfreundlicher Verkehrsträger (ÖV, Fuß und Rad) und der Nahversorgung. Auf einen weiteren beschleunigenden Ausbau der Verkehrsinfrastruktur sollte hingegen verzichtet werden, da dieser kleinteilige Strukturen oftmals eher schwächt. (Altenburg; Gaffron; Gertz 2009, S. 35; Holz-Rau 2006, S. 45)

Die Herausforderung bei der Entwicklung geeigneter Indikatoren in diesem Themenfeld liegt darin, dass in Politik, Wissenschaft und Gesellschaft kein Konsens darüber besteht, ob und wenn ja welche Maßnahmen zur Erreichbarkeitssicherung notwendig sind und welche Mindeststandards in diesem Bereich gelten sollten. Die Diskussion bewegt sich dabei in einem konfliktreichen Spannungsfeld zwischen

- der Betonung der Eigenverantwortung der Betroffenen sowohl für die Verursachung als auch für die Lösung der Erreichbarkeitsprobleme einerseits und
- der Forderung nach einer umfassenden, staatlichen Daseinsvorsorge für alle Bevölkerungsgruppen andererseits.

Argumentiert wird zum einen, dass mangelnde Erreichbarkeiten überwiegend durch vorangegangene, freiwillige Entscheidungen z. B. bei der Wahl des Wohnortes entstehen. Die Betroffenen haben deshalb kein generelles Anrecht auf teure, ineffiziente „nachsorgende“ Maßnahmen zur Erreichbarkeitsverbesserung (Holz-Rau; Günthner; Krummheuer 2010, S. 500; f. Geurs; Boon; Van Wee 2009, S. 353). Gegebenenfalls sind statt dessen personenbezogene Unterstützungsmaßnahmen denkbar, welche gezielt die Situation besonders benachteiligter Personen(gruppen) verbessern (Wilke 2013, S. 104; Altenburg; Gaffron; Gertz 2009). Andererseits wird aus dem gesetzlich verankerten Auftrag zur Daseinsvorsorge die Forderung nach einem Mindestangebot im ÖV und in den Angeboten der Grundversorgung abgeleitet. (Ministerkonferenz für Raumordnung im BMVBS 2006, S. 14 ff. Winkel u. a. 2010, S. 26 ff. )

Einen Verzicht auf einen Indikator für die Erreichbarkeit alltäglicher Ziele begründet die aktuelle Diskussion um geeignete Maßnahmen und Mindeststandards nicht. Für die Indikatorentwicklung ergibt sich daraus einzig die Forderung nach der Verwendung von Indikatoren, die maßnahmenneutral sind. Ziel ist die Behebung von Erreichbarkeitsdefiziten, die ein Mindestmaß an Teilhabe verhindern. Auf welchem Weg diese behoben werden (ÖV-Verbesserung, Umzugshilfen, Mobilitätskostenbeihilfen), sollte dabei nicht vorgegeben werden.

## 7.2 Erreichbarkeitsindikatoren und deren Bewertung

Indikatoren im Handlungsfeld „Mobilität sichern“ setzen an ganz unterschiedlichen Punkten an. Eine (sicher nicht vollständige) Liste möglicher Erreichbarkeitsindikatoren findet sich in Tabelle 18. Die dort genannten Indikatoren lassen sich grob in die folgenden Kategorien einteilen:

- Indikatoren zur Messung der Qualität des Verkehrsangebotes, in der Regel bezogen auf den ÖV oder den Umweltverbund insgesamt. Beispiele hierfür sind die Netzlänge des ÖV-Systems oder die Anzahl der Einwohner, die nicht über ein definiertes Mindestangebot im ÖV verfügen.
- Indikatoren zur Messung der Erreichbarkeit wichtiger Aktivitätsorte, welche sowohl die Verteilung von Aktivitätsorten im Raum als auch das Verkehrsangebot berücksichtigen.
- Indikatoren zur Abbildung finanzieller Mobilitätsbarrieren, wie z. B. die Entwicklung der ÖV-Kosten. Mangelnde finanzielle Ressourcen stellen dabei eines der potentiellen Hemmnisse dar, welche auf Seiten der Individuen entstehen können und deren allgemeine Beweglichkeit einschränken.
- Indikatoren, welche das realisierte Verhalten oder subjektiv empfundene Erreichbarkeiten bewerten. Beispiele sind die durchschnittliche tägliche Reisezeit zu Orten der Daseinsvorsorge oder die berichteten Schwierigkeiten, Orte der Daseinsvorsorge zu erreichen.

Dabei sind Indikatoren der genannten Kategorien unterschiedlich geeignet, eine Mindesterreichbarkeit alltäglicher Ziele abzubilden. Wie bereits in Abschnitt 7.1 beschrieben, bestimmen erstens die Siedlungsstruktur und zweitens das Verkehrsangebot die allgemeine Erreichbarkeit. Verbunden mit der individuellen Beweglichkeit ergibt sich letztendlich die personenbezogene Erreichbarkeit. Einige Indikatoren bilden nur einen der drei Einflussfaktoren ab, andere stellen die gemeinsame Wirkung von zwei oder sogar allen Faktoren dar.

So sind Indikatoren, die sich auf die Qualität des Verkehrsangebotes bzw. auf individuelle, finanzielle Barrieren beschränken, nicht für die Darstellung der Erreichbarkeitssituation geeignet, da sie jeweils nur einen Bestimmungsfaktor beschreiben.

Die Indikatoren zur Darstellung der allgemeinen Erreichbarkeit berücksichtigen sowohl Merkmale des Verkehrssystems als auch der Siedlungsstruktur und entsprechen damit eher dem Nachhaltigkeitsziel einer guten Erreichbarkeit alltäglicher Ziele für alle.

Indikatoren, welche das realisierte Verkehrsverhalten wiedergeben, beschreiben letztendlich das Ergebnis des Zusammenwirkens von Siedlungsstruktur, Verkehrsangebot und individueller Beweglichkeit. Sie bilden damit die Folgen der individuellen Erreichbarkeitssituation gut ab. Bei diesen Indikatoren ergibt sich allerdings das Problem, dass sie sich nicht bezüglich mobilitätsbasierten Teilhabemöglichkeiten bewerten lassen (Scheiner u. a. 2012, S. 11). So lässt sich schlecht festlegen, bei welcher Anzahl täglicher Aktivitäten oder Wege, bei welcher Wegstrecke oder Unterwegszeit jemand als sozial integriert oder auch exkludiert gelten kann.

Letztendlich lassen sich damit also aus dem realisierten Verhalten maximal „Verdachtsfälle sozialer Exklusion“ (Scheiner u. a. 2012, S. 12) ableiten, ohne dass es möglich wäre, einen diesbezüglichen allgemeinen Mindeststandard zu definieren.

Tabelle 18: Indikatoren zur Messung der Erreichbarkeit alltäglicher Ziele

Institution, Quelle	Indikatoren für Erreichbarkeit bzw. Teilhabe
<b>Indikatoren, die sich auf die Verkehrsangebotsqualität/-dichte, z. B. im öffentlichen Verkehr beziehen:</b>	
(Hesse u. a. 1999; Wehmeier; Koch 2010; Rahman; van Grol 2005)	Einwohneranteile, die unter raumspezifischen Qualitätsstandards der ÖV-Versorgung liegen (meist bezogen auf Entfernung zur Haltestelle + Taktdichte) Zum Beispiel (Social Exclusion Unit 2003, S. 129): Anteil der Haushalte, der innerhalb 10 Minuten zu Fuß ÖV-Zugangsstellen erreicht, die mind. 15 Minuten-Takt haben
(Hesse u. a. 1999, S. 43 f.)	Wagen-km im Linienverkehr des ÖV, auch: je EW oder je Fläche
(Social Exclusion Unit 2003, S. 129)	Anteil barrierefreier Busse
(Siedentop; Roos; Fina 2013)	Autoabhängigkeit eines Gebietes (aggregierte Kenngröße aus 5 Indikatoren zur ÖV-Qualität und 4 Indikatoren zur Erreichbarkeit der Grundversorgung mit Fuß/Rad)
<b>Indikatoren für die allgemeine Erreichbarkeit, bestimmt durch Siedlungsstruktur und Verkehrsangebot</b>	
(Hesse u. a. 1999, S. 46 f.)	Anzahl Lebensmittelgeschäfte, auch bezogen auf EW und je km <sup>2</sup> Fläche
(Segeer 2013, S. 40; Social Exclusion Unit 2003, S. 129)	Bevölkerungsanteil mit Weg unter 1000 m (500 m) zum nächsten Lebensmittelladen
(Marsden u. a. 2010, S. 198 f.)	Anteil der Bevölkerung mit 1 km oder 15 min Fußentfernung zu wichtigen Einrichtungen
Nachhaltigkeitsstrategie GB: (DEFRA 2010)	Anteil der Ziel-Bevölkerung, die innerhalb einer bestimmten Zeit Arbeitsplätze, Schulen, Krankenhäuser und Supermärkte zu Fuß oder mit dem ÖV erreichen können
(Wehmeier; Koch 2010, S. 458)	Bevölkerungsanteil, der mit dem ÖV das nächste Mittelzentrum in 30 min und das nächste Oberzentrum in 60 min erreicht
(Marsden u. a. 2010, S. 198 f.)	Vergleich der gewichteten Auto- und ÖV-Reisezeiten zu Arbeitsplatzzentren, Bildungs- u. Gesundheitseinrichtungen, Lebensmittelgeschäften
<b>Indikatoren zu finanziellen Mobilitätsbarrieren, bzw. zu individuellen Mobilitätsmöglichkeiten</b>	
(Social Exclusion Unit 2003, S. 129)	Durchschnittliche ÖV-Kosten; auch: ÖV-Kosten pro km
(Rahman; van Grol 2005)	Anteil der Haushaltsausgaben für Verkehr (zu Orten der Daseinsfürsorge)
(Eurostat 2007)	Verhältnis der Verkehrsausgaben der reichsten und der ärmsten 20% der Haushalte
(Marsden u. a. 2010, S. 198 f.)	Verhältnis der durchschnittlichen Auto- bzw. ÖV-Kosten für Wege zu alltäglichen Zielen
(Social Exclusion Unit 2003, S. 129)	Anteil der Haushalte mit Zugang zu Pkw
(Scheiner u. a. 2012)	Haushalte mit Zwangsmotorisierung (Haushalte, die trotz niedrigem Einkommen einen Pkw haben und über Erreichbarkeitsprobleme bei anderen Verkehrsmitteln berichten)
<b>Realisiertes Verhalten + subjektive Einschätzung</b>	
Nachhaltigkeitsstrategie GB	Anteil der Haushalte mit bzw. ohne Auto, welche berichten, dass sie Schwierigkeiten beim Zugang zu Einrichtungen der Daseinsvorsorge haben
(Rahman; van Grol 2005)	Anteil von Kurzstrecken an der Gesamtmenge der zurückgelegten Wege
(Rahman; van Grol 2005) Sayeg u. a. 2013, Seite 4	Durchschnittliche Fahrzeit je Haushalt um Orte der Daseinsfürsorge zu erreichen, evtl. unterteilt nach Art der Daseinsfürsorge (Gesundheit, Einkauf, Ämter...)
Sayeg u. a. 2013, Seite 4	Durchschnittliche tägliche Reisezeit um Orte der Daseinsfürsorge zu erreichen, diese sollte im Umweltverbund nicht über 90 min liegen
(Scheiner u. a. 2012)	Subjektive Bewertung der Erreichbarkeit verschiedener Aktivitätsorte (MID)
	Anzahl der Wege pro Tag
	Zurückgelegte Distanzen insg. und je Weg (beschreibt Aktionsraum)

(eigene Darstellung)

Dieses Problem umgehen Indikatoren, welche die subjektive Bewertung der Erreichbarkeitssituation durch die Bevölkerung erfassen. Diese erlauben eine Beurteilung darüber, wie zufrieden die Befragten mit den gegebenen individuellen Erreichbarkeitsverhältnissen sind.

Insgesamt erscheinen damit zum einen die objektiven Indikatoren einer allgemeinen Erreichbarkeit sowie die subjektiven Indikatoren zur Zufriedenheit mit den Erreichbarkeitsverhältnissen zur Darstellung des Themenfeldes geeignet. Indikatoren dieser beiden Kategorien sollen deshalb auch im Folgenden vergleichend bewertet werden. Die Ergebnisse dieser Bewertung finden sich in Tabelle 19. Da die Beispiel-Indikatoren der Tabelle 18 in Bezug auf die betrachteten Verkehrsmittel, Ziele und Mindeststandards stark kontextabhängig sind, wurden sie für die durchgeführte Bewertung zunächst verallgemeinert. Für die Verwendung in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ist dann wieder eine Anpassung auf die konkret in Deutschland diskutierten Ziele und Mindeststandards erforderlich.

Insgesamt schneidet der Indikator „Anteil der Bevölkerung, der in einer definierten Zeit alltägliche Ziele per Fuß / ÖV erreichen kann“ besser ab, da er sowohl Merkmale der Siedlungsstruktur als auch des Verkehrsangebotes berücksichtigt.

Bis ungefähr zur Jahrtausendwende war die Verwendung derartiger Indikatoren nur schwer möglich. Seitdem ist jedoch ein zunehmendes Interesse und Problembewusstsein von Wissenschaft und Politik zu verzeichnen. So wurden in verschiedenen Pilotprojekten in und außerhalb Deutschlands entsprechende Erreichbarkeitsindikatoren erarbeitet und erprobt (Wehmeier; Koch 2010; Schwarze; Spiekermann 2013; Segerer 2013; Vallée 2013; Social Exclusion Unit 2003). Die methodischen Grundlagen sind also gelegt. Dem folgen müsste nun eine politische Diskussion geeigneter Nachhaltigkeitsziele. Diese Diskussion kann das Projekt nicht vorwegnehmen. Trotzdem wollen wir einen Beitrag für die anstehende Diskussion liefern, indem wir im Folgenden wichtige inhaltliche und methodische Aspekte des Indikators noch einmal kurz zusammenfassen und kommentieren.

### **7.3 Empfehlungen bezüglich der Entwicklung eines Erreichbarkeits-Indikators**

In der Literatur existieren bereits unterschiedlichste Vorschläge für die Definition von Indikatoren der Erreichbarkeit alltäglicher Ziele. Diese unterscheiden sich hinsichtlich verschiedener Aspekte, vor allem der Art der einbezogenen alltäglichen Ziele, der berücksichtigten Verkehrsarten, der analysierten Räume, bzw. Personengruppen sowie der angesetzten Mindeststandards. Die für die jeweiligen Aspekte existierenden Varianten werden im Folgenden kurz vorgestellt und kommentiert.

*Welche Ziele und Verkehrsmittel sollte ein Erreichbarkeitsindikator berücksichtigen?*

Die vor dem Ziel einer Daseinsvorsorge bzw. Vermeidung sozialer Exklusion durchgeführten Erreichbarkeitsanalysen berücksichtigen ganz unterschiedliche Ziele. Die wichtigsten sind dabei (Schwarze; Spiekermann 2013; Bork; Müller-Teut 2013; Vallée 2013; DfT 2012; Wehmeier; Koch 2010):

- Einrichtungen der Nahversorgung, wie Lebensmittelläden, Bäcker und Fleischer,
- Einrichtungen der medizinischen Versorgung, wie Hausarztpraxen und Krankenhäusern
- Kindergärten, Schulen und andere Bildungseinrichtungen,
- Freizeit- und Senioreneinrichtungen, z. B. Freizeitzentren, Begegnungsstätten, sowie
- Arbeitsplatzzentren und
- das Stadtzentrum, bzw. das nächstgelegene Mittel- oder Oberzentrum.

Tabelle 19: Vergleichende Bewertung von Erreichbarkeits-Indikatoren

Indikator	Bewertung je Kriterium			
	Wissenschaftliche Fundierung	Datenverfügbarkeit	Verständlichkeit	Politische Relevanz
<b>Indikatoren zur Beschreibung der allgemeinen Erreichbarkeit</b>				
Einwohner- oder flächenbezogene Angebotsdichte alltäglicher Ziele (z. B. Schulen)	Schlecht: Angebotsdichte erlaubt keine Aussagen zur Erreichbarkeit der Angebote	Mittel bis gut: flächen- und einwohnerbezogene Angebotsdichte meist leicht ermittelbar	Gut bis mittel: Einwohnerbezogener Indikator beschreibt Größe, nicht Erreichbarkeit	Schlecht: Keine Ableitung eines politischen Nachhaltigkeitsziels möglich
Bevölkerungsanteil, der in einer definierten Zeit alltägliche Ziele per Fuß / ÖV erreichen kann	Gut: Bezieht Verkehrsangebot und Siedlungsstruktur ein, auch geeignet zur Darstellung der Nahversorgungssituation	Mittel: stichprobenbasierte Datenermittlung machbar, Pilotanwendung vorhanden (Schwarze; Spiekermann 2013)	Gut	Mittel: Ziel aus dem Grundsatz der Daseinsvorsorge ableitbar, Notwendigkeit der Zielsetzung wird von den EntscheidungsträgerInnen gesehen, allerdings bisher keine Einigung auf konkrete Mindeststandards möglich (Winkel u. a. 2010, S. 29 ff.)
Vergleich der gewichteten Auto- und ÖV-Reisezeiten zu alltäglichen Zielen	Mittel: Nicht im Sinne eines Mindeststandards der Daseinsvorsorge deutbar <sup>9</sup>	Schlecht bis mittel: stichprobenbasierte Datenermittlung machbar	Mittel: Ergebnis nicht intuitiv hinsichtlich der Unterschreitung von Teilhabeschwellen deutbar	Schlecht: Keine Ableitung eines politischen Nachhaltigkeitsziels möglich
<b>Indikatoren zur Beschreibung der subjektiven Zufriedenheit mit den Erreichbarkeitsverhältnissen</b>				
Subjektive Bewertung der Erreichbarkeit verschiedener alltäglicher Ziele	Mittel bis gut: Wirkungskette vorhanden, Indikator ist allerdings nicht im Sinne eines Mindeststandards der Daseinsvorsorge deutbar	Mittel: Indikator ist prinzipiell leicht erhebbar, Integration in bestehende Erhebungssysteme denkbar (MiD, MOP)	Gut	Schlecht: Ableitung eines politischen Ziels aus subjektiven Daten schwierig

(eigene Darstellung)

<sup>9</sup> Diese Bewertung bezieht sich ausschließlich auf die Eignung des Indikators, Mobilitätsbarrieren darzustellen, die ein Mindestmaß, d. h. eine absolute Untergrenze an Teilhabe verhindern. Wie beispielsweise in (Lucas 2012, S. 108) beschrieben, sind Teilhabemöglichkeiten prinzipiell relativ zu den Möglichkeiten der restlichen Gesellschaft zu bewerten, so dass sich der Indikator sehr wohl zur Beurteilung der Spreizung der Gesellschaft eignet.

Dabei unterscheiden sich die Anforderungen an eine wohnortnahe Versorgung zwischen den genannten Zielen zum Teil erheblich, dies natürlich auch in Abhängigkeit von der Häufigkeit, mit der ein bestimmter Ort aufgesucht werden muss. So sind für Einrichtungen des gehobenen Bedarfs, wie z. B. Fachgeschäfte, Krankenhäuser und weiterführende Schulen andere Erreichbarkeitsmaßstäbe relevant, als für Lebensmittelgeschäfte oder Grundschulen.

Erreichbarkeitsindikatoren können damit zum einen bei der Nahversorgung mit den Einrichtungen des Grundbedarfs ansetzen, wobei hier insbesondere der wohnungsnahen Versorgung mit Lebensmitteln eine große Bedeutung beikommt. Zum anderen ist die Erreichbarkeit von Einrichtungen des gehobenen Bedarfs wichtig, welche in der Regel in Mittel- und Oberzentren gebündelt werden. Hier könnte ein leicht zu erhebender Indikator für die Erreichbarkeit des Mittel- oder Oberzentrums ein Proxy für die Erreichbarkeit aller darin vorgehaltenen Einrichtungen darstellen.

*Welche Verkehrsarten sollten berücksichtigt werden?*

Insgesamt geht es aus Sicht einer Mindest-Daseinsvorsorge stets um eine Erreichbarkeit alltäglicher Ziele, das verwendete Verkehrsmittel ist dabei zweitrangig. In der Praxis sollte die Erreichung alltäglicher Ziele unabhängig vom privaten Pkw erfolgen können, da dieser nicht für alle Bevölkerungsgruppen (insbesondere Kinder und Ältere) uneingeschränkt verfügbar ist. Wichtig sind damit vor allem eine fußläufige Erreichbarkeit, sowie eine Erreichbarkeit mit dem öffentlichen Verkehr. Oft schließt das Fahrrad die Lücke zwischen fußläufig und mit dem öffentlichen Verkehr erreichbaren Zielorten. Da es allerdings speziell für die Bevölkerungsgruppen ohne Pkw-Zugang auch bei der Fahrradnutzung alters- oder gesundheitsbedingte Zugangsbarrieren geben kann, bringt ein fahrrad-basierter Indikator gegenüber fuß- und ÖV-basierten Indikatoren keine wesentlichen Vorteile.

Bezogen auf die oben dargestellten alltäglichen Ziele zielt die Versorgung mit Gütern des kurzfristigen Bedarfs tatsächlich auf eine fußläufige Nahversorgung, während bei der Erreichbarkeit der Mittel- und Oberzentren die ÖV-Erreichbarkeit wichtig ist.

*Welche Räume, bzw. Personengruppen sollten dargestellt werden?*

Naturgemäß unterscheiden sich die Erreichbarkeitsverhältnisse in städtischen und ländlichen Räumen stark. So ist ein ÖV-basierter Zugang zu den Einrichtungen des gehobenen Bedarfs innerhalb der Mittel- bzw. Oberzentren in der Regel gegeben. Ein derartiger Indikator sollte sich deshalb insbesondere auch auf Räume außerhalb der eigentlichen Zentren beziehen.

Etwas anders sieht es bei einem Indikator zur Darstellung der fußläufigen Nahversorgung mit Lebensmitteln aus. Hier können aufgrund der Zentralisierungstendenzen im Einzelhandel auch in entmischten urbanen und suburbanen Räumen durchaus Erreichbarkeitsprobleme auftreten. Ein Nahversorgungs-Indikator sollte also alle Raumtypen umfassen. Die Ergebnisse könnten für die einzelnen Raumtypen differenziert ausgewiesen werden.

In einigen Indikatoranwendungen erfolgte darüber hinaus eine getrennte Ausweisung der Ergebnisse für besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen, z. B. für sozial benachteiligte oder autolose Haushalte. Eine derartige getrennte Ausweisung erhöht den Aufwand für die Indikatorerstellung und ist unter der Prämisse der Gewährleistung eines Mindeststandards der Erreichbarkeit für alle nicht unbedingt notwendig, aber prinzipiell machbar.

*Welche Mindeststandards könnten angewandt werden?*

Die Frage, welche Mindeststandards anzuwenden sind, ist in der politischen Diskussion zu entscheiden. Trotzdem gibt es bereits einige konkrete Vorschläge zu entsprechenden Mindeststandards (siehe Tabelle 20).

Tabelle 20: Mindeststandards der Erreichbarkeit von Alltagszielen

Institution, Quelle	Vorgeschlagener Mindeststandard
<b>Nahversorgung mit Lebensmitteln</b>	
(Social Exclusion Unit 2003, S. 129)	Max. 500 m fußläufige Entfernung zwischen Wohnung und Lebensmittelgeschäft
(Segeher 2013, S. 40)	Max. 1000 m fußläufige Entfernung zwischen Wohnung und Lebensmittelgeschäft
(Marsden u. a. 2010, S. 198 f.)	Max. 1000 m oder 15 min Fußentfernung zu wichtigen Einrichtungen
(DfT 2012, S. 6)	Maximal 15 bzw. 30 min Entfernung zum Lebensmittelgeschäft (Fuß, ÖV)
<b>ÖV-Erreichbarkeit zentraler Orte</b>	
(DfT 2012, S. 6)	Maximal 30 (untere Grenze) bzw. 60 min (obere Grenze) Entfernung zu Krankenhaus bzw. zu weiterführenden Bildungseinrichtungen (Fuß, ÖV)
(Wehmeier; Koch 2010, S. 460; BBSR 2012, S. 33 ff.)	Max. 30 min Fahrzeit im ÖV zum nächsten Mittelzentrum Max. 60 min Fahrzeit im ÖV zum nächsten Oberzentrum

(eigene Darstellung)

Für eine fußläufige Erreichbarkeit von Lebensmittelgeschäften erscheint eine maximale Obergrenze von 1000 m als geeignete, auch von mobilitätseingeschränkten Personen zu bewältigende Entfernung. Dies deckt sich auch gut mit den empirischen Ergebnissen eines entsprechenden ExWoSt-Projektes, in welchem ab einer Weglänge von ca. 800 – 1000 m zum Lebensmittelgeschäft eine markanten Abnahme der Wahrscheinlichkeit für Fußwege festgestellt wurde (Bauer u. a. 2011, S. 25; Bauer; Scheiner; Liepe 2011, S. 17).

Die maximalen ÖV-Fahrzeiten zu Mittel- und Oberzentren sind zumindest so etabliert, dass sie bereits Eingang in den Raumordnungsbericht des BBR gefunden haben. Zusammenfassend schlagen wir damit einem Indikator für die Darstellung einer autonabhängigen Mindesterreichbarkeit alltäglicher Ziele vor, welcher die folgenden zwei Teilindikatoren enthält:

- *Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen:* Anteil der Bevölkerung nach Raumtyp (3-4 Kategorien), mit maximal 1000 m fußläufiger Entfernung zwischen Wohnung und einem Lebensmittelgeschäft
- *Erreichbarkeit der Einrichtungen des gehobenen Bedarfs:* Anteil der Bevölkerung, der mit öffentlichen Verkehrsmitteln das nächste Mittelzentrum in 30 min und das nächste Oberzentrum in 60 min erreichen kann.

Eine flächendeckende Erhebung des letztgenannten Indikators ist möglich und könnte alle 1-2 Jahre wiederholt werden (Pütz 2014). Eine flächendeckende Erhebung der Nahversorgung wurde im Rahmen der Accessibility-Statistik in England praktiziert, ist jedoch mit einem gewissen Aufwand verbunden: einmal für die Etablierung von Methoden und Daten, zum zweiten für die regelmäßige Aktualisierung der Datenbasis. Für einen entsprechenden Indikator in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie wird deshalb (zumindest anfangs) ein stichprobenbasiertes Verfahren vorgeschlagen, bei welchem die Daten jeweils aus einer repräsentativen Zufallsstichprobe aller Teilräume ermittelt werden.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Dieser Vorschlag wurde von Prof. Christian Holz-Rau im Rahmen des zum Projekt gehörenden Experten-Workshops am 31.01.2014 im UBA, Berlin geäußert und stieß unter den TeilnehmerInnen auf Zustimmung.

## 8 Handlungsfeld „Nutzung energetischer Ressourcen“

Die Nutzung energetischer Ressourcen wird in der vorliegenden NHS durch vier Indikatoren abgedeckt:

- Energieproduktivität (1a) und
- Primärenergieverbrauch (1b),
- Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch (3a) sowie
- Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen am Stromverbrauch (3b)

Sachlich ist das Handlungsfeld überdies eng mit dem nachfolgend diskutierten Handlungsfeld „Klimaschutz“ verknüpft. Der Schutz energetischer Ressourcen ist allerdings auch unabhängig von der Höhe der emittierten Treibhausgase ein wichtiges Nachhaltigkeitsziel.

Indikatoren zur Darstellung von Energieeffizienz und Energieverbrauch im Verkehr wurden bereits im Kapitel 6 diskutiert. An dieser Stelle erfolgt deshalb nur eine überblickartige Überprüfung der sektorübergreifenden Indikatoren des Handlungsfeldes.

### 8.1 Wirkungszusammenhänge und Problemlage

An eine nachhaltige Nutzung energetischer Ressourcen stellen sich verschiedene Anforderungen. Ein Nachhaltigkeitsziel ist der Schutz nicht-erneuerbarer Ressourcen, das heißt eine Reduzierung der Nutzung fossiler Energieträger. Daneben sollen auch prinzipiell erneuerbare Energieträger nur unterhalb der Grenze ihrer Regenerationsfähigkeit genutzt werden.

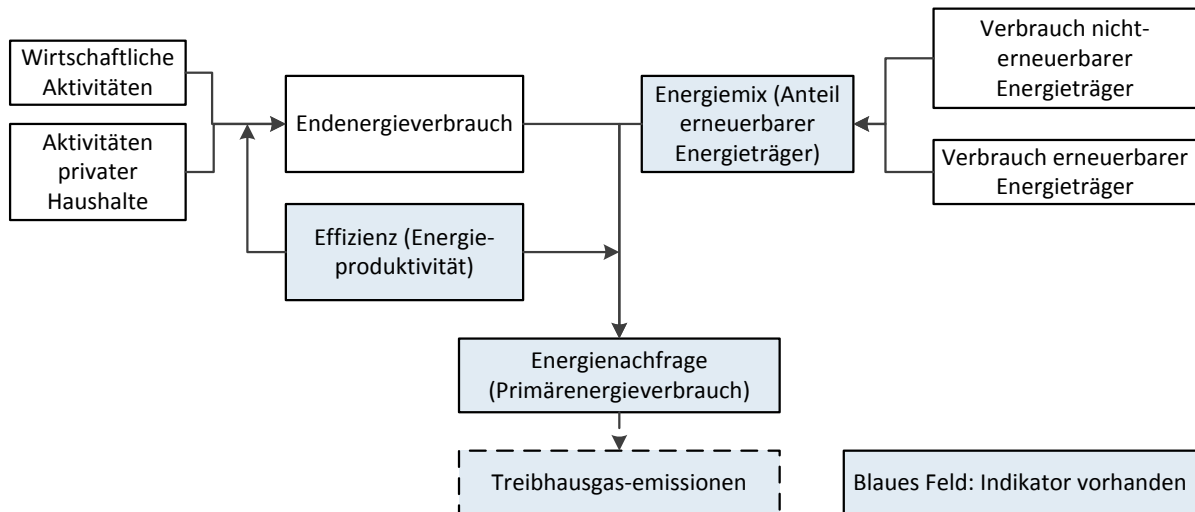
Die Herausforderungen im Verkehrsbereich liegen damit zum einen in der nach wie vor dominierenden Abhängigkeit von fossilen Energieträgern (Black 2010, S. 5 f.). Zum anderen sind etwa Neuwagen heute energieeffizienter als noch vor 20 Jahren (UBA 2012a, S. 41), trotzdem konnte im genannten Zeitraum aufgrund einer zunehmenden Pkw-Nutzung sowie steigender Reiseweiten keine nennenswerte absolute Reduzierung des Energieverbrauchs im Verkehr erreicht werden (DIW 2014, S. 298).

### 8.2 Bewertung der aktuell verwendeten Indikatoren

Wie Abbildung 10 zeigt, decken die bisher in der NHS genutzten Indikatoren in ihrer Gesamtheit alle wesentlichen Aspekte im Handlungsfeld „Nutzung energetischer Ressourcen“, mit Ausnahme des Endenergieverbrauchs, ab.

Der Indikator „Energieproduktivität“ soll dabei messen, ob wirtschaftliche Prozesse effizienter werden. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Einsparung von Energie (vgl. z. B. Gudmundsson 2003, S. 203 f. ). Ob die erreichten Effizienzsteigerungen tatsächlich zu weniger Energieverbrauch führen, wird durch den absoluten „Primärenergieverbrauch“ abgebildet. Die beiden Indikatoren zum Anteil der erneuerbaren Energiequellen am gesamten Energie- bzw. Stromverbrauch geben abschließend darüber Auskunft, inwiefern der trotz Effizienzsteigerungen verbleibende Energiebedarf aus nachhaltigen, erneuerbaren Quellen gedeckt werden kann.

Abbildung 10: Wirkungszusammenhänge bei der Nutzung energetischer Ressourcen



(eigene Darstellung)

Wie Tabelle 21 zeigt, sind die Indikatoren prinzipiell geeignet, das Handlungsfeld darzustellen. Kritisch zu sehen sind die Indikatoren bezüglich folgender Aspekte:

Die Berechnung des Primärenergieverbrauchs erfolgt nach dem Inlandsprinzip. Aus Sicht der Nachhaltigen Entwicklung ist allerdings eine ergänzende Darstellung des Energieverbrauchs auf Inländerbasis notwendig (Mugdal u. a. 2012, S. 19 f.).

Die ergänzende Beobachtung der erreichten Energieeffizienz ist sinnvoll, auch wenn Effizienz „nur“ ein abgeleitetes Nachhaltigkeitsziel sein kann. Allerdings reduziert die Verlagerung energieintensiver Produktionsschritte ins Ausland die Aussagekraft des Indikators (Vgl. z. B. Bruckner; Polzin; Giljum 2010; UNEP 2011). Zudem lässt der Indikator ohne Zusatzinformationen keine Aussagen darüber zu, ob die Effizienzveränderungen auf technische Verbesserungen zurückzuführen sind, oder ob er zum Beispiel durch Veränderungen in der Branchenstruktur zustande gekommen ist.

Tabelle 21: Bewertung der Indikatoren im Handlungsfeld Energieverbrauch

Indikator	Bewertung je Kriterium			
	Wissenschaftliche Fundierung	Datenverfügbarkeit	Verständlichkeit	Politische Relevanz
Primärenergieverbrauch	gut: Aber nur Inlandsprinzip	gut	gut	hoch
Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch	gut	gut	gut	hoch
Energieproduktivität	mittel, Rückschlüsse auf Ursache der Effizienzsteigerung nicht möglich	gut	mittel, sehr komplexer Indikator	Mittel: kein direktes Nachhaltigkeitsziel

(eigene Darstellung)

### 8.3 Empfehlung bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators

Die politischen Bemühungen um einen Schutz energetischer Ressourcen können dann als erfolgreich angesehen werden, wenn es gelingt, den absoluten Energieverbrauch zu senken und stärker aus

erneuerbaren Quellen zu decken. Die aktuell verwendeten Indikatoren decken dieses Nachhaltigkeitsziel gut ab, so dass sich kein unbedingter Handlungsbedarf ergibt.

Eine Schärfung der Aussagekraft des Indikators ist allerdings möglich. Dafür sollte auf den (ohnehin durch viele Einflüsse verzerrten) Teilindikator zur Energieproduktivität verzichtet werden. Stattdessen kann die Darstellung des Indikators „Primärenergieverbrauch“ analog zum im folgenden Kapitel analysierten Klimaschutz-Indikator erfolgen.

Dafür ist z. B. die Darstellung in einem Balkendiagramm geeignet, evtl. kann dabei eine Schichtung nach Sektoren erfolgen. Ergänzend sollte der Energieverbrauch nach dem Inländerprinzip (Energetischer Fußabdruck) als separater Liniengraph dargestellt werden, um ein evtl. Auseinanderdriften zwischen inländer- und inlandsbasiertem Energieverbrauch erkennbar zu machen.

## 9 Handlungsfeld „Klimaschutz“

### 9.1 Wirkungszusammenhänge und Problemlage

Beim natürlichen Treibhauseffekt durchdringt kurzwellige Sonnenstrahlung die Atmosphäre, wird auf der Erdoberfläche von Böden, Vegetation und Ozeanen absorbiert und als langwellige Strahlung erneut emittiert. Das natürliche Vorkommen von Wasserdampf und anderen atmosphärischen Gasen, wie bspw. CO<sub>2</sub>, verhindert eine vollständige Re-Emission der langwelligen Strahlung und hat damit eine wärmeisolierende Wirkung. (Becker u. a. 2009, S. 58 f.)

Die Ausweitung der industriellen Produktion und Viehwirtschaft, Änderungen in der Landnutzung und vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger verursachen ein hohes Maß an zusätzlichen anthropogenen Treibhausgasemissionen. Die Anreicherung dieser Stoffe in der Atmosphäre erhöht die Treibhausgaskonzentration und erzeugt so einen zusätzlichen Treibhauseffekt, der zu einem weiteren Anstieg der bodennahen Lufttemperatur führt. (UBA 2014a)

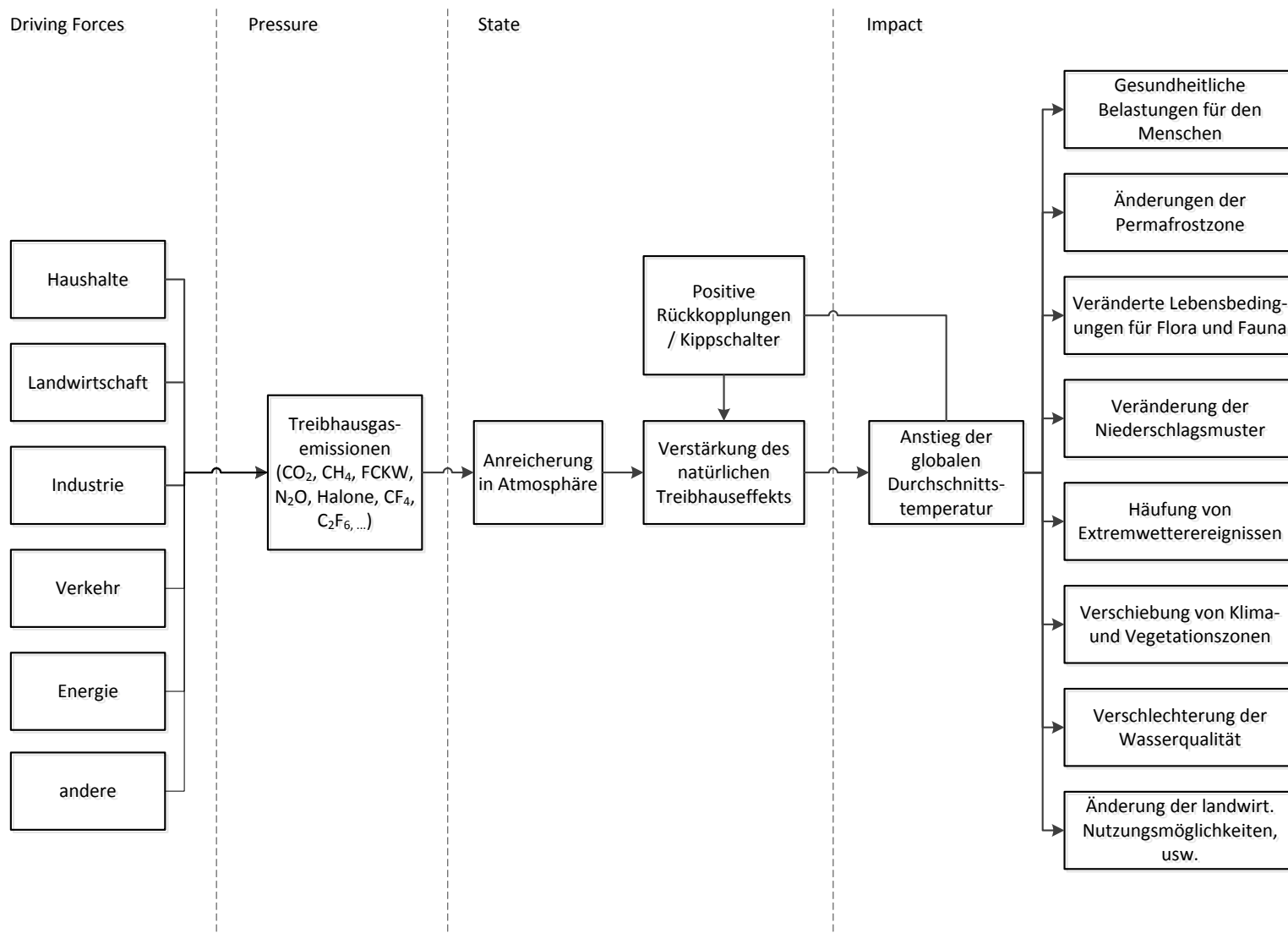
Wie in Abbildung 11 dargestellt, erzeugt der beschriebene Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur vielseitige Wirkungen auf das Klima der Erde, darunter (EEA 2008):

- Veränderung der Niederschlagsmuster, starke Regenfälle werden häufiger, aber auch Trockenzeiten treten öfter und länger auf,
- Gletscher, Eisberge und Permafrostböden schmelzen, das Risiko von natürlichen Katastrophen steigt, Veränderungen des Wasserkreislaufes und Veränderungen der Lebensbedingungen für die Tier- und Pflanzenwelt der betroffenen Gebiete treten auf,
- Anstieg des Meeresspiegels und der Wassertemperatur an der Oberfläche, Beeinflussung des maritimen Ökosystems,
- Erhöhte Oberflächentemperaturen in Flüssen und Seen, Beeinträchtigung der Wasserqualität und des Ökosystems,
- Änderungen im jahreszeitlichen Ablauf der Entwicklungen von Pflanzen (Phänologie), Wanderung einiger Vogel-, Insekten- und Säugetierarten nach Norden, Veränderungen der Lebensbedingungen an Land,
- Einfluss auf Vegetationsperiode von land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen, Schwankungen im Ernteertrag, erhöhter Wasserbedarf, Risiko von Waldbränden steigt,
- Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit durch Hitzewellen, vektorübertragene Krankheiten, wasser- und lebensmittelinduzierte Erkrankungen.

Dabei kann es zu Rückkopplungen der Wirkungen kommen, die den Klimawandel zusätzlich beschleunigen, das Abschmelzen der Gletscher erhöht bspw. den Meeresspiegel. Durch Verdunstung erhöht sich auch die Konzentration von Wasserdampf in der Atmosphäre, was wiederum als Treibhausgas wirkt und den Treibhauseffekt verstärkt (Becker u. a. 2009, S. 60).

Insgesamt ist der Klimaschutz deshalb eines der drängendsten Handlungsfelder der nationalen und internationalen Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik geworden. Die aktuellen Treibhausgasemissionen übersteigen bereits heute die Tragfähigkeitsgrenzen der Erde (Rockström u. a. 2009), wobei die Reduzierung der Emissionen ambitionierte Maßnahmen erfordert. Der Verkehrsbereich spielt dabei mit seiner hohen Abhängigkeit von fossilen Energieträgern sowie den global steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Schlüsselrolle.

Abbildung 11: Wirkungskette im Handlungsfeld „Klimaschutz“



## 9.2 Bewertung des aktuell verwendeten Indikators

Das Indikatorensystem zur Nachhaltigkeitsstrategie enthält einen Indikator „Klimaschutz“. Der Indikator bezieht sich auf die nationalen Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Dargestellt sind ein jährlicher Indexwert ausgehend von 100% Emissionen im Basisjahr 1990 sowie die Nachhaltigkeitsziele für die Jahre 2010, 2020 und 2050.

Eine Zusammenfassung der Bewertung des Indikators findet sich in Tabelle 22. Insgesamt ist der Indikator gut geeignet, die Erfolge der deutschen Klimaschutzmaßnahmen aufzuzeigen. Schwächen zeigt der Indikator in zwei Bereichen:

- Erstens werden für den Indikator keine sektorspezifischen Emissionswerte veröffentlicht. Dies wären vor dem Hintergrund unterschiedlicher Emissionsreduzierungen in den einzelnen Sektoren aber durchaus von Interesse.
- Zweitens zeigt der Indikator nur die inländischen Emissionen. Dies sind die auf dem Territorium der Bundesrepublik Deutschland verursachten Emissionen, ausgeklammert werden dabei z. B. die Emissionen der Inländer im Ausland (Flugreisen) sowie die bei der Herstellung von Importgütern verursachten Emissionen. Diese „konsumbasierten“ Emissionen sind aufgrund des zunehmenden internationalen Handels und der Verlagerung energie- und damit CO<sub>2</sub>-intensiver Produktionsschritte ins Ausland nicht zu vernachlässigen. Eine Nichtberücksichtigung dieser Emissionen führt zu verzerrten Aussagen hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Inländer (Bruckner; Polzin; Giljum 2010).

Tabelle 22: Bewertung des NHS-Indikators im Handlungsfeld Klimaschutz

Kriterium	Bewertung
Wissenschaftliche Fundierung	Gut: Indikator repräsentiert den Druck auf das Klimasystem und enthält auch die, allerdings nicht separat ausgewiesenen verkehrsbedingten Emissionen. Leider werden die Emissionen entsprechend des für Deutschland weniger aussagekräftigen Inlands- oder Territorialprinzips abgegrenzt
Datenverfügbarkeit	Gut: jährliche Aktualisierung
Verständlichkeit	Gut: Indikator ist wenig komplex und intuitiv deutbar
Politische Relevanz	Hoch: die entsprechenden mittel- bis langfristigen Reduktionsziele sind dargestellt

(eigene Darstellung)

## 9.3 Empfehlung bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators

Prinzipiell können die identifizierten Schwachstellen des Indikators einfach behoben werden. Die beiden fehlenden Informationen lassen sich leicht in die grafische Darstellung des bestehenden Indikators einfügen:

- Im Balkendiagramm könnten die Emissionsbeiträge der Sektoren verschieden gefärbt werden. (Vgl. UBA 2013)
- Ein zusätzlicher Graph könnte die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem Inländerprinzip darstellen. Derartige Berechnungen werden mittlerweile auch vom Statistischen Bundesamt durchgeführt (Statistisches Bundesamt 2013a, 2013b, S. 5, 7), berücksichtigen allerdings noch nicht die CO<sub>2</sub>-Emissionen internationaler Transporte (Flachmann 2014). Eine Abschätzung dieser CO<sub>2</sub>-Emissionen könnte allerdings entsprechend der im Projekt „Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ entwickelten Methodik abgeschätzt werden (vgl. Statistisches Bundesamt; UBA 2009).

## 10 Handlungsfeld „Luftqualität“

### 10.1 Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage

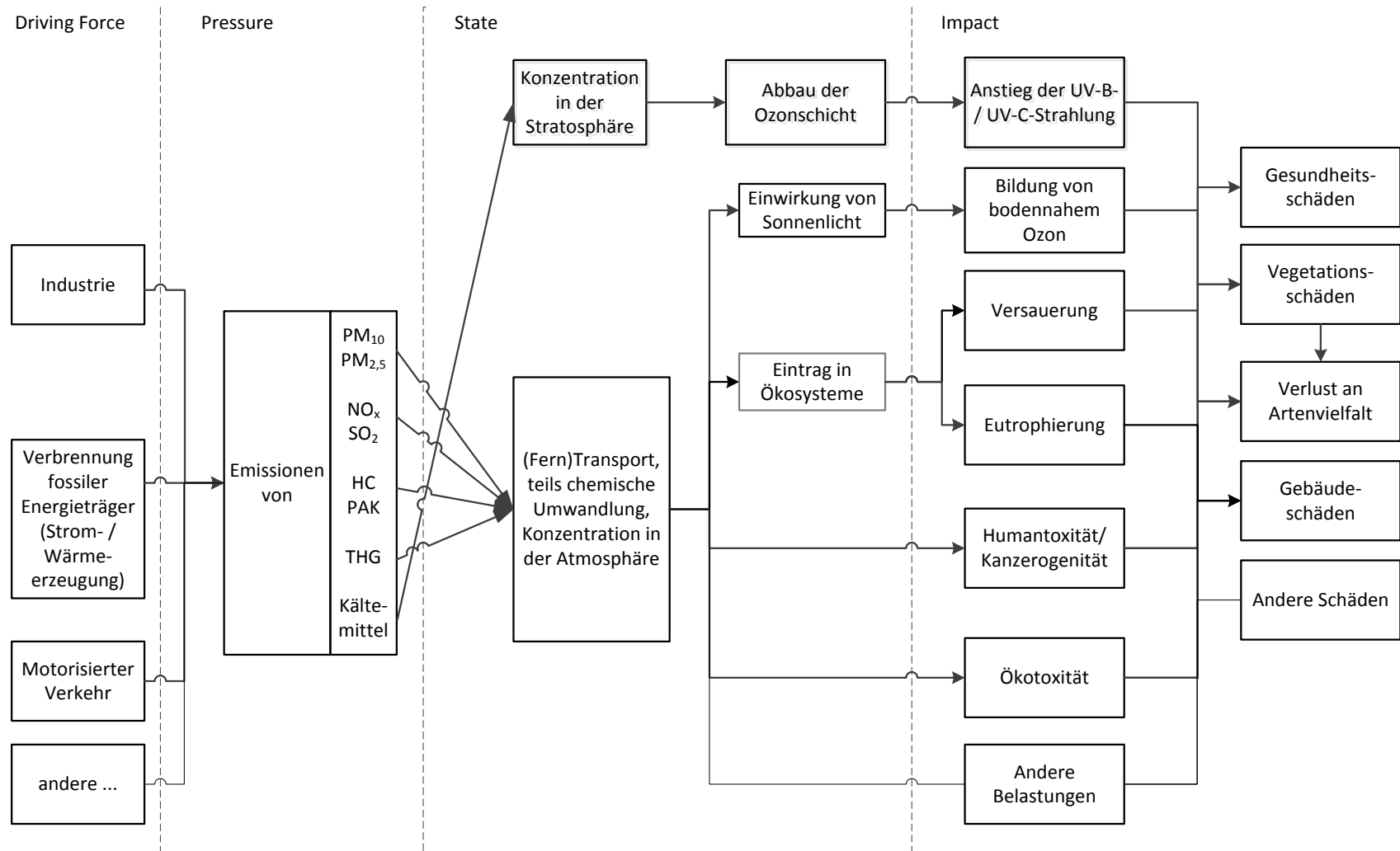
Emissionen von Luftschadstoffen besitzen vielfältige Wirkungen auf Bauwerke, die Pflanzen- und Tierwelt und die menschliche Gesundheit. Im Verkehrsbereich sind dabei vor allem die Belastungen durch folgende Luftschadstoffe relevant (vgl. auch Abbildung 12):

- **Feinstaub/Partikel:** Der Verkehrsbereich ist vor allem in Ballungsräumen einer der Hauptemittenten für Feinstaub. Partikel entstehen dabei einmal direkt beim Verbrennungsprozess im Motor (primäre Partikel, z. B. Ruß aus Dieselfahrzeugen), zum anderen entstehen sie aus den (zunächst gasförmigen) Schwefel- und Stickoxidemissionen (Sekundärpartikel) und durch Reifen- und Bremsabrieb sowie Aufwirbelungen. Partikelemissionen können je nach Größe in die Atemwege, sowie in die Lunge und sogar die Blutbahnen eindringen. Sie erhöhen das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und können die Atemwege schädigen, für einige Partikel wurde auch eine kanzerogene Wirkung nachgewiesen. (Becker u. a. 2009, S. 77; Joumard; Gudmundsson 2010, S. 317)
- **Stickoxide:** Die Emissionen von Stickoxiden beeinflussen die Stickstoffhaushalte der Ökosysteme in vielfältiger Weise. Daneben wirken Stickoxide als Reizgase, verursachen Atemwegsreizungen und erhöhen das Risiko für akute und chronische Atemwegserkrankungen und Asthma (Joumard; Gudmundsson 2010, S. 316ff). Über die Niederschläge salpetriger Säuren und von Salpetersäure beeinträchtigen sie die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme sowie das Pflanzenwachstum, sie tragen zur Versauerung und Eutrophierung von Böden bei und reduzieren damit die Biodiversität sensibler Gebiete. (Becker u. a. 2009, S. 96 ff; Joumard; Gudmundsson 2010, S. 320)
- **Bodennahes Ozon:** Zusammen mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen sind Stickoxide für die Bildung von bodennahem Ozon zuständig, hier stellt der Verkehr vor allem in Städten den Hauptverursacher dar. Ozon entsteht unter dem Einfluss von Sonnenlicht durch photochemische Prozesse aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen (sekundärer Luftschadstoff). Eine hohe Ozonbelastung mindert die Lungenfunktion, beeinträchtigt die Atemwege und kann zu Atembeschwerden führen. Überdies führen hohe Ozonwerte zu Blattschädigungen und Beeinträchtigungen des Pflanzenwachstums. (Joumard; Gudmundsson 2010, S. 316ff)
- **Weitere im Verkehr emittierten Luftschadstoffe:** Im Verkehr werden weitere Luftschadstoffe emittiert, z. B. Kohlenstoffmonoxid, Benzol und andere Kohlenwasserstoffe sowie Schwefeldioxid. Diese Schadstoffe spielen jedoch im Vergleich zu den vorgenannten eine untergeordnete Rolle.

### 10.2 Bewertung des Luftqualitätsindikators der NHS

In der NHS wird die Luftqualität über den Indikator 13 „Schadstoffbelastung der Luft“ beobachtet. Der Indikatorname ist irreführend, da nicht die Immissionsbelastung dargestellt wird, sondern die jährlichen Emissionsmengen relevanter Luftschadstoffe. Als Liniengraph abgebildet ist dabei die Entwicklung der Ammoniak-, Stickoxid-, Nicht-Methan-Kohlenwasserstoff- und Schwefeldioxid-Emissionen (NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, SO<sub>2</sub>). Die Gesamtentwicklung der Luftqualität wird mithilfe eines aus der Entwicklung der einzelnen Schadstoffe abgeleiteten Gesamtindex bewertet, welcher die mittlere, ungewichtete Reduzierung aller einbezogenen Schadstoffe darstellt.

Abbildung 12: Wirkungsketten im Bereich „Luftverschmutzung“



Bei der Bewertung fallen folgende Aspekte auf:

- Für den Indikator existiert eine gesicherte Wirkungskette (vgl. Abbildung 12). Der Indikator misst dabei die Emissionen und setzt damit an der Quelle, nicht am eigentlich interessierenden Endpunkt der Wirkung (Gesundheit, Ökosysteme) an.
- Inhaltlich erfasst der Indikator nur einen Teil der relevanten Schadstoffe. Die SO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs konnten (außer Seeschiffe) durch geeignete Maßnahmen auf ein eher unbedenkliches Niveau gesenkt werden. Dafür wird Feinstaub, bei dem immissionsseitig regelmäßig Grenzwertüberschreitungen auftreten, derzeit nicht erfasst.
- Darüber hinaus ist das aktuell noch verwendete Zieljahr des Indikators 2010. Hier ist eine Aktualisierung auf die Zielwerte für 2020, sowie 2030 notwendig (UNECE 2012; Europäische Kommission 2013).
- Abschließend berücksichtigt der Index für die gemittelte Zielerreichung bei der ungewichteten Addition über alle Luftschadstoffe weder die unterschiedliche Schadwirkung der Luftschadstoffe noch die bereits erreichte Reduzierung. So konnte SO<sub>2</sub> in der Vergangenheit stärker reduziert werden als vorgesehen, die Übererfüllung kompensiert nun teilweise Minderleistungen bei anderen Schadstoffen.

Die genannten Schwächen des Indikators lassen sich vergleichsweise leicht beheben. Zuvor erfolgt jedoch eine vergleichende Beurteilung alternativer Indikatorvorschläge.

### 10.3 Alternative Luftqualitätsindikatoren und deren Bewertung

Weitere, alternative Indikatorenvorschläge stammen aus den Nachhaltigkeitsstrategien anderer Länder sowie aus der Wissenschaft und von nicht-staatlichen Organisationen. Sie sind in Tabelle 23 zusammengefasst dargestellt.

Grundsätzlich können bei Luftschadstoffindikatoren Vorschläge, die bei den Emissionen ansetzen, von solchen unterschieden werden, die bei den Immissionen ansetzen. Einige Indikatoren beziehen sich auch auf die eigentlichen Endpunkte der Wirkung, das heißt auf die Gesundheitswirkungen und etwa auf die Beeinträchtigung der Biodiversität.

Eine Bewertung dieser alternativen Indikatoren erfolgt in Tabelle 24. In der Gesamtschau bilden Indikatoren, die sich auf den eigentlichen Wirkungsendpunkt Gesundheit beziehen, das eigentliche Nachhaltigkeitsziel am besten ab. Sie sind allerdings vergleichsweise komplex, methodisch noch nicht vollständig ausgereift und deshalb für den sofortigen Einsatz nicht geeignet.

Emissions- und immissionsseitige Indikatoren haben jeweils ihre spezifischen Vor- und Nachteile: Emissionsseitige Indikatoren zeigen, ob an der Quelle ansetzende Maßnahmen erfolgreich waren, erlauben allerdings keine direkten Aussagen darüber, ob stattgefunden Emissionsminderungen auch zu einer Verbesserung der Luftqualität, z. B. in den besonders betroffenen Ballungsräumen, geführt hat.

Immissionsseitige Indikatoren erlauben derartige Aussagen, aufgrund des teilweise sehr hohen Einflusses der meteorologischen Bedingungen und der Vermischung aller Emittenten ist ihre Entwicklung allerdings schwerer im Zeitverlauf deutbar.

Insgesamt ist die Datenverfügbarkeit für den aussagekräftigsten immissionsseitigen Indikator „Immissionsbelastung der Bevölkerung“ schlechter als bei den emissionsseitigen Indikatoren. Deshalb empfehlen wir die weitere Nutzung eines emissionsseitigen Indikators 13 „Entwicklung der Luftschadstoffemissionen“, der aber an die aktuelle Situation angepasst werden sollte.

Tabelle 23: Übersicht zu Indikatoren zur Messung der Luftschadstoffe

Institution, Quelle (Beispiel)	Indikator
<b>Emissionsseitige Indikatoren</b>	
(Statistisches Bundesamt 2012a; Gudmundsson; Sørensen 2013)	Jährliche Emissionsmengen relevanter Luftschadstoffe
(EEA 2012; DEFRA 2010; Rahman; van Groi 2005)	Jährliche Verkehrsemissionen relevanter Luftschadstoffe, teils unterschieden nach Verkehrsträger
(Haghshenas; Vaziri 2012; Litman 2013)	Jährliche pro-Kopf-Emissionen von Luftschadstoffen
<b>Immissionsseitige Indikatoren</b>	
(DEFRA 2010; Flege; Roggermann 2013, S. 46)	Mittlere Immissionsbelastung nach Art der Messstation
(DEFRA 2010)	Anzahl der Tage mit mittlerer und hoher Luftschadstoffbelastung, ohne Spezifizierung der einbezogenen Schadstoffe und Grenzwerte
(EEA 2012; Litman 2013; Zito; Salvo 2011)	Anzahl der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen
(UBA 2014b)	Anteil der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen
(UBA 2014b)	Mittlere Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitungen je Station
EU Nachhaltigkeitsindikatoren, level 3 (Eurostat 2011, S. 23)	Immissionsbelastung der (städtischen) Bevölkerung (gemessen als bevölkerungsgewichteter PM <sub>10</sub> - bzw. Ozon-Jahresmittelwert aller Messstationen für den städtischen Hintergrund)
(DEFRA 2010), (BMU 2010, S. 62)	Fläche sensibler Habitats mit Überschreitung der „critical loads“-Werte für Eutrophierung und/oder Versauerung
<b>Wirkungsendpunkt-bezogene Indikatoren</b>	
(als Exkurs in UBA 2014b enthalten)	Statistische Anzahl vorzeitiger Todesfälle durch Feinstaubbelastung
	Anzahl der durch Feinstaubbelastung beeinträchtigten Lebensjahre
(Haucke; Brückner 2010)	Umweltbelastungsbedingte Gesundheitskosten (beinhaltet: luftverschmutzungsbedingte Gesundheitskosten)

(eigene Darstellung)

## 10.4 Empfehlungen bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators

Wie die Bewertung der Luftqualitätsindikatoren zeigt, ist der aktuell in der NHS verwendete Indikator 13 „Schadstoffbelastung der Luft“ prinzipiell gut zur Darstellung des Handlungsfeldes geeignet. Um der aktuellen Situation und den zukünftigen Problemfeldern zu genügen, sind jedoch folgende Indikatoranpassungen notwendig:

- Zusätzlich zu den aktuell beobachteten Luftschadstoffen sollte die Entwicklung der Feinstaub-Emissionen (PM) einbezogen werden. Erwünscht wäre die Einbeziehung der Feinstaub-Masse, etwa von PM<sub>10</sub> oder PM<sub>2,5</sub> sowie evtl. auch die Erfassung der Anzahl feiner und ultrafeiner Partikel. Dafür könnte ggf. auf die Darstellung der Entwicklung der SO<sub>2</sub>-Emissionen verzichtet werden.
- Darüber hinaus ist das aktuell noch verwendete Zieljahr des Indikators 2010. Hier ist eine Aktualisierung auf die Zielwerte für 2020, sowie 2030 notwendig (UNECE 2012; Europäische Kommission 2013). Die Zielwerte sollten dabei auch separat für jeden Schadstoff dargestellt werden.
- Da die neuen Zielwerte zur Reduzierung der Luftverschmutzung auf Ebene der Einzelschadstoffe formuliert werden, ist die Angabe der gewichteten Zielerreichung auch für die Indikatorbewertung nicht notwendig. Auf den Index der mittleren, ungewichteten Zielerreichung kann deshalb verzichtet werden.

Tabelle 24: Bewertung potentieller Indikatoren für Luftverschmutzung

Indikator (Auswahl) <sup>11</sup>	Bewertung je Kriterium			
	Wissenschaftliche Fundierung	Datenverfügbarkeit	Verständlichkeit	Politische Relevanz
<b>Emissionsseitige Indikatoren</b>				
Jährliche Emissionen	Gut: Indikator setzt direkt an Quelle an	Gut	Gut: Bewertung der Entwicklung leicht möglich	Hoch: Ziel vorhanden
Pro-Kopf-Emissionen	Mittel: Keine Aussagen über absoluten Emissionen	Gut		Niedrig
<b>Immissionsseitige Indikatoren</b>				
Mittlere Immissionsbelastung nach Art der Messstation	Gut: Geeignete Approximation der Entwicklung der Immissionssituation	Gut	Mittel bis gut: Einfacher Indikator, Indikatorschwankungen durch Meteorologie	Hoch: Politische Zielsetzung vorhanden (grenzwertbezogen)
Anzahl oder Anteil der Stationen mit Grenzwertüberschreitungen	Mittel: Zeitliche Dauer der Überschreitungen und betroffene Bevölkerung ist nicht berücksichtigt	Gut		
Mittlere Anzahl der Tage mit Grenzwertüberschreitungen je Station	Mittel: Zeitliche Dauer der Grenzwertüberschreitungen berücksichtigt, Zahl der Betroffenen nicht	Gut		
Immissionsbelastung der (städtischen) Bevölkerung	Gut: Indikator berücksichtigt räumliche, zeitliche Entwicklung sowie die betroffene Bevölkerung	Mittel bis schlecht, bisher keine flächendeckende Erhebung	Gut: Aussage eindeutig interpretierbar	
Fläche sensibler Habitate mit Überschreitung der „critical loads“-Werte	Gut: Wissenschaftlich fundiert, beschreibt die relevanten Wirkungsendpunkte für Ökosysteme	Gut	Gut: Eindeutige Aussage für Ökosysteme	
<b>Wirkungsendpunkt-bezogene Indikatoren</b>				
vorzeitige Todesfälle/ beeinträchtigte Lebensjahre durch Luftverschmutzung	Gut, Beschreibt die relevanten Wirkungsendpunkte, Berechnungsmethodik fundiert, je nach Eingangsdaten aber hohe Bandbreite der Ergebnisse, Doppelzählungen bei multiplen Belastungen möglich	Schlecht: Daten in Pilotprojekten berechnet, Grundlagen für eine flächendeckende Erhebung müssen noch erarbeitet werden	Mittel: Komplexe Berechnung, richtige Interpretation der Aussagen schwierig	Mittel: Kein direktes politisches Ziel vorhanden
Umweltbelastungsbedingte Gesundheitskosten				

(eigene Darstellung)

<sup>11</sup> Bei den genannten Indikatoren wurde aus Vereinfachungsgründen auf die Angabe konkreter Luftschadstoffe verzichtet.

## 11 Handlungsfeld „Lärm“

### 11.1 Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage

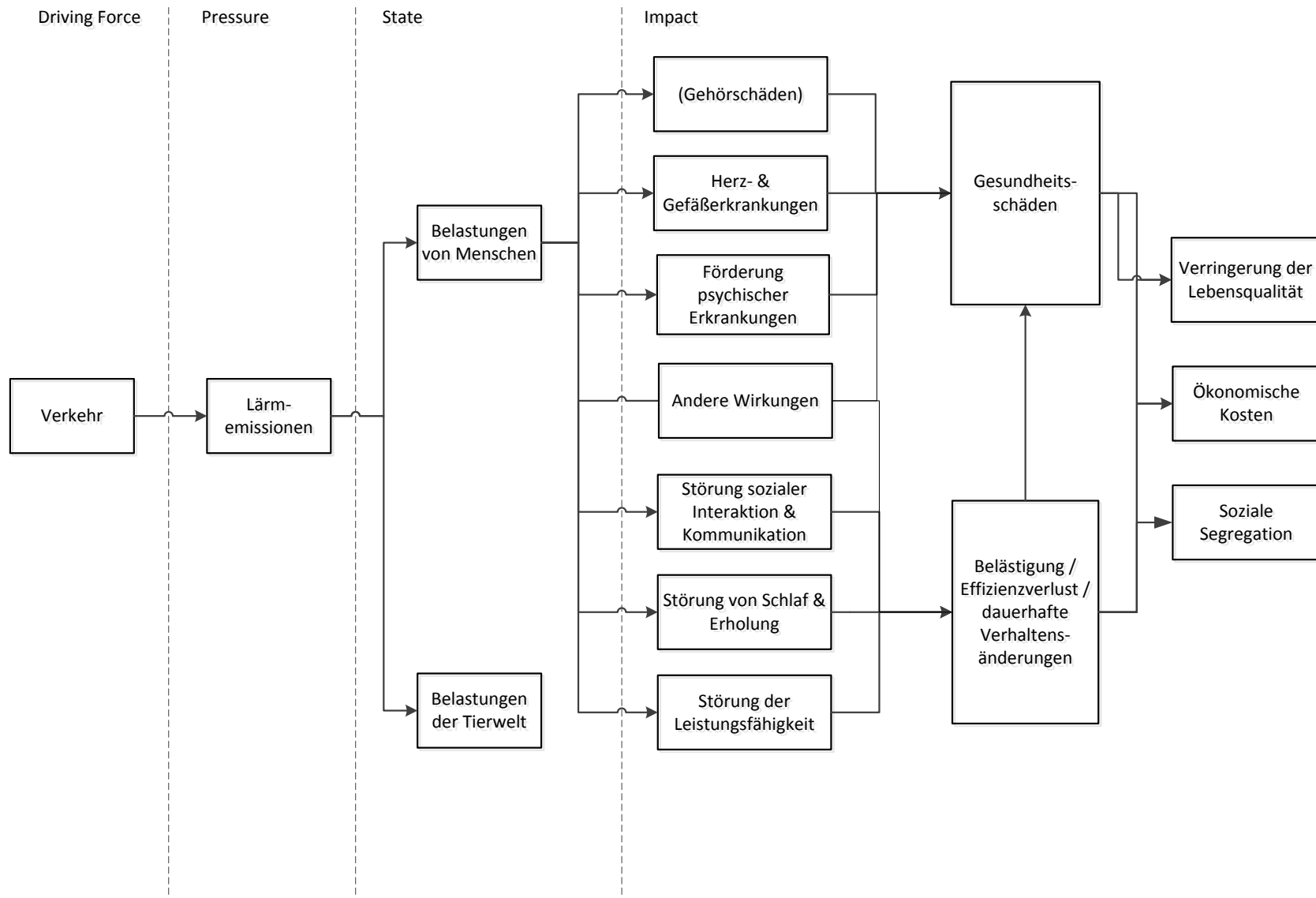
Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Luftverkehr erzeugen unerwünschten Schall, der als störend bzw. belästigend empfunden wird. Das Ausmaß dieser Lärmbelastigung wird sowohl von äußeren Faktoren wie dem Schalldruck, der Frequenz und dem zeitlichen Verlauf der Lärmemission als auch von inneren Faktoren wie der Konstitution oder der inneren Einstellung der lärmexponierten Personen beeinflusst. (Becker u. a. 2009)

Für den Menschen erzeugt Verkehrslärm vielfältige psychische und physische Beeinträchtigungen, u. a. die folgenden (vgl. auch Abbildung 13):

- **Beeinträchtigung der Erholungsphasen:** Ruhe-, Schlaf- und Erholungsphasen werden durch Verkehrslärm gestört. Daraus resultiert Gereiztheit, Nervosität oder in manchen Fällen ein kompletter Verzicht auf Rekreation, (Griefahn; Marks; Robens 2006)
- **Störung der Kommunikation:** Lärm behindert sowohl die aktive Interaktion zwischen Menschen (persönlich, telefonisch) als auch die passive Kommunikation (Radio, Fernsehen, Musik hören). Resultat der Störung von sozialen Interaktionen und Kommunikation sind diverse Einschränkungen der Betroffenen im Alltag wie bspw. die Notwendigkeit einer veränderten Wohnraumnutzung sowie der Wahl von Aktivitäten, (Joumard; Gudmundsson 2010, S. 312)
- **Reduzierung der Leistungsfähigkeit:** Vor allem Arbeitnehmer und Schüler leiden unter Leistungsstörungen aufgrund von Umgebungslärm. Je nach Aufgabe, Arbeitsbedingungen und persönlichen Faktoren können Lärmemissionen die Informationsverarbeitung und das Konzentrationsvermögen beeinträchtigen und somit die Arbeitseffektivität mindern. Bei Schülern konnten zudem lärmbedingte Schwächen in den Bereichen Lesen, Konzentration und Problemlösung festgestellt werden, die mitunter negative Folgeschäden in der Leistungsfähigkeit mit sich führen (Joumard; Gudmundsson 2010, S. 312 f). Chronische Lärmbelastung und der damit einhergehende Lärmstress erhöht darüber hinaus das Risiko für Entwicklung verschiedener multifaktoriell bedingter Erkrankungen:
- **Erhöhung des Risikos für Herz- & Gefäßerkrankungen:** Als gesundheitliche Auswirkungen von Lärmemissionen konnten die Zunahme Ischämischer Herzkrankheiten sowie ein erhöhtes Risiko u. a. für Bluthochdruck und Atemwegserkrankungen beobachtet werden. (Vgl. Giering 2010, S. 77)
- **Erhöhung des Risikos für psychische Erkrankungen:** Permanenter Verkehrslärm erhöht das Risiko, an Neurosen und Depressionen zu erkranken bzw. psychische Störungen zu entwickeln. (Joumard; Gudmundsson 2010, S. 312) Mittlerweile gibt es auch empirische Nachweise für negative Auswirkungen von Lärm auf die kognitive Entwicklung von Kindern. (Vgl. WHO 2011, S. 46).

Insgesamt stellt Lärm damit ein ernstzunehmendes Gesundheitsrisiko dar. Die beschriebenen Wirkungen resultieren in anhaltenden körperlichen und geistigen Beeinträchtigungen. Weiterhin sind Effizienzverluste, dauerhafte Verhaltensänderungen sowie der Verlust von Aufenthaltsqualität die Folge. Die Konsequenz ist eine Verringerung der Lebensqualität für Menschen.

Abbildung 13: Wirkungsketten im Handlungsfeld „Lärm“



## 11.2 Lärmindikatoren und deren Bewertung

Aktuell gibt es im Indikatorsystem zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie keinen Indikator zur Erfassung der Lärmbelastung der Bevölkerung Deutschlands. Allerdings beschreibt die Bundesregierung im letzten Fortschrittsbericht sehr detailliert die verschiedenen Initiativen und Gesetzesvorhaben zur Reduzierung der verkehrsbedingten Lärmbelastung und wiederholt die im nationalen Verkehrslärmschutzpaket II formulierten Lärmziele für 2020 (Bundesregierung Deutschland 2012, S. 186 f.).

Ein Indikator für die Entwicklung der Lärmbelastung würde die Bedeutung, welche die Bundesregierung dem Thema beimisst, der breiten Öffentlichkeit kommunizieren. Wie die folgenden Abschnitte zeigen, existieren bereits detaillierte Zielvorstellungen (Abschnitt 11.2.1) sowie ein Pool potentieller Indikatoren (Abschnitt 11.2.2), so dass in Abschnitt 11.3 ein Indikatorvorschlag für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie entwickelt werden kann.

### 11.2.1 Qualitative und quantitative Zielvorstellungen

Wie Abschnitt 11.1 zeigte, lassen sich die Zielvorstellungen für eine Reduzierung des Lärms direkt aus den übergeordneten Nachhaltigkeitszielen zur Verbesserung der Lebensqualität ableiten. Konkret existieren die drei folgenden lärmbezogenen Zielvorstellungen (Europäische Kommission 1996, S. 31; CALM Network 2007, S. 18; UBA 2006):

- Die Vermeidung lärmbedingter Gesundheitsschäden,
- die Minderung bzw. Vermeidung erheblicher Lärmbelästigung und
- der Schutz ruhiger Gebiete.

Zur Erreichung dieser Ziele existieren mittlerweile umfangreiche gesetzliche Grundlagen, sowie Richtlinien und Empfehlungen zu Grenz- und Zielwerten einer noch verträglichen Lärmbelastung. Diese zeigen eine hohe Übereinstimmung über das kurz- bis langfristig zu erreichende Lärmschutzniveau. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Zielwerte findet sich in Tabelle 25. Insgesamt existieren damit konkrete Zielvorstellungen, welche sich für die Formulierung eines entsprechenden Nachhaltigkeitsziels eignen.

Tabelle 25: Lärmschutzziele und Lärmgrenzwerte

Schutzziel	Indikator	Grenzwert in dB(A)	Zeithorizont	Anwendungen, Institutionen
Vermeidung lärmbedingter Gesundheitsschäden	Lden Lnight	65 (Außenpegel) 55 (Außenpegel)	kurzfristig	Auslösekriterium Lärmaktionsplanung Stufe 1
Verringerung erheblicher Belästigung, Schlafstörung	Lden Lnight	60 (Außenpegel) 50 (Außenpegel)	kurzfristig	Auslösekriterium Lärmaktionsplanung Stufe 2
Vermeidung erheblicher Belästigung, Schlafstörung	Lden Lnight	55 (Außenpegel) 45 (Außenpegel)	mittelfristig	Empfehlung WHO, CALM II Network, DIN 18005 für allg. Wohngebiete
Vermeidung mäßiger Schlafstörung und Belästigung	Lden Lnight	50 (Außenpegel) 40 (Außenpegel)	langfristig	Empfehlung WHO, CALM II Network, DIN 18005 für reine Wohngebiete

(eigene Darstellung)

### 11.2.2 Bewertung potentieller Indikatoren

In der Literatur existieren zahlreiche Vorschläge zur Operationalisierung eines Lärmindikators (vgl. Tabelle 26). In Großbritannien, der Schweiz und der EU wird die Entwicklung der Lärmbelastung der Bevölkerung bereits im Rahmen der jeweiligen Nachhaltigkeitsstrategien beobachtet. Interessanterweise setzen alle drei Länder auf Indikatoren, welche die subjektiv empfundene Lärmbelastung der Bevölkerung widerspiegeln. Derartige Daten werden in der Regel durch Befragungen oder sonstige Rückmeldungen der Bevölkerung generiert.

Vorschläge aus der Wissenschaft setzen hingegen auf die exakte Quantifizierung einer objektiven Lärmbelastung. Entsprechende Daten stammen zum Beispiel aus den Strategischen Lärmkarten und basieren damit auf Modellrechnungen entsprechend der Vorgaben der Umgebungslärmrichtlinie (Europäische Kommission 2002). Aus diesen modellierten Daten können dann unterschiedliche Indikatoren, z. B. zur verlärmten Fläche oder zur exponierten Bevölkerung erstellt werden. Eine dritte Gruppe von Indikatoren bewertet die Entwicklung auf der Seite der Lärmemissionen und misst z. B. die Flottendurchdringungsgrade von Lärmemissionsstandards oder die verursachten Emissionen eines Straßenabschnitts.

Damit existieren drei prinzipiell gegensätzliche Indikatorkonzepte mit jeweils unterschiedlichen Indikatoren zur Bewertung der Lärmbelastung der Bevölkerung. Deren Eignung wird in Tabelle 27 vergleichend bewertet.

Tabelle 26: Übersicht über Indikatoren zur Messung der Lärmbelastung

Institution, Quelle	Indikator
<b>Nationale und supranationale Nachhaltigkeitsstrategien</b>	
Großbritannien (DEFRA 2010)	Anzahl Lärmbeschwerden je 1.000 EW
NHS Schweiz	Anteil der Bevölkerung, der sich durch Verkehrslärm gestört fühlt
EU (level 3-Indikator)(Eurostat 2011)	Anteil der Bevölkerung, der sich durch Lärm von Nachbarn oder von der Straße belästigt fühlt (Synthese nationaler Befragungsergebnisse)
<b>Mobilitätsspezifische Nachhaltigkeitsindikatoren</b>	
TERM (EU) <sup>12</sup>	Anteil der durch Verkehrslärm belasteten Bevölkerung nach Pegelklasse sowie der Bevölkerung mit starker Lärmbelastung Anzahl kommerziell genutzter Flugzeuge nach Lärmstandard (oder allg.: Durchdringungsrate der Flotte mit Lärmemissionsstandards)
<b>Vorschläge nichtstaatlicher Organisationen und der Wissenschaft</b>	
(Castillo; Pitfield 2010; Litman 2013; Gudmundsson; Sørensen 2013; Rahman; van Grol 2005)	Anteil der Bevölkerung oder Anzahl der Personen mit hoher Lärmbelastung (unterschiedliche Grenzwerte: Lden = 40dB(A), 50 dB(A), 55 dB(A), 65 dB(A)) oder nach Pegelklasse
(Journard; Gudmundsson 2010, S. 169)	Anteil der verlärmten Fläche an der Gesamtfläche
	Länge des Streckenabschnitts der jeweiligen Verkehrsinfrastruktur mit zu hohen Lärmemissionen (oder Anteil an Gesamtstrecke)
	Anteil der Bevölkerung, der innerhalb von 500 m Entfernung zur Wohnung Zugang zu ruhigen Gebieten hat

(eigene Darstellung)

<sup>12</sup> Die entsprechenden Indikatoren wurden bisher nur einmalig (2001 bzw. 2002) erhoben.

Tabelle 27: Vergleich grundsätzlicher Indikatorkonzepte im Handlungsfeld Lärm

Indikator	Bewertung je Kriterium			
	Wissenschaftliche Fundierung	Datenverfügbarkeit	Verständlichkeit	Politische Relevanz
<b>Lärmemissionen bzw. Emissionsstandards</b>				
Durchdringungsrate der Flotte mit Lärmemissionsstandards	Schlecht: Monitoring an der Quelle erlaubt keine Rückschlüsse auf die tatsächlich entstehenden Lärmbelastungen	Angenommen wird eine gute Datenverfügbarkeit, es erfolgte jedoch keine detaillierte Überprüfung	Gut	Schlecht: Indikator erlaubt keine direkten Rückschlüsse auf den politischen Handlungsbedarf
Streckenlänge mit zu hohen Lärmemissionen				
<b>Subjektive Lärmbelästigung</b>				
Anzahl Lärmbeschwerden je 1000 EW	Mittel: Gefühlte Belästigung nur teilweise durch die Exposition und stark durch weitere Faktoren beeinflusst (Giering 2010, S. 1), Daten im Zeitverlauf nicht vergleichbar	Angenommen wird eine prinzipiell gute Datenverfügbarkeit	Gut	Schlecht: Aus dem Indikator ergibt sich kein zwingender politischer Handlungsbedarf
Anteil der lärmbelästigten Personen		Gut: Erhebung alle zwei Jahre im Rahmen der Befragung „Umweltbewusstsein in Deutschland“		
<b>Objektive Lärmbelastung</b>				
Lärmbelastete (Anzahl, Anteil) über Grenzwert oder nach Pegelklasse	Gut: objektive Modellierung der für Nachhaltigkeit relevanten Exposition, Daten im Zeitverlauf bedingt vergleichbar	Mittel: Erhebung alle fünf Jahre für Ballungsräume und hochbelastete Infrastruktur (strategische Lärmkarte)	Gut	Hohe politische Relevanz und Handlungsbedarf durch Vorgaben der EU-Umgebungsärmrichtlinie
Anteil verlärmter Fläche	Mittel: objektive Modellierung, allerdings keine Ermittlung der relevanten Bevölkerungsexposition	Mittel: Informationen können leicht aus den strategischen Lärmkarten errechnet werden, Erhebung nur alle fünf Jahre	Gut	Schlecht: Politisch weniger relevant
Anteil Personen mit Zugang zu ruhigen Gebieten				Mittel: Schutz ruhiger Gebiete ist (wenig beachtetes) Schutzziel der Umgebungsärmrichtlinie

(eigene Darstellung)

Wie Tabelle 27 zeigt, besitzen die objektiven, auf modellierten Daten beruhenden Lärmbelastungsindikatoren im Bereich der wissenschaftlichen Fundierung sowie der politischen Relevanz Vorteile. Nachteilig ist der lange Zeitraum von fünf Jahren zwischen den einzelnen Erhebungen.

In der Gesamtschau schneidet der Indikator zur Erfassung der mit Lärm exponierten Bevölkerung am besten ab. Gegenüber einem auf der verlärmten Fläche oder der Nähe von ruhigen Gebieten basierenden Indikator hat er den Vorteil, dass er zum einen eine direkte Bewertung der Exposition der Bevölkerung erlaubt<sup>13</sup> und zum anderen bei der Erstellung der Strategischen Lärmkarten standardmäßig berechnet und kommuniziert wird.

### 11.3 Empfehlungen bezüglich der Entwicklung eines Lärm-Indikators

Empfohlen wird aus diesem Grund die Aufnahme eines neuen Indikators:

- *Lärmbetroffenheit der Bevölkerung:* Anteil der über einen bestimmten Pegel lärmbelasteten Personen an der Gesamtbevölkerung in kartierten Gebieten.

Für die konkrete Ausgestaltung des Indikators bzw. für Ausgestaltungsvarianten sind die folgenden Überlegungen zu beachten:

*Berücksichtigte Lärmarten:*

In den Strategischen Lärmkarten werden Lärmemissionen, Lärmimmissionen und betroffene Personen für die Lärmquellen Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm sowie Lärm von IVU-Anlagen (Industrie/Gewerbe) getrennt modelliert. Die Verantwortlichkeiten dafür liegen je nach Lärmart bei den Kommunen, den Ländern oder beim Eisenbahnbundesamt.

Die Anzahl der jeweils von verschiedenen Lärmarten betroffenen Personen kann nicht ohne weiteres aufsummiert werden, da Mehrfachbelastungen vorkommen. In der Formulierung des Indikators lässt sich dieses Problem auf unterschiedliche Art und Weise lösen:

- Im Indikator könnte nur die Entwicklung für den in der Gesamtschau dominierenden Straßenverkehrslärm angegeben werden. Verkehrslärm wird in der Bevölkerung als besonders belästigend wahrgenommen (Rückert-John; Bormann; John 2013, S. 52). Der Vorteil dieser Variante liegt in der einfachen Kommunizierbarkeit, der Nachteil in der Vernachlässigung der anderen Lärmarten.
- Gut machbar ist auch eine Ausweisung der Anzahl der lärmbeeinträchtigten Personen je Lärmart im Liniendiagramm (vgl. Vorschlag von Schönthaler; Pieck 2013, S. 69, Variante B). Die Verwendung absoluter Zahlen ermöglicht dabei auch eine Einordnung der Größe des Problems, bezogen auf die verschiedenen Lärmarten, und ist einer Indexdarstellung deshalb vorzuziehen.
- Alternativ dazu ist auch eine Darstellung des Indikators als gestapeltes Balkendiagramm möglich. Hierzu müssen aus den modellierten Lärmdaten zunächst die Anzahl der Mehrfachbelasteten, sowie die entsprechenden Zahlen für die nur durch eine Lärmquelle belasteten Personen ermittelt werden. Diese lassen sich ohne Doppelzählungen gemeinsam abbilden und erlauben neben einer Differenzierung nach Lärmquelle auch eine schnelle Einschätzung der Gesamtentwicklung über alle Lärmquellen hinweg.

---

<sup>13</sup> Einschränkung muss hier ergänzt werden, dass der Indikator nicht die reale Exposition ermitteln kann, sondern nur eine hypothetische Belastung mit Lärm an der Gebäudefassade. Eine exaktere, z. B. Schallschutzmaßnahmen am Gebäude einbeziehende Modellierung erscheint aus Gründen der Datenverfügbarkeit und Modellkomplexität zurzeit flächendeckend nicht möglich.

- Möglich, aber in der Umsetzung schwieriger sind alle Ansätze, welche über eine (teils gewichtete) energetische Addierung der einzelnen Lärmquellen eine Gesamtbelastung der betroffenen Personen ermitteln (Joumard; Gudmundsson 2010, S. 165 ff.). Vorteil dieser Variante wäre die Ermittlung der realen Exposition der Bevölkerung, welche durch lärmartenspezifische Lärmpegel unterschätzt wird. Allerdings kann bei dieser Darstellung keine Differenzierung nach Lärmverursacher erfolgen.

#### *Differenzierung der Lärmpegel:*

Die strategische Lärmkarte gibt eine differenzierte Berechnung der Lärmpegel tags ( $L_{\text{day}}$ ), abends ( $L_{\text{evening}}$ ), nachts ( $L_{\text{night}}$ ) sowie die Ermittlung eines Gesamtlärmpegels ( $L_{\text{den}}$ ) vor. Für die Berichterstattung relevant sind vor allem der Gesamtlärmpegel  $L_{\text{den}}$  sowie der Nachtlärmpegel  $L_{\text{night}}$ . Aus Sicht der Autoren erscheint die separate Ausweisung von  $L_{\text{night}}$  im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung allerdings nicht unbedingt notwendig, da in den meisten Untersuchungsgebieten zumindest für die Modellierung des Straßenverkehrslärms ein hoher funktionaler Zusammenhang zwischen  $L_{\text{den}}$  und  $L_{\text{night}}$  bestehen dürfte.

Zusätzlich wird die Ausgabe der lärmbeeinträchtigten Personen nach Pegelklasse unterschiedlich gehandhabt. Für die Lärmaktionsplanung erfolgt die Kartierung üblicherweise in 5dB-Klassen, wobei entsprechend der Tabelle 25 bei  $L_{\text{den}}$ -Werte ab 50 dB(A) leichte Belästigungsreaktionen zu erwarten sind. Alternativ bietet sich für die Nachhaltigkeitsberichterstattung zur Komplexitätsreduzierung eine Ausweisung der lärmbeeinträchtigten Personen über einem definierten Grenzwert (z. B. 65 dB(A) oder 55 dB(A)) an.

#### *Berechnungsmethodik:*

Die strategischen Lärmkarten verschiedener Ballungsräume basieren auf den gleichen methodischen Vorgaben und Berechnungsvorschriften. Trotzdem gibt es Unterschiede in der Detailliertheit der Eingangsdaten, wie z. B. den Verkehrsstärken, ab denen eine Straße in die Lärmberechnung eingeschlossen wird.

Zwangsläufig sind die Ergebnisse der einzelnen Städte deshalb schwer vergleichbar. Ähnliches gilt für Zeitreihen, da Verbesserungen in der Datenlage und veränderte Anforderungen an den Kartierungsumfang zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können, die nicht auf veränderte Lärmbedingungen zurückzuführen sind. Diese aktuell existierenden Probleme ließen sich jedoch durch die Vorgabe stringenterer Berechnungsvorschriften lösen und stehen damit der Formulierung eines Lärmindikators nicht grundsätzlich im Wege.

## 12 Handlungsfeld „Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung“

### 12.1 Skizzierung der Wirkungszusammenhänge

Für den Aus- und Neubau von Verkehrsinfrastrukturen wird zusätzlich Fläche benötigt. Dabei nehmen nicht nur die Verkehrswege an sich, sondern auch Sekundäreinrichtungen, wie bspw. Parkplätze und Bahnhöfe, Fläche in Anspruch, welche sie damit anderen Nutzungen entziehen. (Borken 2005, S. 66). Daraus resultieren vielfältige Wirkungen auf die Umwelt und Gesellschaft.

Die Neubeanspruchung von Flächen (verkürzt findet man in der Literatur auch: "Flächeninanspruchnahme" oder "Flächenverbrauch") sowie deren Zerschneidung führt zu kleineren Lebensräumen für Flora und Fauna, zerschneidet diese oder verdrängt sie sogar vollständig. Die vollständige oder teilweise Versiegelung der genutzten Fläche reduziert die Regelungs-, Produktions- und Lebensraumfunktion des Bodens (Becker u. a. 2009, S. 108; Walz u. a. 1997, S. 184). Daneben zerschneiden Verkehrswege die Landschaft und führen so zu einer Verinselung von Lebensräumen und der Zerstörung von wertvollen Biotopen. Mit der Flächenzerschneidung gehen die Trennung von Lebensräumen und die Verhinderung der Ausbreitung von Tier- und Pflanzenarten einher (Oggier; Righetti; Bonnard 2001).

Die beschriebenen Veränderungen der Flächennutzung bewirken somit die Reduzierung der genetischen Vielfalt innerhalb einer Art, eine generelle Abnahme der Arten- und Biotopvielfalt sowie die Veränderung der Landschaftsstruktur. Die damit verbundenen ästhetischen und sozialen Einschränkungen führen zudem zu einer Verringerung der Lebensqualität für den Menschen. Eine grafische Darstellung der Wirkungskette findet sich in Abbildung 14.

Verkehrsinfrastrukturen nehmen vergleichsweise viel Fläche in Anspruch. So entfielen 2010 ca. 37% der Siedlungs- und Verkehrsfläche auf die Verkehrsflächen (Statistisches Bundesamt 2012b, S. 13). Trotzdem wird für den Verkehrsbereich die Trennwirkung als dominierende Umweltwirkung angesehen (Hesse u. a. 1999, S. 38). Dabei sind besonders die letzten großen, unzerschnittenen Räume von weiterer Zerschneidung bedroht, da dort beim Bau eines neuen Verkehrsweges besonders hohe Reisezeitgewinne zu erwarten sind (Penn-Bressel u. a. 2003, S. 284).

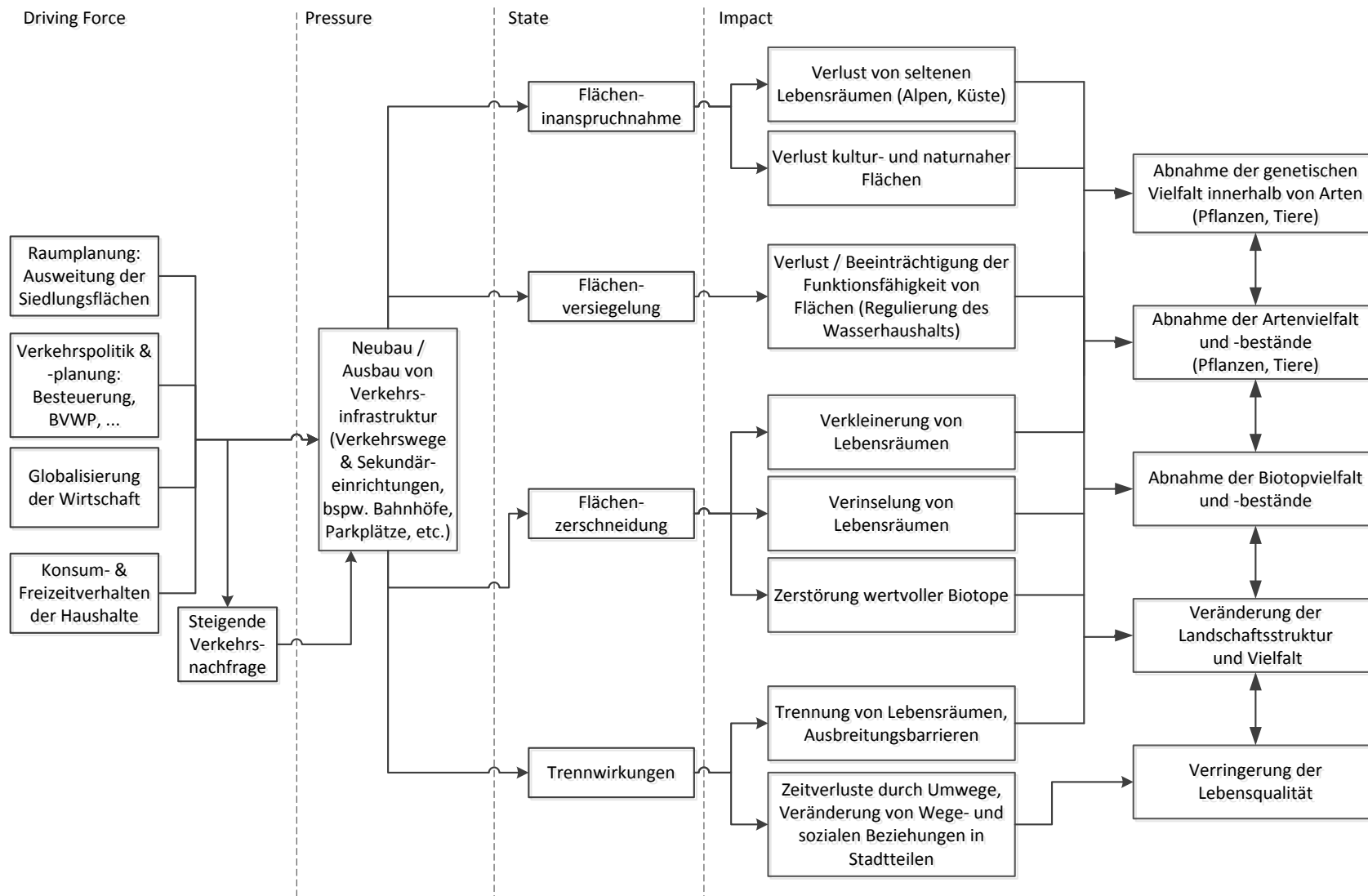
### 12.2 Indikatoren der Flächennutzung und deren Bewertung

Aktuell wird die Flächeninanspruchnahme mithilfe des Indikators 4 „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV)“ abgebildet. Der Indikator beschreibt den täglichen Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Hektar (ha) pro Tag. Zusätzlich ist aus dem Indikator ersichtlich, zu welchen Anteilen es sich bei den neu genutzten Flächen um Gebäude-, Frei-, und Betriebsflächen, um Erholungsflächen, bzw. Friedhöfe oder um Verkehrsflächen handelt.

Wie Tabelle 28 zeigt, werden darüber hinaus zahlreiche weitere Indikatoren zur Abbildung der vielfältigen mit der Flächeninanspruchnahme verbundenen Folgewirkungen diskutiert und zum Teil in fachspezifischen Indikatorsystemen bereits angewendet.

Diese Diskussion kann aufgrund des begrenzten Projektumfangs hier nicht umfassend aufgegriffen werden. Dies ist allerdings auch nicht erforderlich, da der bisher verwendete NHS-Indikator aus Sicht verschiedener ExpertInnen prinzipiell gut geeignet ist, die Nachhaltigkeitswirkungen der Flächeninanspruchnahme abzubilden (Meinel 2014; Penn-Bressel 2013; LABO 2010, S. 9). Aus diesem Grund konzentriert sich dieser Bericht auf die Darstellung der Stärken und Schwächen des aktuell verwendeten Indikators sowie eine evtl. darauf aufbauende Empfehlung zur Weiterentwicklung des Indikators.

Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie  
 Abbildung 14: Wirkungsketten im Handlungsfeld „Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung“



(eigene Darstellung, in Anlehnung an Walz u. a. 1997, S. 185)

Tabelle 28: Indikatoren zur Bewertung der Flächeninanspruchnahme

Institution, Quelle	Indikator
<b>Indikatoren für die Flächeninanspruchnahme</b>	
NHS Deutschland	Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche
NHS UK: (DEFRA 2010), NHS Schweiz, NHS EU, level 2: (Bundesamt für Statistik Schweiz 2013; Eurostat 2011)	Absolute Flächeninanspruchnahme (nach Art der Flächennutzung, z. B. Landwirtschaft, Siedlungs- und Verkehrsfläche, Wasser, Wald)
(Rahman; van Grol 2005; Bongardt u. a. 2011)	Flächeninanspruchnahme durch Verkehrsinfrastruktur in % der Gesamtfläche
(Bundesamt für Statistik Schweiz 2013; Haghshenas; Vaziri 2012; Nicolas; David 2009)	Siedlungsfläche/Verkehrsfläche pro Kopf
<b>Indikatoren für Zerschneidung</b>	
TERM (EU)	Zerschneidung von Ökosystemen und Habitaten durch Verkehrsinfrastruktur
(LIKI 2014; BMU 2010, S. 38 ff.)	Anteil unzerschnittener verkehrsarmer Räume über 100 km <sup>2</sup> an der Landesfläche
	Mittlerer Zerschneidungsgrad (effektive Maschenweite $m_{eff}$ )
<b>Indikatoren für die mit der Flächeninanspruchnahme verbundenen Umweltwirkungen</b>	
(Zietsman; Rilett 2002)	Verlust von Lebensräumen
(Rahman; van Grol 2005)	Naturschutzgebiete in der Nähe von Verkehrsinfrastruktur in km <sup>2</sup> und als Anteil der Gesamtfläche der Naturschutzgebiete
(Rahman; van Grol 2005)	Durch Infrastruktur von Lichtverschmutzung betroffene Gebiete in km <sup>2</sup>

(eigene Darstellung)

Tabelle 29 zeigt die Bewertung des aktuell in der NHS verwendeten Flächenindikators. Insgesamt repräsentiert der Indikator den durch die direkte Flächennutzung ausgeübten Druck auf die Biodiversität gut. Die separate Ausweisung der Nutzungsarten erlaubt darüber hinaus eine gute Beurteilung der Entwicklung der Verkehrsflächen. Zielvorgaben werden bisher allerdings nur für den gesamten Flächenverbrauch kommuniziert.

Weniger gut geeignet ist der Indikator für die Bewertung der indirekten Wirkungen der Zerschneidung von Habitaten. So gibt es keinen direkten linearen Zusammenhang zwischen der Entwicklung der SuV-Fläche und der Existenz großer verkehrsarmer, unzerschnittener Räume. (Siedentop u. a. 2007, S. 126) Stattdessen nimmt die Fläche großer unzerschnittener Räume mit zunehmender SuV-Fläche exponentiell ab. Die Ursache dürfte in dem vergleichsweise hohen Anreiz liegen, gerade durch diese unzerschnittenen Räume neue Verkehrswege zu bauen. (Penn-Bressel u. a. 2003, S. 284)

Kritisiert wird auch, dass der Indikator nicht die absolute Flächennutzung, sondern nur den Zuwachs an SuV-Fläche darstellt. Dies erschwert die intuitive Deutung des Indikators, schließlich erhöht sich auch bei sinkendem Indikatorwert weiterhin die insgesamt für Siedlungs- und Verkehrszwecke genutzte Fläche. Siedentop relativiert diese Kritik mit dem Verweis auf die Trägheit der Entwicklung absoluter Bestandsgrößen der Flächennutzung. Zwar kann die Flächennutzung auch als absoluter Wert ausgegeben werden, allerdings lassen sich Trendänderungen in der Flächennutzung nur sehr spät entdecken. Als Frühwarnung, bzw. für eine zeitnahe Rückmeldung der Wirksamkeit politischer Maßnahmen ist die in der NHS gewählte Darstellung deshalb geeigneter (Siedentop u. a. 2007, S. 2; und ähnlich Schmitz 2012, S. 9), zumal damit Kontinuität gewährleistet werden kann. Wichtig ist dann eine geeignete Kommunikation in der Berichterstattung.

Tabelle 29: Bewertung des Indikators zur Flächeninanspruchnahme

Kriterium	Bewertung
Wissenschaftliche Fundierung	Gut: Wirkungskette ist vorhanden, Indikator für Überblick über Problemfeld hinreichend genau, Verkehrsspezifität ist gegeben, Zerschneidungswirkungen können allerdings nur bedingt dargestellt werden
Datenverfügbarkeit	Gut: Jährliche Aktualisierung
Verständlichkeit	Mittel: Nicht die absolute Flächeninanspruchnahme, sondern die schlechter intuitiv bewertbare tägliche Zunahme wird dargestellt
Politische Relevanz	Hoch: Entsprechende Reduzierungsziele (mittel- und langfristig) wurden formuliert

(eigene Darstellung)

### 12.3 Empfehlungen bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators

Grundsätzlich kann die Beibehaltung des aktuellen Indikators als übergeordnete Kennzahl zur Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr empfohlen werden. Ergänzt werden sollte der Indikator um die von der Kommission Bodenschutz des UBA erarbeiteten Zwischenziele für 2010 und 2015, (UBA 2009, S. 11) sowie ggf. spezifische Ziele für die einzelnen Flächennutzungsarten. So spricht sich das Umweltbundesamt für eine Reduzierung des täglichen Wachstums der Verkehrsflächen von ca. 24 ha im 4-Jahres-Zeitraum 1993-1996 auf noch 6 ha pro Tag im Jahr 2020 aus.

Wie bereits dargestellt, kann der aktuelle Indikator die gravierenden Folgen einer weitergehenden Zerschneidung von Habitaten durch Verkehrswege nur unzureichend darstellen. Aus diesem Grund empfiehlt sich eine Ergänzung des bisherigen Indikators um einen Teilindikator 4b: „Landschaftszerschneidung“. Dieser Indikator wird derzeit bereits durch die Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) verwendet. Dargestellt werden dabei zwei Maßzahlen der Landschaftszerschneidung:

1. Der Anteil der unzerschnittenen verkehrsarmer Räume (UZVR) über 100 km<sup>2</sup> an der Gesamtfläche.
2. Der mittlere Zerschneidungsgrad als effektive Maschenweite  $m_{\text{eff}}$ .

## **13 Handlungsfeld „Verkehrssicherheit“**

### **13.1 Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage**

Aus Nachhaltigkeitssicht trägt eine höhere Verkehrssicherheit zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken und damit zur Erhöhung der Lebensqualität der Bevölkerung bei. Im Jahr 2012 wurden allein im Straßenverkehr 2,4 Mio. Unfälle polizeilich erfasst, es gab im Straßenverkehr 3.600 Todesfälle, 66.279 Schwer- und 318.099 Leichtverletzte. (Statistisches Bundesamt 2013c) Verbunden mit diesen Personen- und Sachschäden sind sowohl psychische und physische Schäden der Betroffenen als auch volkswirtschaftliche Schäden. (Vgl. BMVBS 2011, S. 3). Eine grafische Veranschaulichung der Folgewirkungen findet sich in Abbildung 15.

### **13.2 Verkehrssicherheit in der NHS**

Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit vermeiden Gesundheitsrisiken und tragen zur Erhöhung der Lebensqualität der Bevölkerung bei. Unfälle, und darunter Verkehrsunfälle sind allerdings nur ein Teil aller Risiken, die zu vorzeitigen Todesfällen sowie einer verminderten Lebensqualität führen können. Im Indikatorensystem zur NHS wird die gemeinsame Wirkung all dieser Faktoren mithilfe des Indikators: 14 a, b: „Vorzeitige Sterblichkeit der männlichen und weiblichen Bevölkerung unter 65 Jahren“ dargestellt.

Unfälle, welche Verkehrsunfälle einschließen, verursachen insgesamt nur 3,7% dieser vorzeitigen Todesfälle (Statistisches Bundesamt 2012b, S. 43). Eine separate Betrachtung der Verkehrsunfälle im Zuge des nationalen Nachhaltigkeits-Indikatorensystems würde vor diesem Hintergrund zusätzlichen Aufwand für einen weiteren Indikator bedeuten, dem aber ein relativ geringer gesamtgesellschaftlicher Erkenntnisgewinn gegenüberstünde. Eine Beobachtung der Verkehrsunfälle sollte eher im Rahmen eines Fach-Indikatorensystems erfolgen. Eine Übersicht über dafür potentiell nutzbare Indikatoren findet sich in Tabelle 35 im Anhang. In diesem Projekt beschränkt sich die weitere Betrachtung des Themenfelds auf Ansätze zur Verbesserung des aktuell verwendeten Indikators.

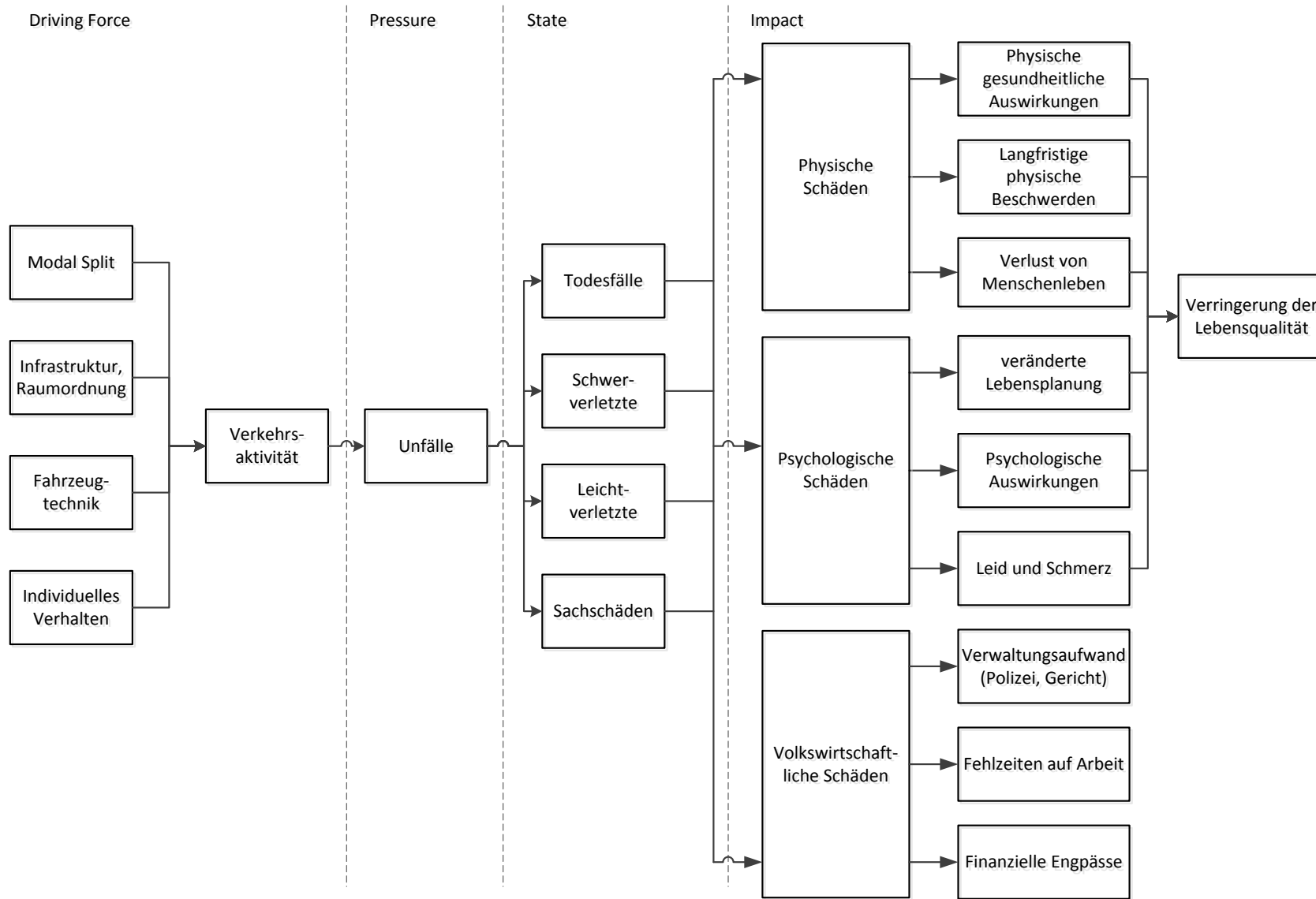
### **13.3 Empfehlungen bezüglich der Weiterentwicklung des aktuellen NHS-Indikators**

Der Nachhaltigkeitsindikator 14 a, b zeigt die Anzahl der vorzeitigen, d. h. vor dem 65. Geburtstag eintretenden Todesfälle. Die vorzeitigen Todesfälle sind dabei als leicht verständlicher Indikator für die Entwicklung gravierender Gesundheitsrisiken vor allem im Kinder- und Erwerbstätigenalter zu deuten.

Einige Aspekte der Bevölkerungsgesundheit kann der Indikator in seiner jetzigen Form allerdings nicht abdecken. So trifft der Indikator keine Aussage zur Entwicklung der Gesundheit bei Personen ab 65 Jahren. Dies wird allerdings in anderen Berichtssystemen ähnlich gehandhabt, teilweise wird die Grenze jedoch auch bei 70 Jahren gezogen (RKI 2011).

Darüber hinaus werden frühe Todesfälle gleich gewertet wie Todesfälle in höherem Alter. Eine Berücksichtigung dieser Unterschiede erfolgt beim alternativ verwendbaren Indikator für die „verlorenen Lebensjahre“ (PYLL: Potential Years of Life Lost) Dieser summiert die Anzahl der Jahre, welche je Gestorbenen noch bis zum Erreichen eines Alters von 65 bzw. 70 Jahren verblieben wären. Die Vermeidung von Verkehrsunfällen würden hier stärker gewichtet, da Sterbefälle im Verkehr häufig in jüngerem Alter auftreten (RKI 2011).

Abbildung 15: Wirkungsketten im Handlungsfeld „Verkehrssicherheit“



(eigene Darstellung)

Abschließend wird im jetzigen Indikator die gesundheitliche Lage der Bevölkerung nur teilweise wiedergegeben, da nur zwischen gestorbenen und nicht-gestorbenen Personen unterschieden wird, nicht zwischen gesunden oder gesundheitlich beeinträchtigten. Mittlerweile existiert eine Reihe von Indikatoren zur Darstellung der Lebenserwartung bei guter Gesundheit, z. B. eine Bewertung über sogenannte „Disability-adjusted Life Years“ (DALY), „Quality-adjusted Life Years“ (QALY) oder die gesunde Lebenserwartung (Health Expectancy). (Vgl. AOLG 2003, S. 19) Allen diesen Indikatoren ist gemeinsam, dass sie relativ komplex zu bilden sind und von der Öffentlichkeit evtl. schwieriger zu verstehen sind, wenngleich sie inhaltlich aussagekräftiger wären.

Eine detaillierte Abwägung der Vor- und Nachteile der genannten Indikatoren sprengt den Umfang dieses, auf Mobilitätsindikatoren fokussierenden Projekts. Zusammenfassend kann an dieser Stelle festgestellt werden, dass der aktuell verwendete Indikator die aus Sicht einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung besonders gravierenden Todesfälle im Verkehr ausreichend abbildet. Eine Umstellung des Indikators auf die Angabe der verlorenen Lebensjahre könnte den Indikator insofern verbessern, als dass er die Brisanz der Verkehrssicherheit für die gesundheitliche Lage insgesamt besser darstellen würde.

Sinnvoll erscheint aber auch eine umfassendere Begutachtung alternativer Indikatoren zur Darstellung der gesundheitlichen Lage durch entsprechende Experten und Expertinnen. Derartige Indikatoren wären dann potentiell auch in der Lage, die Entwicklung der Anzahl der Schwerverletzten bei Verkehrsunfällen angemessen zu berücksichtigen.

## 14 Handlungsfeld „Finanzielle Nachhaltigkeit im Verkehr“

### 14.1 Skizzierung der Wirkungszusammenhänge und Problemlage

Finanzielle Nachhaltigkeit tangiert insbesondere das Nachhaltigkeitsziel der Generationengerechtigkeit, dementsprechend keine finanziellen Lasten in die Zukunft verlagert werden sollten. Im Verkehrsbereich werden dabei insbesondere drei Aspekte diskutiert:

- Erhalt der Infrastruktur: Deutschland verfügt über eine gut ausgebaute, dichte Verkehrsinfrastruktur. Die Erhaltung dieses Netzes stellt Kommunen, Länder und den Bund jedoch zunehmend vor Herausforderungen. So können aufgrund fehlender Finanzmittel notwendige Erhaltungsmaßnahmen nicht durchgeführt werden, es findet ein zunehmender Substanzverlust der Infrastruktur statt (Daehre u. a. 2012, S. 10 f.).
- Eng damit verbunden ist die Forderung nach einer stärkeren Nutzerfinanzierung der Verkehrsinfrastruktur bzw. sogar nach geschlossenen Finanzierungskreisläufen. (Parlamentarische Beirat für nachhaltige Entwicklung 2011, S. 8 f).
- Ein weiterer Punkt betrifft die Internalisierung externer Kosten. Unter externen Kosten werden in diesem Zusammenhang die materiellen und immateriellen Kosten verstanden, welche durch die verkehrlichen Umweltwirkungen entstehen und nicht von den VerkehrsteilnehmerInnen bezahlt werden. Hier werden Kosten auf unbeteiligte Dritte/die Gesellschaft verlagert (van Essen u. a. 2011; U. J. Becker; Becker; Gerlach 2012).

Insgesamt werden die Themen „Substanzverfall der Infrastruktur“, „Nutzerfinanzierung“ und „Internalisierung der externen Kosten“ vor allem seit der Bundestagswahl 2013 im Verkehr intensiv diskutiert. Trotzdem hat der Verkehrsbereich hier gegenüber den anderen Sektoren keine Sonderstellung. Passende Indikatoren sind deshalb auf Ebene der Gesamtgesellschaft und sektorübergreifend zu diskutieren. Deshalb beschränken wir uns an dieser Stelle auf eine kurze, skizzenhafte Kommentierung des entsprechenden Indikators in der NHS sowie weiterer üblicherweise verwendeter Indikatoren.

### 14.2 Indikatoren und deren Bewertung

#### *Indikatoren für den Erhalt der öffentlichen Infrastruktur in der NHS*

Der Erhaltungszustand der öffentlichen Infrastruktur wird im Indikatorsystem zur NHS nicht beobachtet. Ein inhaltlich ähnlich gelagerter Indikator ist der Indikator 7 „Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP“. Dieser Indikator ist allerdings aus den folgenden Gründen nicht zur Bewertung des Erhaltungszustands öffentlicher Infrastruktur geeignet:

- Investitionen können dem Erhalt dienen, umfassen aber auch Neubauvorhaben. Je nach Priorisierung schließen sich steigende oder hohe Investitionen und ein weiter zunehmender Verfall des Bestands nicht aus.
- Die Investitionsquote sagt wenig über die Nachhaltigkeitswirkungen dieser Investition aus. Investitionen können zu einer Verringerung der Umweltbelastungen führen, diese aber auch erhöhen. Sie können Arbeitsplätze schaffen oder vernichten. Insgesamt ist damit aus Nachhaltigkeitssicht nicht klar bewertbar, ob steigende Investitionen gut oder schlecht sind, wie bzw. von wem sie finanziert wurden oder welcher Investitionsanteil positiv zu bewerten ist.

Wie Tabelle 36 im Anhang zeigt, gibt es alternative Ansätze, die sich einerseits auf den monetären Wert der vorhandenen Infrastruktur beziehen, bzw. andererseits ganz konkret den baulichen Zustand der Infrastruktur bewerten. Diese genannten Alternativen entstammen dem Verkehrsbereich, können

prinzipiell aber auch zur Bewertung des Zustands weiterer öffentlicher Infrastrukturen genutzt werden. Denkbare Indikatoren wären dann beispielsweise:

- Der Modernitätsgrad der Infrastruktur, evtl. unterschieden nach Gebietskörperschaft oder Infrastruktortyp. Der Modernitätsgrad ist dabei eine Kenngröße, die aus der Vermögensbilanzen berechnet wird; er ist der Quotient zwischen dem Restwert der Infrastruktur zum aktuellen Zeitpunkt und dem ehemaligen Wert der Infrastruktur bei Erstellung. Der Modernitätsgrad ist damit eine Maßzahl für das durchschnittliche Alter (und die damit verbundene Abnutzung) einer Infrastruktur.
- Der bauliche Erhaltungszustand der Infrastruktur, gemessen als Anteil der öffentlichen Infrastruktur, der eine bestimmte bauliche Qualität unterschreitet. Dieser bauliche Zustand der Infrastruktur wird z. B. im Bereich der Autobahnen und Bundesfernstraßen regelmäßig detailliert bewertet und kann von daher problemlos ausgewertet werden. Die Herausforderung läge damit in einer vergleichbaren, flächendeckenden Datenbasis für Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen sowie andere Infrastrukturen, z. B. öffentlichen Gebäuden.

In erster Näherung scheinen beide Indikatoren geeignet; für eine endgültige Beurteilung wäre allerdings eine detailliertere Prüfung z. B. bezüglich der Eignung der Abgrenzungen und Wertansätze der Vermögensbilanz oder der Datenqualität notwendig.

#### *Indikatoren zur Nutzerfinanzierung bzw. zu geschlossenen Finanzierungskreisläufen*

Indikatoren zur Nutzerfinanzierung sind im Indikatorsystem zur NHS nicht enthalten. Potentiell geeignet wären in diesem Bereich Indikatoren, welche sogenannte Kostendeckungs- oder Eigenwirtschaftlichkeitsgrade beschreiben. In der Praxis ist die Aussagekraft derartiger Indikatoren jedoch umstritten. Dies liegt vor allem daran, dass je nach gewählter Abgrenzung, Methodik und Wertansätzen sehr unterschiedliche Ergebnisse entstehen können. Da überdies die Zurechenbarkeit einzelner Kostenarten stark umstritten ist, wird es hier auf absehbare Zeit nicht möglich sein, einen allgemein anerkannten Indikator zu definieren. (Friedemann; Becker 2010; Cerwenka 2009)

#### *Indikatoren zur Darstellung der Höhe der jährlich verursachten externen Kosten*

Verschiedentlich werden auch Indikatoren zur Abbildung der Höhe der externen Kosten vorgeschlagen (z. B. Castillo; Pitfield 2010; sowie in anderem Kontext: Rat für Nachhaltige Entwicklung 2012, S. 4). Stark vereinfacht sind externe Kosten die materiellen und immateriellen Kosten aller (berücksichtigten) Umweltschäden, die nicht von den Verursachern getragen werden. Sie sind ein Maß für die Funktionsfähigkeit der Märkte, die Ineffizienz wirtschaftlicher Prozesse und für den Grad der erreichten Kostenwahrheit.

Im Vergleich zu den Indikatoren zur Darstellung physischer Umweltschäden sind derartige Indikatoren allerdings vergleichsweise umstritten. Die wichtigsten Argumente gegen die Implementierung sind die folgenden:

- Die Berechnung der externen Kosten ist methodisch nicht abgesichert, verlässliche Aussagen über die Höhe der Kosten sind deshalb nicht möglich (Bundesregierung Deutschland 2012, S. 61).
- Der Indikator ist am Ende nur sinnvoll bilanzierbar, wenn die zugrundeliegenden Wirkungen hinreichend genau bekannt und quantifizierbar sind. In diesem Fall ist aber eine separate Bilanzierung der Umweltwirkungen sinnvoller, da nur diese konkrete Hinweise auf den Handlungsbedarf liefern. Eine gleichzeitige Bilanzierung der physischen und monetären Wirkungen würde überdies zu Redundanzen und Doppelzählungen führen. (Hesse u. a. 1999, S. 41 f.)
- Schlussendlich wird auch die politische Akzeptanzfähigkeit des Indikators angezweifelt. So gibt es sehr unterschiedliche Ansichten über die einzubeziehenden Wirkungen, die Höhe von

Kostensätzen sowie methodische Abgrenzungen (Friedemann; Becker 2010). Hinzu kommen unterschiedliche Auffassungen darüber, ob bestimmte Abgaben als Internalisierungsbeitrag der Verursacher gewertet werden könnten (Hirte 2008). Insgesamt wird deshalb angezweifelt, dass in absehbarer Zeit die Konstruktion eines aussagekräftigen, konsensfähigen Indikators möglich ist. (Bracher 2014)

Diese Argumente können mittlerweile jedoch teilweise entkräftet werden. So wurden auf nationaler und europäischer Ebene große Erfolge in der Vereinheitlichung der Berechnungsmethoden und Wertansätze erzielt (UBA 2012b; Korzhenevych u. a. 2014), so dass hier ein methodisch abgesichertes Vorgehen prinzipiell möglich ist. Beispielsweise werden externe Kosten bereits standardmäßig in die Nutzen-Kosten-Analysen des BVWP, aber auch in der Berechnung der Wegekosten des Lkw-Verkehrs ermittelt (Korn u. a. 2014).

Dem Argument einer Doppelzählung kann entgegengehalten werden, dass die Berechnung der externen Kosten mehr als eine bloße Summierung unterschiedlicher Wirkungen ist. Im Zuge der Monetarisierung erfolgt eine Bewertung der physischen Schäden anhand der gesellschaftlichen Präferenzen, im Indikator steckt damit ein „Mehr“ an Informationen.

Schwierig bewertbar ist die politische Konsensfähigkeit eines entsprechenden Indikators. Aus diesem Grund kann an dieser Stelle keine uneingeschränkte Empfehlung für die sofortige Einführung eines Indikators zur Höhe der externen Kosten (z. B. in Verkehr, Energiewirtschaft und Landwirtschaft) erfolgen. Es ist aber aus unserer Sicht dringend erforderlich, den entsprechenden gesellschaftlichen Diskussionsprozess zu starten.

## 15 Zusammenfassende Darstellung der Indikatorvorschläge

Abschließend erfolgt an dieser Stelle noch einmal eine tabellarische Zusammenfassung der im Projekt entwickelten Indikatorvorschläge.

Tabelle 30: Zusammenfassung der Indikatorvorschläge

Handlungsfeld	Aktuelle Indikatoren der NHS mit Bezug zum Handlungsfeld	Im Projekt erarbeiteter Vorschlag zur Weiterentwicklung der Indikatoren
<b>Direkter Verkehrsbezug</b>		
1. Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung	11a Gütertransportintensität	11a Endenergieverbrauch im Güterverkehr (Inland), dieser Indikator wird in der grafischen Abbildung durch folgende erklärende Graphen ergänzt: - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Güterverkehr (Inlandsprinzip) - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Güterverkehr (Inländerprinzip) - Verkehrsleistung im Güterverkehr (Inlandsprinzip) - Energieeffizienz im Güterverkehr (Inlandsprinzip)
	11b Personentransportintensität	11b Endenergieverbrauch im Personenverkehr (Inland), dieser Indikator wird in der grafischen Abbildung durch folgende erklärende Graphen ergänzt: - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Personenverkehr (Inlandsprinzip) - CO <sub>2</sub> -Emissionen im Personenverkehr (Inländerprinzip) - Verkehrsleistung im Personenverkehr (Inlandsprinzip) - Energieeffizienz im Personenverkehr (Inlandsprinzip)
	11c Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderung	Streichung des Teilindikators
	11d Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderung	Streichung des Teilindikators
2. Mobilität sichern	Derzeit kein Indikator vorhanden	Neuer Indikator 11c: „Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen“, welcher den Anteil der Bevölkerung je Raumtyp ausweist, der innerhalb von maximal 1000 m fußläufiger Entfernung zu einem Lebensmittelgeschäft wohnt. Neuer Indikator 11d: „Erreichbarkeit der Einrichtungen des gehobenen Bedarfs“, welcher den Anteil der Bevölkerung ausweist, der mit öffentlichen Verkehrsmitteln das nächste Mittelzentrum in 30 min und das nächste Oberzentrum in 60 min erreichen kann.

Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie

Handlungsfeld	Aktuelle Indikatoren der NHS mit Bezug zum Handlungsfeld	Im Projekt erarbeiteter Vorschlag zur Weiterentwicklung der Indikatoren
<b>Indirekter Verkehrsbezug (sektorübergreifend)</b>		
3. Nutzung energetischer Ressourcen	1a Energieproduktivität	Streichung des Teilindikators
	1b Primärenergieverbrauch	farblicher Kennzeichnung der beitragenden Sektoren im Balkendiagramm, Ergänzung eines separaten Liniengraphs zur Darstellung des Primärenergieverbrauchs entsprechend des Inländerprinzips.
	3a Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch	Kein Änderungsvorschlag
4. Klimaschutz	2 Treibhausgasemissionen in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten	<p>farbliche Kennzeichnung des Beitrags der einzelnen Sektoren zur Gesamtheit der CO<sub>2</sub>-Emissionen (Verkehr, Haushalte, Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Energiewirtschaft) im Balkendiagramm,</p> <p>Ergänzung eines separaten Liniengraphs zur Darstellung der gesamten Treibhausgas-Emissionen entsprechend des Inländerprinzips (konsumbasiert), dieser Graph sollte auch den Beitrag der internationalen Verkehre (Personenverkehr + Güterimport) beinhalten</p>
5. Luftqualität	13 Schadstoffbelastung der Luft (NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , NMVOC, SO <sub>2</sub> )	<p>Anpassung des aktuellen Indikators.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zusätzliches Monitoring der Partikel-Emissionen (als PM<sub>0,1</sub>-, PM<sub>2,5</sub>-oder PM<sub>10</sub>-Emissionen, bzw. der Partikelanzahl),</li> <li>- Verzicht auf ein Monitoring der SO<sub>2</sub>-Emissionen,</li> <li>- Aktualisierung der verwendeten Umweltqualitätsziele und Zieljahre</li> <li>- Verzicht auf den Index zur Gesamtentwicklung aller Luftschadstoffe</li> </ul>
6. Lärm	Kein Indikator vorhanden	Neuer Indikator „Lärmbetroffenheit der Bevölkerung“, basierend auf den Daten der strategischen Lärmkarten
7. Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung	4 Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Beibehaltung des aktuellen Indikators, ergänzt um einen Indikator 4b: „Landschaftszerschneidung“.
8. Verkehrssicherheit	14a,b Vorzeitige Sterblichkeit von Männern und Frauen	Beibehaltung des Indikators. Es sollte aber geprüft werden, ob eine Verbesserung der Aussagekraft durch einen die gesundheitliche Lage besser darstellenden Indikator (PYLL, DALY, QUALY) möglich und sinnvoll ist.
9. Finanzielle Nachhaltigkeit	7 Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP	<p>Kein Änderungsvorschlag. Es sollte aber geprüft werden, ob ein Indikator „Modernitätsgrad der öffentlichen Infrastruktur“ oder „Baulicher Erhaltungszustand der öffentlichen Infrastruktur“ (inkl. Öffentliche Gebäude, Verkehrsinfrastruktur) umsetzbar und geeignet ist.</p> <p>Gleichzeitig ist die politische Umsetzbarkeit eines Indikators zur Höhe der „Externen Kosten“ in wichtigen Sektoren zu überprüfen.</p>

## Anhang

Tabelle 31: Identifizierte Handlungsbereiche in Strategiedokumenten

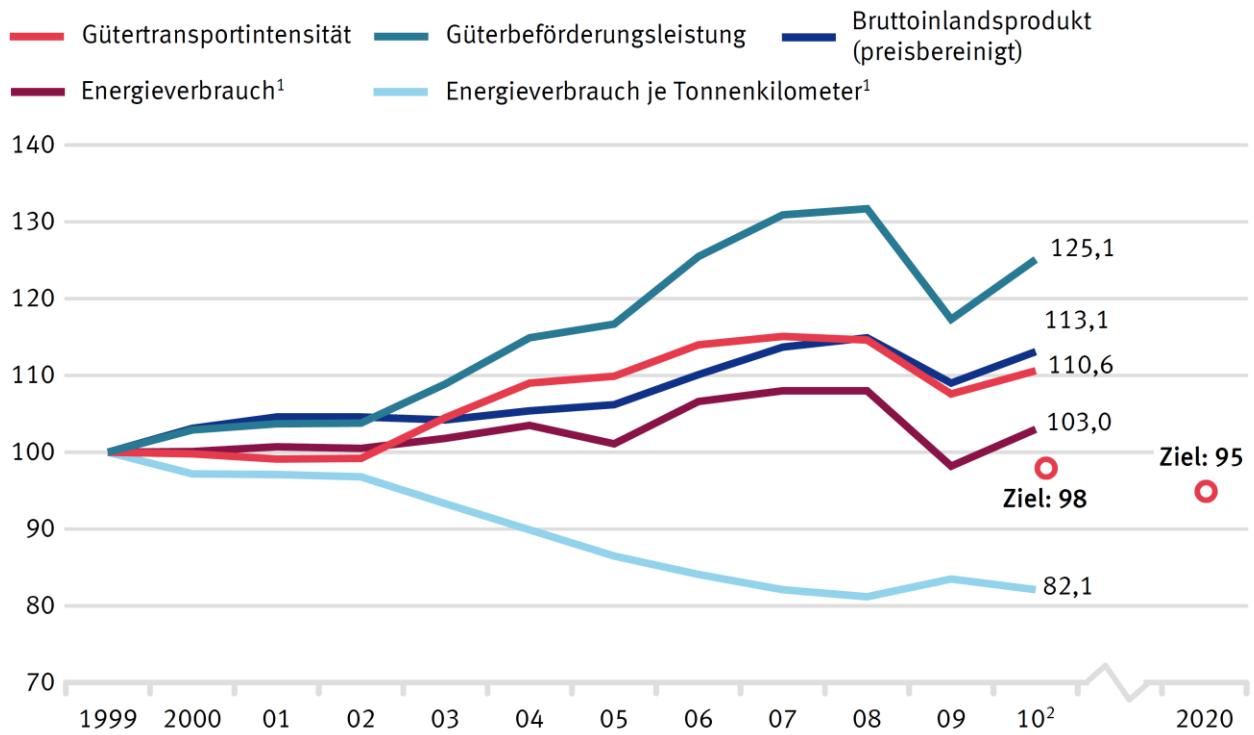
Handlungsfelder	Teilaspekte	Nachhaltigkeitsstrategie, 2002	PBNE: Positionspapier Mobilität, 2011	Fortschrittsbericht NHS, 2012	Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie, 2013	EU-Nachhaltigkeitsstrategie, 2006	KOM 433 (2008)	EU: Fahrplan CO <sub>2</sub> -arme Wirtschaft	Weißbuch Verkehr	Grünbuch Stadtverkehr	UK (DEFRA 2010)	CH (Talent 2013)	TERM (EEA 2012)
Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung	Verkehrswachstum (Luft, Güter)	x	x			x							
	Staus (in Städten)	x	x							x			
	Transportintensität					x					x	x	
	Modal Split		x	x					x	x			
Mobilität sichern	Zugang, Erreichbarkeit, Teilhabe, soziale Exklusion									x	x		x
	Mobilität älterer Menschen	x	x	x									
	Mobilität ärmerer Menschen												
	Barrierefreiheit									x			
	Mobilität im ländlichen Raum	x	x										
Energieverbrauch	Energieverbrauch	x	x	x	x	x		x				x	x
	Energiemix		x	x	x	x		x	x				
	Energieeffizienz					x		x	x			x	x
Klimaschutz	Treibhausgasemissionen	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Flächenverbrauch	Flächenverbrauch	x									x	x	x
	Zerschneidung			x									
Luftqualität	Emission von Luftschadstoffen	x	x			x	x		x	x	x		x
Lärm	Lärm	x	x	x		x			x	x	x	x	x
Unfälle	Unfälle	x					x			x	x		x
Finanzielle Nachhaltigkeit	Nutzerfinanzierung		x						x	x			
	Externe Kosten						x	x	x				x
	Substanzerhalt/Schulden		x									x	x
	Subvention, fairer Wettbewerb								x				x

(eigene Darstellung)

Tabelle 32: Identifizierte Handlungsbereiche in wissenschaftlichen Quellen

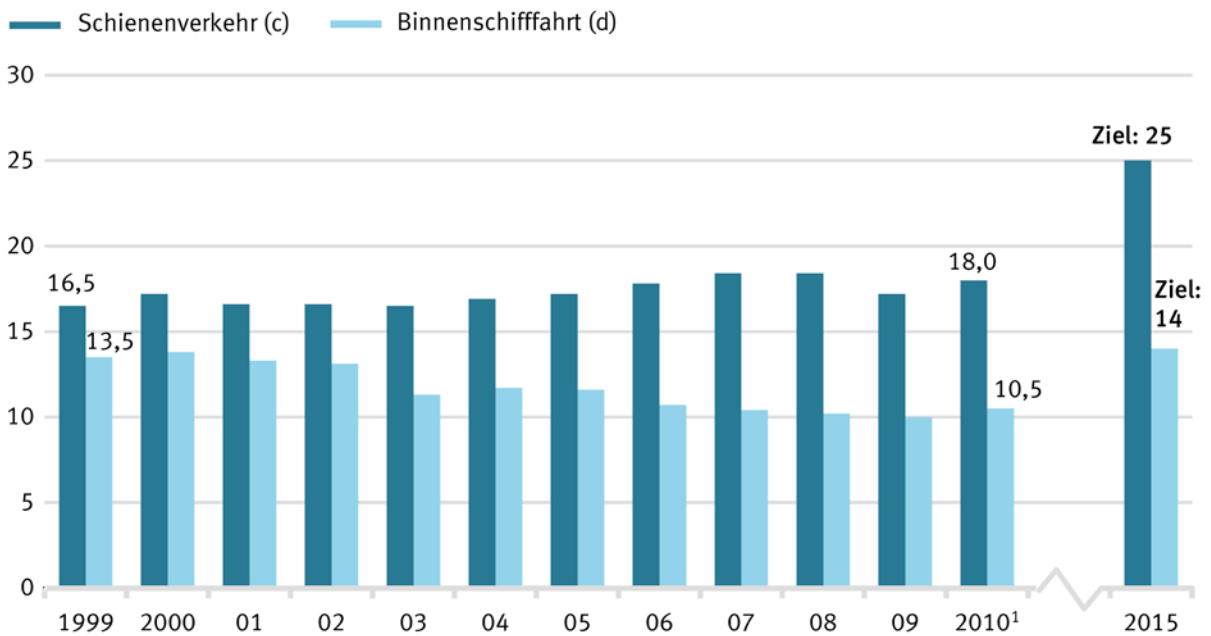
Handlungsfelder	Teilaspekte	(Bongardt u. a. 2011)	(Black 2010)	(Grunwald; Kopfmüller 2012)	(Richardson 2005)	(Holz-Rau 2011)	(Castillo; Pitfield 2010)	(Cormier; Gilbert 2005)	(Gudmundsson; Sørensen 2012)	(Haghshenas; Vaziri 2012)	(Transportation Research Board 2008)	(Litman 2013)	(Marsden 2005)	(Nicolas; Pochet; Poimboeuf 2003)	(Zietsman; Rilett 2002)	(Zito; Salvo 2011)	
Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung	Verkehrswachstum (Luft, Güter)		X	X													
	Staus (in Städten)		X		X												
	Transportintensität	X							X								
	Modal Split		X	X													
Mobilität sichern	Zugang, Erreichbarkeit, Teilhabe, soziale Exklusion	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	
	Mobilität älterer Menschen, Barrierefreiheit					X											
	Mobilität ärmerer Menschen							X		X	X	X		X	X	X	
	Mobilität im ländlichen Raum																
Energieverbrauch	Energieverbrauch, Energieeffizienz		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
	Energiemix				X	X											
Klimaschutz	Treibhausgasemissionen	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X			
Flächenverbrauch	Flächenverbrauch	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		
	Zerschneidung			X		X											
Luftqualität	Emission von Luftschadstoffen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lärm	Lärm		X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X		
Unfälle	Unfälle	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Finanzielle Nachhaltigkeit	Nutzerfinanzierung																
	Externe Kosten, Subvention, fairer Wettbewerb	X	X				X	X			X	X		X	X		
	Substanzerhalt/Schulden	X				X		X		X	X	X		X			X

Abbildung 16: Der Indikator 11a „Gütertransportintensität“



(Statistisches Bundesamt 2012a, S. 34)

Abbildung 17: Der Indikator 11c,d „Anteil von Schiene und Binnenschifffahrt an der Gütertransportleistung“



(Quelle: Statistisches Bundesamt 2012a, S. 38)

Tabelle 33: Indikatoren zur Messung der gesellschaftlichen Wohlfahrt

Quelle	Indikator
<b>Indikatoren, die auf die Teile des BIP fokussieren, die am ehesten verkehrserzeugend sind</b>	
(DEFRA 2010, S. 22)	Konsumausgaben der privaten Haushalte (für Personenverkehr)
(Stead 2001, S. 40)	Kaufkraft der Haushalte bzw. durchschnittliches Einkommen
(Stead 2001, S. 40)	Output bzw. Bruttowertschöpfung der Industrie
(Schneider u. a. 2006, S. 56)	BIP, abzüglich der Wertschöpfung der Verkehrsbranche sowie der Exporte
<b>Angepasste, Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigende Wohlstandsindizes</b>	
(Diefenbacher u. a. 2013)	Nationaler Wohlfahrtsindex (NWI)
(Stead 2001, S. 39; UNEP 2011, S. 35)	Genuine savings
	ISEW (Index of Sustainable Economic Welfare)
	Genuine progress indicator
<b>Indikatoren zur direkten Messung von Wohlbefinden, bzw. Lebensqualität</b>	
(UNEP 2011, S. 35)	Happiness Index
(Steinberger; Roberts 2010; UNEP 2011, S. 35)	Human Development Index (HDI)
(Steinberger; Roberts 2010)	Die Alphabetisierungsrate oder die Lebenserwartung als Teilaspekt des HDI

(eigene Darstellung)

Tabelle 34: Übersicht zu Indikatoren zur Messung der Entkopplung

Institution, Quelle	Indikator
<b>Nationale und supranationale Nachhaltigkeitsstrategien</b>	
Deutschland, Schweiz	Transportintensität (tkm/BIP; Pkm/BIP)
Großbritannien (Indikatorenset 2010): (DEFRA 2010)	Keine Bildung von Effizienzindikatoren, dafür gemeinsame Darstellung der Wirkungen und der Entwicklung des BIP, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung der Güterbeförderungsleistung (tkm) und des BIP</li> <li>- Entwicklung der CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> Emissionen und des BIP</li> <li>- Entwicklung Pkw-km, CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Kaufkraft der Haushalte</li> </ul>
Großbritannien (Indikatorenset 2013): (DEFRA 2013)	Indikatorensystem enthält keine direkten Entkopplungsindikatoren mehr, Fokus liegt auf den absoluten Umweltwirkungen (Lärm, CO <sub>2</sub> , Luftqualität),
EU (level 1-Indikator)	Gesamtenergieverbrauch des Verkehrs im Verhältnis zum BIP
<b>Mobilitätsspezifische Nachhaltigkeitsindikatorensysteme</b>	
TERM: (EEA 2012)	Im TERM-Kernindikatorensystem ist kein direkter Entkopplungsindikator enthalten, dafür verschiedene Indikatoren zur Entwicklung der absoluten Umweltwirkungen und der Verkehrsleistungen sowie Modal-Split-Anteile
<b>Vorschläge nichtstaatlicher Organisationen und der Wissenschaft</b>	
(Schneider u. a. 2006)	Fahrleistung (Fzkm oder Zugkm) je BIP verkehrliche CO <sub>2</sub> -Emissionen/BIP verkehrliche Luftschadstoffemissionen/BIP
(UNEP 2011, S. 111; Zhang; Wang 2013)	Entkopplungsindex (DI): Veränderungsrate Aufwandsgröße / Veränderungsrate „Nutzengröße“; aus dem Ergebnis lässt sich leicht ablesen, ob <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entkopplung stattfindet (DI &lt;1) oder nicht (DI &gt;=1)</li> <li>2. Diese Entkopplung relativ (0 &lt;DI &lt;1) oder</li> <li>3. absolut (DI &lt;=0) ist</li> </ol> Nur bei absoluter Entkopplung sinken die absoluten Umweltwirkungen
(De Ceuster u. a. 2005)	Spezifische Verkehrsleistung (tkm/t bzw. Pkm/Kopf)
(Litman 2013), (Castillo; Pitfield 2010)	Transportvolumen (tkm bzw. Pkm)
(Litman 2009)	Energieverbrauch je tkm
(Zito; Salvo 2011)	Energieverbrauch je MIV-km bzw. ÖV-km
(Haghshenas; Vaziri 2012)	Energieverbrauch im Verkehr pro Kopf

(eigene Darstellung)

Tabelle 35: Potentielle Indikatoren im Handlungsfeld Unfälle

Institution, Quelle	Indikator
<b>Nationale und supranationale Nachhaltigkeitsstrategien, mobilitätsspezifische Indikatorsysteme</b>	
(DEFRA 2010)	Anzahl im Straßenverkehr getöteter und schwerverletzter Personen sowie Kinder
(TERM EEA 2012)	Anzahl der Verkehrstoten
<b>Vorschläge nichtstaatlicher Organisationen und der Wissenschaft</b>	
(Gudmundsson; Sørensen 2013; Bongardt u. a. 2011; Castillo; Pitfield 2010)	Anzahl von Todesfällen im (Straßen)verkehr Anzahl (schwer)verletzter Personen im (Straßen)verkehr
(Social Exclusion Unit 2003; Hesse u. a. 1999; Rahman; van Grol 2005)	Jährlich getötete zu Fuß gehende Kinder je 1000 Einwohner Getötete nach Alter sowie Anteil Senioren und Kinder an den Getöteten Anzahl der jährlich getöteten und schwerverletzten Menschen nach Altersgruppen je 1000 Menschen der jeweiligen Altersgruppe Getötete nach Art der Verkehrsteilnahme (Modus, MitfahrerIn/FahrerIn) sowie Anteil der Modi an den Getöteten
(Zito; Salvo 2011; Litman 2013; Hesse u. a. 1999)	Anzahl von Todesfällen im (Straßen)verkehr je 10.000 Einwohner Anzahl (Schwer)verletzter je 10.000 Einwohner
(Litman 2013; Rahman; van Grol 2005) (Sayeg; Starkey; Huizenga 2013)	Unfallkosten pro Kopf Unfallkosten nach Verkehrsträger Anteil der Unfallkosten am Bruttosozialprodukt
(Rahman; van Grol 2005)	Anzahl der jährlichen Unfälle mit Wildtieren nach Verkehrsträger
(Rahman; van Grol 2005)	Bei Unfällen freigesetzte Schadstoffe nach Verkehrsträgern und nach Schadstoffart

(eigene Darstellung)

Tabelle 36: Indikatoren zur Bewertung der finanziellen Nachhaltigkeit im Verkehr

Institution, Quelle	Indikator
<b>Substanzerhalt der Infrastruktur + Finanzierung</b>	
(Daehre u. a. 2012, S. 11)	Bruttoinvestitionen im Verkehr
	Anteil Verkehrsinvestitionen am BIP
	Modernitätsgrad (Nettoanlagevermögen/Bruttoanlagevermögen) <sup>14</sup>
	Substanzwert Fahrbahnoberfläche, aggregierte Kennziffer (1-4), Einzelkriterien sind dabei u. a.: Ebenheit, Griffigkeit, Oberfläche
(Bundesamt für Statistik Schweiz 2014)	Kostendeckungsgrad (anrechenbare Einnahmen im Verhältnis zu anrechenbare Ausgaben, entsprechend der Abgrenzungen der Ausgabenrechnung)
	Eigenwirtschaftlichkeitsgrad (anrechenbare Einnahmen im Verhältnis zu anrechenbare Ausgaben, entsprechend der Abgrenzungen der Kapitalrechnung)
<b>Internalisierung externer Kosten</b>	
(Castillo; Pitfield 2010)	Höhe der jährlich verursachten externen Kosten

(eigene Darstellung)

<sup>14</sup> Das Bruttoanlagevermögen ist die Summe aller getätigten Investitionen im insgesamt bilanzierten Zeitraum, ausgewiesen in den Preisen eines Bezugsjahres (maximaler Wert). Bei zeitlich begrenzt nutzbaren Anlagevermögen mindert sich über die Nutzungszeit hinweg der Wert der bilanzierten Güter, in der Bilanz erfolgt dies durch Abschreibung. Das Nettoanlagevermögen stellt dann das im jeweiligen Betrachtungsjahr verbliebene Anlagevermögen dar. Der Modernitätsgrad als Quotient aus Netto- und Bruttoanlagevermögen ist damit auch eine Maßzahl für das durchschnittliche Alter der Infrastruktur im Vergleich zum angenommenen Nutzungszeitraum (Abschreibungszeitraum).

## Quellenverzeichnis

- Altenburg, Sven; Gaffron, Philine; Gertz, Carsten (2009): Teilhabe zu ermöglichen bedeutet Mobilität zu ermöglichen. WISO Diskurs. Online im Internet: <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/06482.pdf> (Zugriff am: 28.05.2014).
- AOLG (2003): Indikatorenansatz für die Gesundheitsberichterstattung der Länder. Online im Internet: [http://www.gbe-bund.de/gbe10/owards.prc\\_show\\_pdf?p\\_id=9768&p\\_sprache=d](http://www.gbe-bund.de/gbe10/owards.prc_show_pdf?p_id=9768&p_sprache=d) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Banister, David; Stead, Dominic (2002): Reducing Transport Intensity. In: European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2 (3/4), S. 161–178.
- Bauer, Uta u. a. (2011): Ohne Auto einkaufen. Nahversorgung und Nahmobilität in der Praxis. Werkstatt: Praxisheft 76. Online im Internet: [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/WP/2011/heft76\\_DL.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/WP/2011/heft76_DL.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (Zugriff am: 01.08.2014).
- Bauer, Uta; Scheiner, Joachim; Liepe, Susanne (2011): Nahversorgung und Nahmobilität: Verkehrsverhalten und Zufriedenheit. BMVBS-Online-Publikation 08/2011. Online im Internet: [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL\\_ON082011.pdf](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL_ON082011.pdf) (Zugriff am: 01.09.2014).
- BBSR (2014): Wie weit ist es zum nächsten Supermarkt? Modell veranschaulicht regionale Unterschiede in der Nahversorgung. Online im Internet: <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Home/Topthemen/supermarkt.html> (Zugriff am: 22.10.2014).
- BBSR (2012): Raumordnungsbericht 2011. Online im Internet: [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2012/DL\\_ROB2011.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2012/DL_ROB2011.pdf?__blob=publicationFile&v=2).
- Becker, Udo u. a. (2009): Grundwissen Verkehrsökologie. Dresden: DIVU e. V.
- Becker, Udo J.; Becker, Thilo; Gerlach, Julia (2012): Externe Autokosten in der EU-27. Überblick über existierende Studien. Online im Internet: <http://www.greens-efa.eu/de/the-true-costs-of-automobility-8787.html> (Zugriff am: 01.09.2014).
- BKG (2013): Verwaltungsgrenzen Deutschland. Online im Internet: <http://www.bkg.bund.de> (Zugriff am: 10.01.2014).
- Black, William R. (2010): Sustainable Transportation: Problems and Solutions. New York: Guilford Publications.
- BMU (2010): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Online im Internet: [http://www.biologischesvielfalt.de/indikatoren\\_nbs.html](http://www.biologischesvielfalt.de/indikatoren_nbs.html) (Zugriff am: 29.09.2013).
- BMVBS (2011): Verkehrssicherheitsprogramm 2011. Online im Internet: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/verkehrssicherheitsprogramm-2011.html> (Zugriff am: 01.09.2014).
- BMW; BMU (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Online im Internet: <http://www.nachhaltigkeit.info/media/1285831803phpz9Rqi2.pdf?sid=fd432471bca08446dfa5d43a7822e839> (Zugriff am: 02.07.2013).
- Bongardt, Daniel u. a. (2011): Sustainable Transport Evaluation: Developing Practical Tools for Evaluation in the Context of the CSD Process. Online im Internet: [http://www.un.org/esa/dsd/resources/res\\_pdfs/csd-19/Background Paper 10 - transport.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/resources/res_pdfs/csd-19/Background Paper 10 - transport.pdf) (Zugriff am: 14.10.2013).

- Bork, Sebastian; Müller-Teut, Hilmar (2013): Erreichbarkeitsanalyse am Beispiel der Region Coburg. Zukunftsforum Ländliche Entwicklung – Szenarien für die Daseinsvorsorge in ländlichen Räumen. Online im Internet: <http://www.regionale-daseinsvorsorge.de/60/> (Zugriff am: 04.09.2014).
- Borken, Jens (2005): Umweltindikatoren als ein Instrument der Technikfolgenabschätzung (Diss.). Online im Internet: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1938/> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Bracher, Tilman (2014): Mündliche Aussage von Tilman Bracher, DIFU, im Rahmen des Projekt-Workshops im UBA, Berlin am 31. 01.2014.
- Bruckner, Martin; Polzin, Christine; Giljum, Stefan (2010): Counting CO<sub>2</sub> Emissions in a Globalised World. Online im Internet: [http://www.socioeco.org/bdf/en/corpus\\_document/fiche-document-1441.html](http://www.socioeco.org/bdf/en/corpus_document/fiche-document-1441.html) (Zugriff am: 03.06.2014).
- Bundesamt für Statistik Schweiz (2013): MONET Indikatoren nach Themen geordnet. Online im Internet: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/21/02/ind32.approach.3201.html> (Zugriff am: 15.07.2013).
- Bundesamt für Statistik Schweiz (2014): Strassenrechnung. Online im Internet: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/02/blank/02.html> (Zugriff am: 18.05.2003).
- Bundesregierung Deutschland (2002a): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Online im Internet: [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.html?nn=507880](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.html?nn=507880) (Zugriff am: 03.06.2014).
- Bundesregierung Deutschland (2002b): Perspectives for Germany. Our Strategy for Sustainable Development. Online im Internet: [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/2006-2007/perspektives-for-germany-langfassung.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2006-2007/perspektives-for-germany-langfassung.html) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Bundesregierung Deutschland (2012): Nationale Nachhaltigkeitsstrategie. Fortschrittsbericht 2012. Online im Internet: [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2012-05-21-fortschrittsbericht-2012-barrierefrei.html?nn=507880](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2012-05-21-fortschrittsbericht-2012-barrierefrei.html?nn=507880) (Zugriff am: 03.06.2014).
- Buyny, Sarka u. a. (2008): Umweltökonomische Aspekte der Globalisierung. Teil 2: CO<sub>2</sub>-Emissionen des internationalen Güter- und Personenverkehrs. In: *Wirtschaft und Statistik*, (2), S. 148–156.
- CALM Network (2007): Research for a Quieter Europe in 2020. An Updated Strategy Paper of the CALM II Network (Sep. 2007). Online im Internet: [http://www.transport-research.info/Upload/Documents/201206/20120611\\_125332\\_99759\\_20070927-CALM2-SPU-Sep07-final.pdf](http://www.transport-research.info/Upload/Documents/201206/20120611_125332_99759_20070927-CALM2-SPU-Sep07-final.pdf) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Castillo, Herb; Pitfield, David E. (2010): ELASTIC – A Methodological Framework for Identifying and Selecting Sustainable Transport Indicators. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15 (4), S. 179–188.
- Cerwenka, Peter (2009): Wegekostendeckungsgrade: das Genaue als Spielverderber des Plakativen. In: *Straßenverkehrstechnik*, 53 (6), S. 385–388.
- De Ceuster, Griet u. a. (2005): ASSESS Final Report, Annex XVII Indicators. Online im Internet: [http://www.tmleuven.be/project/assess/annex\\_17.pdf](http://www.tmleuven.be/project/assess/annex_17.pdf) (Zugriff am: 29.05.2014).

- Cormier, Al; Gilbert, Richard (2005): Defining Sustainable Transportation. Online im Internet: [http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Defining\\_Sustainable\\_2005.pdf](http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Defining_Sustainable_2005.pdf) (Zugriff am: 03.06.2014).
- Daehre, Karl-Heinz u. a. (2012): Bericht der Kommission "Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung." Online im Internet: <http://www.verkehrsministerkonferenz.de/VMK/DE/termine/sitzungen/12-12-19-abschlussbericht-komm-zukunft-vif.html> (Zugriff am: 01.08.2014).
- Dale, Virginia H.; Beyeler, Suzanne C. (2001): Challenges in the Development and Use of Ecological Indicators. In: Ecological Indicators, 1 (1), S. 3–10.
- Daubitz, Stephan (2011): Mobilität und Armut - Die soziale Frage im Verkehr. In: Verkehrspolitik - Eine interdisziplinäre Einführung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 181–193.
- DEFRA (2010): Measuring progress. Sustainable development indicators 2010. Online im Internet: [http://sd.defra.gov.uk/documents/SDI2010\\_001.pdf](http://sd.defra.gov.uk/documents/SDI2010_001.pdf) (Zugriff am: 03.06.2014).
- DEFRA (2013): Final list of new sustainable development indicators follows consultation. Online im Internet: <http://sd.defra.gov.uk/2013/06/final-list-of-new-sustainable-development-indicators/> (Zugriff am: 15.07.2013).
- Delbosc, Alexa; Currie, Graham (2011): Transport problems that matter – social and psychological links to transport disadvantage. In: Journal of Transport Geography, 19 (1), S. 170–178.
- Deutscher Bundestag (2013): Schlussbericht der Enquete-Kommission "Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität - Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft." Drucksache 17/13300. Online im Internet: [http://www.bpb.de/system/files/dokument\\_pdf/schlussbericht\\_Enquete-Kommission\\_WWL.pdf](http://www.bpb.de/system/files/dokument_pdf/schlussbericht_Enquete-Kommission_WWL.pdf) (Zugriff am: 03.06.2014).
- DfT (2012): Accessibility Statistics Guidance. Frequently Asked Questions. Online im Internet: <http://socialwelfare.bl.uk/subject-areas/government-issues/social-policy/departmentsfortransport/accessibility112.aspx> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Diefenbacher, Hans u. a. (2013): NWI 2.0 – Weiterentwicklung und Aktualisierung des Nationalen Wohlfahrtsindex. Online im Internet: [http://www.polsoz.fu-berlin.de/polwiss/forschung/systeme/ffu/forschung-alt/projekte/abgeschlossene/07\\_wohlfahrtsindex/nwi\\_2\\_0\\_schlussbericht\\_final\\_2013.pdf?1367711010](http://www.polsoz.fu-berlin.de/polwiss/forschung/systeme/ffu/forschung-alt/projekte/abgeschlossene/07_wohlfahrtsindex/nwi_2_0_schlussbericht_final_2013.pdf?1367711010) (Zugriff am: 01.09.2014).
- DIW (2014): Verkehr in Zahlen. Hamburg: DVV Media Group.
- EEA (2008): Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. EEA report 04/2008. Online im Internet: [http://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2008\\_4](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4) (Zugriff am: 05.01.2014).
- EEA (2012): TERM 2012: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe. EEA Report 10/2012. Online im Internet: <http://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-air-quality-term-2012> (Zugriff am: 28.05.2014).
- Van Essen, Huib u. a. (2011): External Costs of Transport in Europe. Update Study for 2008. Online im Internet: [http://www.cedelft.eu/publicatie/external\\_costs\\_of\\_transport\\_in\\_europe/1258](http://www.cedelft.eu/publicatie/external_costs_of_transport_in_europe/1258) (Zugriff am: 01.09.2008).
- Europäische Kommission (1996): Künftige Lärmschutzpolitik - Grünbuch der Europäischen Kommission.

- Europäische Kommission (2002): Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. In: Amtsblatt der Europäischen Union L189, 2002, S. 12–25.
- Europäische Kommission (2011): Weissbuch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum - Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem (KOM(2011) 144). Online im Internet: [http://ec.europa.eu/transport/strategies/facts-and-figures/transport-matters/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/transport/strategies/facts-and-figures/transport-matters/index_de.htm) (Zugriff am: 20.01.2014).
- Europäische Kommission (2013): Annexes to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Reduction of National Emissions of Certain Atmospheric Pollutants and Amending. Online im Internet: [http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/clean\\_air/com2013\\_919/COM\\_2013\\_919\\_F1\\_ANN\\_EX\\_EN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/clean_air/com2013_919/COM_2013_919_F1_ANN_EX_EN.pdf) (Zugriff am: 03.06.2014).
- Eurostat (2007): Analysis of national sets of indicators used in the National Reform Programmes and Sustainable Development Strategies. Online im Internet: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-RA-07-028/EN/KS-RA-07-028-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-RA-07-028/EN/KS-RA-07-028-EN.PDF) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Eurostat (2011): Sustainable development in the European Union. 2011 monitoring report of the EU sustainable development strategy. Online im Internet: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-31-11-224/EN/KS-31-11-224-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-31-11-224/EN/KS-31-11-224-EN.PDF) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Flachmann, Christine (2014): Persönliche Auskunft von Christine Flachmann (Statistisches Bundesamt) in einem Telefongespräch am 16.01.2014.
- Flege, Dirk; Roggermann, Martin (2013): Bundesländerindex Mobilität 2013. Online im Internet: <http://www.allianz-pro-schiene.de/publikationen/broschuere-bundeslaenderindex-mobilitaet/broschuere-bundeslaenderindex-mobilitaet.pdf> (Zugriff am: 06.06.2014).
- Friedemann, Julia; Becker, Thilo (2010): Wegekosten und externe Kosten - Analyse, Probleme, Bedeutung. In: Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Kapitel 4.5.1, 58. Ergänzungslieferung, Ordner 4.
- Geurs, Karst T; Boon, Wouter; Van Wee, Bert (2009): Social impacts of transport: literature review and the state of the practice of transport appraisal in the Netherlands and the United Kingdom. In: Transport Reviews, 29 (1), S. 69–90.
- Giering, Kerstin (2010): Lärmwirkungen. Dosis-Wirkungsrelationen. UBA Texte 13/2010. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laermwirkungen> (Zugriff am: 04.08.2014).
- Griefahn, Barbara; Marks, Anke; Robens, Sibylle (2006): Noise Emitted from Road, Rail and Air Traffic and their Effects on Sleep. In: Journal of Sound and Vibration, 295 (1-2), S. 129–140.
- Grunwald, Armin; Kopfmüller, Jürgen (2012): Nachhaltigkeit. 2. Aufl. Frankfurt/Main: Campus Verlag.
- Gudmundsson, Henrik (2003): Making concepts matter: sustainable mobility and indicator systems in transport policy. In: International Social Science Journal, 55 (176), S. 199–217.
- Gudmundsson, Henrik; Höjer, Mattias (1996): Sustainable development principles and their implications for transport. In: Ecological Economics, 19 (3), S. 269–282.
- Gudmundsson, Henrik; Sørensen, Claus Hedegaard (2013): Some use—Little influence? On the roles of indicators in European sustainable transport policy. In: Ecological Indicators, 35, S. 43–51.
- Günther, Edeltraud (2008): Ökologieorientiertes Management. Um-(weltorientiert) Denken in der BWL. Stuttgart: UTB.

- Günther, Edeltraud; Scheibe, Lilly; Hoppe, Holger (2008): Umweltindikatoren für die Umweltallianz Wirtschaft im Freistaat Sachsen. Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre 144/08. Online im Internet: <http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/13/1234432867166-4100.pdf> (Zugriff am: 03.06.2014).
- Haghshenas, Hossein; Vaziri, Manouchehr (2012): Urban sustainable transportation indicators for global comparison. In: *Ecological Indicators*, 15 (1), S. 115–121.
- Hartmuth, Gerhard (2004): Nachhaltige Entwicklung im lokalen Kontext – Schritte zur Entwicklung eines kommunalen Nachhaltigkeits-Indikatorensystems. UFZ-Diskussionspapiere 6/2004. Online im Internet: [www.ufz.de/export/data/1/26241\\_Disk\\_Papiere\\_2004\\_06.pdf](http://www.ufz.de/export/data/1/26241_Disk_Papiere_2004_06.pdf) (Zugriff am: 04.06.2014).
- Haucke, Florian; Brückner, Ulrike (2010): First approaches to the monetary impact of environmental health disturbances in Germany. In: *Health policy*, 94 (1), S. 34–44.
- Hesse, Markus u. a. (1999): Konzeptionelle Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bereich Verkehr. In: *Konzeptionelle Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsindikatoren der UN-Commission on Sustainable Development (CSD)*. UBA-Texte 36/99. Berlin: UBA.
- Hirte, Georg (2008): Abgaben als Instrumente zur Kostenanlastung von externen Kosten und Wegekosten im Straßenverkehr. Gutachterliche Stellungnahme für die Allianz pro Schiene. Online im Internet: <http://www.allianz-pro-schiene.de/presse/pressemitteilungen/2008/2008-39/hirte-gutachten.pdf> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Holz-Rau, Christian (2006): Immer mehr und gleichzeitig weniger! Über die Chancen zur Teilhabe. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis*, 15 (3), S. 38–47.
- Holz-Rau, Christian (2011): Verkehr und Verkehrswissenschaft. Verkehrspolitische Herausforderungen aus Sicht der Verkehrswissenschaft. In: Schwedes, Oliver (Hrsg.): *Verkehrspolitik. Eine interdisziplinäre Einführung*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, S. 115–139.
- Holz-Rau, Christian; Günthner, Stephan; Krummheuer, Florian (2010): Daseinsvorsorge ist keine Dortseinsvorsorge. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 7, S. 489–504.
- Jackson, Tim (2013): *Wohlstand ohne Wachstum: Leben und Wirtschaften in einer endlichen Welt*. 4. Aufl. München: Oekom Verlag.
- Joumard, Robert; Gudmundsson, Henrik (Hrsg.): (2010): *Indicators of environmental sustainability in transport. An interdisciplinary approach to methods*. Lyngby: INRET. Auch elektronisch veröffentlicht: [http://cost356.inrets.fr/pub/reference/reports/Indicators\\_EST\\_May\\_2010.pdf](http://cost356.inrets.fr/pub/reference/reports/Indicators_EST_May_2010.pdf) (Zugriff am: 06.06.2014).
- Keimel, Hermann u. a. (o. J.): *Die Operationalisierung von Nachhaltigkeit: Konzeptioneller Ansatz, Methodik und erste Ergebnisse*. Online im Internet: <http://www.dlr.de/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/HGF-Buch.PDF> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Kopfmüller, Juergen (2001): *Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren*. Berlin: Edition Sigma.
- Korn, Michael u. a. (2014): Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017. Online im Internet: [http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/wegekostengutachten-2013-2017-endbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/wegekostengutachten-2013-2017-endbericht.pdf?__blob=publicationFile) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Korzhenevych, Artem u. a. (2014): *Update of the Handbook on External Costs of Transport*. Online im Internet:

<http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/doc/2014-handbook-external-costs-transport.pdf> (Zugriff am: 01.09.2014).

- Kowald, Matthias u. a. (2013): Bestimmung von Fahrleistungen nach dem Inländer- und dem Territorialprinzip. In: *Straße und Verkehr*, 97 (9), S. 34–39.
- LABO (2010): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme. Bericht der Umweltministerkonferenz zur Vorlage an die Konferenz der Chefin und der Chefs der Staats- und Senatskanzleien mit dem Chef des Bundeskanzleramtes. Online im Internet: [https://www.labo-deutschland.de/documents/UMK-Bericht\\_98a.pdf](https://www.labo-deutschland.de/documents/UMK-Bericht_98a.pdf) (Zugriff am: 01.09.2014).
- LIKI (2014): B1 - Landschaftszerschneidung. Online im Internet: <http://www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/index.php?indikator=13&aufzu=0&mode=indi> (Zugriff am: 17.06.2014).
- Litman, Todd (2009): Sustainable Transportation Indicator Data Quality and Availability. Online im Internet: [http://www.vtpi.org/sustain/TRB\\_2010\\_STI\\_Data.pdf](http://www.vtpi.org/sustain/TRB_2010_STI_Data.pdf) (Zugriff am: 09.07.2013).
- Litman, Todd (2013): Well Measured: Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning. Online im Internet: <http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf> (Zugriff am: 06.06.2014).
- Lucas, Karen (2012): Transport and social exclusion: Where are we now? In: *Transport Policy*, 20, S. 105–113.
- Madlener, Reinhard; Alcott, Blake (2011): Herausforderungen für eine technisch-ökonomische Entkopplung von Naturverbrauch und Wirtschaftswachstum unter besonderer Berücksichtigung von Rebound-Effekten und Problemverschiebungen. Kommissionsmaterialie M17(26)13.
- Marsden, Greg (2005): Appraisal of Sustainability: Environment Indicators. Online im Internet: [http://www.its.leeds.ac.uk/projects/sustainability/resources/Appraisal of Sustainability in Transport - Framework Final.pdf](http://www.its.leeds.ac.uk/projects/sustainability/resources/Appraisal%20of%20Sustainability%20in%20Transport%20-%20Framework%20Final.pdf) (Zugriff am: 06.06.2014).
- Marsden, Greg u. a. (2010): Sustainability Assessment: The Definition Deficit. In: *International Journal of Sustainable Transportation*, 4 (4), S. 189–211.
- Mayer, Helmut; Fehrentz, Petra (2011): Weiterentwicklung der Berechnungen zum Energieverbrauch und zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs im Rahmen des NAMEA-Rechenansatzes - Methodenbericht. Online im Internet: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/VerkehrundUmwelt/UGRWeiterentwicklungEmission5850009119004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/VerkehrundUmwelt/UGRWeiterentwicklungEmission5850009119004.pdf?__blob=publicationFile) (Zugriff am: 30.04.2014).
- Meadows, Donella (1998): Indicators and Information Systems for Sustainable Development: A Report to the Balaton Group. Online im Internet: [http://www.comitatoscientifico.org/temiSD/documents/@@Meadows SD indicators.pdf](http://www.comitatoscientifico.org/temiSD/documents/@@Meadows%20SD%20indicators.pdf) (Zugriff am: 17.01.2014).
- Meinel, Gotthard (2014): Persönliches Gespräch mit Gotthard Meinel (Leiter des Forschungsbereichs Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung) am 09.01.2014. IÖR, Dresden.
- Ministerkonferenz für Raumordnung im BMVBS (2006): Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland. Online im Internet: <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Sonderveroeffentlichungen/2006/leitbilder.html> (Zugriff am: 04.08.2014).
- Mugdhal, Shailendra u. a. (2012): Assessment of resource efficiency indicators and targets. Final Report prepared for the European Commission, DG Environment. Paris: Eur. Auch elektronisch veröffentlicht: [http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource\\_efficiency/pdf/report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/report.pdf) (Zugriff am: 04.08.2014).
- Nicolas, Jean Pierre; Pochet, Pascal; Poimboeuf, Hélène (2003): Towards Sustainable Mobility Indicators: Application to the Lyons Conurbation. In: *Transport Policy*, 10, S. 197–208.

- Nicolas, Jean-Pierre; David, Damien (2009): Passenger transport and CO<sub>2</sub> emissions: What does the French transport survey tell us? In: Atmospheric Environment, 43 (5), S. 1015–1020.
- OECD (1997): Towards Sustainable Transportation: The Vancouver Conference. OECD Proceedings Online im Internet: <http://www.oecd.org/greengrowth/greening-transport/2396815.pdf> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Oggier, Peter; Righetti, Antonio; Bonnard, Leslie (2001): Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen. Online im Internet: [www.are.admin.ch/dokumentation/publikationen/00042/](http://www.are.admin.ch/dokumentation/publikationen/00042/) (Zugriff am: 06.06.2014).
- Parlamentarische Beirat für nachhaltige Entwicklung (2011): Perspektiven für eine nachhaltige Mobilität. Positionspapier. Online im Internet: <http://webarchiv.bundestag.de/archive/2013/1212/bundestag/gremien/nachhaltigkeit/berichte/pos.pdf> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Penn-Bressel, Gertrude u. a. (2003): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr. Materialienband. UBA-Texte 90/03. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/reduzierung-flaecheninanspruchnahme-durch-siedlung> (Zugriff am: 04.08.2014).
- Penn-Bressel, Gertrude (2013): Persönliche Auskunft von Gertrude Penn-Bressel (UBA) im Rahmen des Projekt-Abstimmungsgespräches am 25.07.2013, UBA, Dessau.
- Pintér, László u. a. (2012): Bellagio STAMP: Principles for Sustainability Assessment and Measurement. In: Ecological Indicators, 17 , S. 20–28.
- Pütz, Thomas (2014): Persönliche Auskunft von Thomas Pütz (BBSR) im Rahmen eines Telefongesprächst am 29.01.2014.
- Quntal, Nuno; Lourenço, Júlia M.; da Silva, Fernando Nunes (2010): Sustainability: characteristics and scientific roots. In: Environment, Development and Sustainability, 13 (2), S. 257–276.
- Rahman, Adnan; van Grol, Rik (2005): SUMMA Final Publishable Report. Version 2.0. Online im Internet: <http://www.tmluven.be/project/summa/summa-d8.pdf> (Zugriff am: 23.09.2013).
- Rat der europäischen Union (2006): Die erneuerte EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung. Online im Internet: [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/europa\\_und\\_umwelt/eu-nachhaltigkeitsstrategie/application/pdf/eu\\_nachhaltigkeitsstrategie\\_neu.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/europa_und_umwelt/eu-nachhaltigkeitsstrategie/application/pdf/eu_nachhaltigkeitsstrategie_neu.pdf) (Zugriff am: 06.06.2014).
- Rat für Nachhaltige Entwicklung (2012): Nachhaltiges Wirtschaften: Zehn Forderungen. Online im Internet: <http://www.nachhaltigkeitsrat.de/presseinformationen/pressemitteilungen/nachh-wirtschaften-21-11-2012/?blstr=0> (Zugriff am: 06.06.2014).
- Richardson, Barbara C. (2005): Sustainable Transport: Analysis Frameworks. In: Journal of Transport Geography, 13 (1), S. 29–39.
- RKI (2011): Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede. Gesundheitsberichterstattung des Bundes Heft 52. Online im Internet: [http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsT/sterblichkeit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsT/sterblichkeit.pdf?__blob=publicationFile) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Rockström, Johan u. a. (2009): A safe operating space for humanity. In: Nature, 461 (24), S. 472–475.
- Rosengren, Björn (2001): Pressemitteilung zur 2340. Tagung des Rates Verkehr/Telekommunikation am 04.-05. April 2001 in Luxemburg. Online im Internet: [http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/de/trans/07587.d1.html](http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/de/trans/07587.d1.html) (Zugriff am: 04.08.2014).

- Rückert-John, Jana; Bormann, Inka; John, René (2013): Umweltbewusstsein in Deutschland 2012 - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbewusstsein-in-deutschland-2012> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Santarius, Tilman (2012): Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. Impulse zur WachstumsWende 5. Online im Internet: <http://www.santarius.de/967/wachstum-energieeffizienz-rebound-effekt/> (Zugriff am: 04.08.2014).
- Sayeg, Phil; Starkey, Paul; Huizenga, Cornie (2013): Sustainable Development Goal for Sustainable Transport and Associated Results Framework. Unveröffentlichter Entwurf für das SLoCaT Results Framework on Sustainable Transport.
- Schade, Wolfgang; Krail, Michael (2012): GHG-TransPorRD. Reducing greenhouse-gas emissions of transport beyond 2020: linking R&D, transport policies and reduction targets. Online im Internet: <http://www.ghg-transpord.eu/ghg-transpord/inhalte/GHG-TransPoRD-D7-1.php> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Schäfer, A. u. a. (2011): TOSCA Project Final Report: Description of the Main S & T Results / Foregrounds. Online im Internet: [http://www.toscaproject.org/FinalReports/TOSCA\\_FinalReport.pdf](http://www.toscaproject.org/FinalReports/TOSCA_FinalReport.pdf) (Zugriff am: 20.05.2014).
- Scheiner, Joachim u. a. (2012): Mobilität, Erreichbarkeit und soziale Exklusion - Fähigkeiten und Ressourcen einer ländlichen Bevölkerung für eine angemessene Versorgung und Teilhabe am öffentlichen Leben. BMVBS-Online-Publikation 27/2012. Online im Internet: [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2012/DL\\_ON272012.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2012/DL_ON272012.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Schlag, Bernhard; Beckmann, Klaus J. (Hrsg.): (2013): Mobilität und demografische Entwicklung. Köln: Tüv Media.
- Schmitz, Mario (2012): Kriterien und Konzepte zur Auswahl und Bewertung von Indikatoren zur Nachhaltigen Entwicklung. Online im Internet: [http://www.nachhaltigkeitsbeirat.brandenburg.de/cms/media.php/bb2.a.5490.de/in\\_dik\\_meth.pdf](http://www.nachhaltigkeitsbeirat.brandenburg.de/cms/media.php/bb2.a.5490.de/in_dik_meth.pdf) (Zugriff am: 12.06.2014).
- Schneider, Christian u. a. (2006): Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum, Schlussbericht. Online im Internet: [http://www.infras.ch/downloadpdf.php?filename=Entkopplung\\_SB-final-final.pdf](http://www.infras.ch/downloadpdf.php?filename=Entkopplung_SB-final-final.pdf) (Zugriff am: 12.06.2014).
- Schönthaler, Konstanze; Pieck, Sonja (2013): Weiterentwicklung der umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren und des Umwelt-Kernindikatorsystems zur Bilanzierung der Fortschritte in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. UBA Texte 33/2013. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-umweltbezogenen> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Schwarze, Björn; Spiekermann, Klaus (2013): Prognosemethodik und Erreichbarkeitsszenarien. Präsentation für die BMVBS Begleitveranstaltung "Szenarien für die Daseinsvorsorge im ländlichen Raum, Berlin 23.01.2013. Vortrag im Rahmen des "Zukunftsforum Ländliche Entwicklung" in Berlin am 23.01.2013. Online im Internet: <http://www.regionale-daseinsvorsorge.de/60/> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Segerer, Matthias (2013): Nahversorgung in Bayern: Empirische Identifizierung und Erklärung von Versorgungslücken in der wohnortnahen Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln. In: Der demografische Wandel. Eine Gefahr für die Sicherung gleichwertiger Lebensbedingungen? (BBSR-Online-Publikation 02/2013). Bonn: BBSR, S. 39–51. Auch elektronisch veröffentlicht: <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2013/ON022013.html?nn=415910> (Zugriff am: 04.08.2014).

- Siedentop, Stefan u. a. (2007): Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie - Flächenziele. Forschungen Heft 130 Online im Internet: <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Forschungen/2007/Heft130.html?nn=395966> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Siedentop, Stefan; Roos, Sebastian; Fina, Stefan (2013): Ist die "Autoabhängigkeit" von Bewohnern städtischer und ländlicher Siedlungsgebiete messbar? In: Raumforschung und Raumordnung, 71 (4), S. 329–341.
- Social Exclusion Unit (2003): Making the Connections: Final Report on Transport and Social Exclusion. Online im Internet: <http://www.sepho.org.uk/viewResource.aspx?id=6261> (Zugriff am: 12.06.2014).
- Spangenberg, Joachim H. (2002): Environmental space and the prism of sustainability: frameworks for indicators measuring sustainable development. In: Ecological Indicators, 2 (3), S. 295–309.
- Statistisches Bundesamt (2012a): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2012. Online im Internet: <http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/Indikatorenbericht2012.pdf> (Zugriff am: 22.01.2014).
- Statistisches Bundesamt (2012b): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Daten zum Indikatorbericht 2012. Online im Internet: [http://m.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2012-02-14-daten-zum-indikatorenbericht-2012.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://m.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2012-02-14-daten-zum-indikatorenbericht-2012.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (Zugriff am: 12.06.2014).
- Statistisches Bundesamt (2013a): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatoren zu Umwelt und Ökonomie. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt (2013b): CO<sub>2</sub>-Gehalt von deutschen Import- und Exportgütern 2008. Online im Internet: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/ImExErgebnissePDF\\_5850017.html](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/ImExErgebnissePDF_5850017.html) (Zugriff am: 12.06.2014).
- Statistisches Bundesamt (2013c): Verkehrsunfälle 2012. Online im Internet: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ2080700127004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ2080700127004.pdf?__blob=publicationFile) (Zugriff am: 12.06.2014).
- Statistisches Bundesamt; UBA (2009): Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-des-direkten> (Zugriff am: 03.06.2014).
- Stead, Dominic (2001): Transport intensity in Europe – indicators and trends. In: Transport Policy, 8 (1), S. 29–46.
- Stead, Dominic; Banister, David (2006): Decoupling transport growth and economic growth in Europe. In: Bart, Jourquin (Hrsg.): Towards Better Performing Transport Networks. London: Routledge, S. 136–156.
- Steen-Olsen, Kjartan u. a. (2012): Carbon, Land, and Water Footprint Accounts for the European Union: Consumption, Production, and Displacements through International Trade. In: Environmental science & technology, 46 (20), S. 10883–10891.
- Steinberger, Julia K.; Roberts, J. Timmons (2010): From constraint to sufficiency: The decoupling of energy and carbon from human needs, 1975–2005. In: Ecological Economics, 70 (2), S. 425–433.
- Surburg, Ulf; Kuntz, Norbert; Richard, Jochen (2002): Kommunale Agenda 21 - Ziele und Indikatoren einer nachhaltigen Mobilität. UBA Berichte 8/02 Berlin: Erich Schmidt.

- Tallent, Alizée Laure (2013): Nachhaltige Entwicklung in Kürze 2013. 17 Schlüsselindikatoren zeigen den Fortschritt. Online im Internet: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/21/22/lexi.Document.166854.pdf> (Zugriff am: 12.06.2014).
- Transportation Research Board (2008): Sustainable Transportation Indicators: A Recommended Research Program For Developing Sustainable Transportation Indicators and Data. Online im Internet: <http://www.vtpi.org/sustain/sti.pdf> (Zugriff am: 06.06.2014).
- UBA (2006): Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm - Auslösekriterien für die Lärmaktionsplanung. Online im Internet: [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/UBA\\_Kriterien\\_ULR.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/UBA_Kriterien_ULR.pdf) (Zugriff am: 12.06.2014).
- UBA (2009): Flächenverbrauch einschränken – jetzt handeln. Empfehlungen der Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/e6e82d01.pdf> (Zugriff am: 03.05.2014).
- UBA (2012a): Daten zum Verkehr. Ausgabe 2012. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4364.pdf> (Zugriff am: 03.01.2014).
- UBA (2012b): Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Online im Internet: [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba\\_methodenkonvention\\_2.0\\_-\\_2012.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_methodenkonvention_2.0_-_2012.pdf).
- UBA (2013): Übersicht zur Entwicklung der energiebedingten Emissionen und Brennstoffeinsätze in Deutschland 1990 – 2011. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/uebersicht-zur-entwicklung-energiebedingten> (Zugriff am: 04.08.2014).
- UBA (2014a): Klima und Treibhauseffekt. Online im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/klimatreibhauseffekt> (Zugriff am: 15.06.2014).
- UBA (2014b): Luftqualität 2013. Vorläufige Auswertung. Online im Internet: [www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-2013](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-2013) (Zugriff am: 01.09.2014).
- UNECE (2012): Amendment of the text of and annexes II to IX to the 1999 Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone and the addition of new annexes X and XI. Online im Internet: [http://www.unece.org/env/lrtap/multi\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html) (Zugriff am: 12.06.2014).
- UNEP (2011): Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. Online im Internet: [http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/decoupling\\_report\\_english.pdf](http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/decoupling_report_english.pdf) (Zugriff am: 03.06.2014).
- United Nations (1987): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Online im Internet: [http://conspect.nl/pdf/Our\\_Common\\_Future-Brundtland\\_Report\\_1987.pdf](http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf) (Zugriff am: 12.06.2014).
- Vallée, Dirk (2013): „Miteinander für die Nordeifel“ Kleinräumige Bevölkerungsprognose und Erreichbarkeitsanalysen. Vortrag auf dem Zukunftsforum Ländliche Entwicklung am 23.01.2013 in Berlin. Online im Internet: <http://www.regionale-daseinsvorsorge.de/60/>.
- Walz, Rainer u. a. (1997): Grundlagen für ein nationales Umweltindikatorensystem - Weiterentwicklung von Indikatorensystemen für die Umweltberichterstattung. UBA Texte 37/97.
- WBGU (2007): Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel. Online im Internet: <http://www.wbgu.de/index.php?id=111/> (Zugriff am: 04.08.2014).

- Wee, B; Geurs, K (2011): Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. In: *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11 (11), S. 350–367.
- Wehmeier, Thomas; Koch, Annika (2010): Mobilitätschancen und Verkehrsverhalten in nachfrageschwachen ländlichen Räumen. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, (7), S. 457–465.
- WHO (2011): Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Online im Internet: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf) (Zugriff am: 12.06.2014).
- Wilke, Georg (2013): Mobilität und Exklusion: Grundlinien des wissenschaftlichen Diskurses über mobilitätsbezogene soziale Ungleichheit in Deutschland. In: Schwedes, Oliver (Hrsg.): *Räumliche Mobilität in der zweiten Moderne: Freiheit und Zwang bei Standortwahl und Verkehrsverhalten*. Berlin: LIT-Verlag, S. 95–112.
- Winkel, Rainer u. a. (2010): Sicherung der Daseinsvorsorge und Zentrale-Orte-Konzepte – gesellschaftspolitische Ziele und räumliche Organisation in der Diskussion. *BMVBS-Online-Publikation 12/2010*. Online im Internet: [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2010/DL\\_ON122010.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2010/DL_ON122010.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (Zugriff am: 01.09.2014).
- Zhang, Ming; Wang, Wenwen (2013): Decouple indicators on the CO2 emission-economic growth linkage: The Jiangsu Province case. In: *Ecological Indicators*, 32 , S. 239–244.
- Zietsman, Josias; Rilett, Laurence R. (2002): *Sustainable Transportation: Conceptualization and Performance Measures*. Research Report SWUTC/02/167403-1. Online im Internet: <http://d2dtl5nnpfr0r.cloudfront.net/swutc.tamu.edu/publications/technicalreports/167403-1.pdf> (Zugriff am: 01.09.2014).
- Zito, Pietro; Salvo, Giuseppe (2011): Toward an urban transport sustainability index: an European comparison. In: *European Transport Research Review*, 3 (4), S. 179–195.