

Nachhaltigkeitsstrategie NRW

**Bericht zum Arbeitspaket 11** | März 2018

# Ressourcenverbrauch private Haushalte NRW

Explorative Analyse

---

*Projekt: Konzeptionelle  
Analysen und Überlegungen  
zur Ausgestaltung einer  
Nachhaltigkeitsstrategie NRW  
aus wissenschaftlicher Sicht*

***Hinweis zur redaktionell bearbeiteten Fassung von 2018***

*Die Daten wurden zwischen der Berichtserstellung in 2016, der Erstveröffentlichung in 2017 (Buhl et al. 2017) sowie der hier vorliegenden aktualisierten Fassung in 2018 nicht verändert.*

Gefördert durch

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,  
Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen



**Wuppertal  
Institut**

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

**Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:**

Buhl, J., Teubler, J., Liedtke, C., & Stadler, K. (2018): Ressourcenverbrauch private Haushalte NRW – Explorative Analyse. Aktualisierte Fassung 2018. Bericht zum Arbeitspaket 11 im Rahmen des Zuwendungsprojekts „Konzeptionelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht“. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (Hrsg.).

**Projektlaufzeit:** November 2013 – Mai 2017

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Manfred Fishedick, Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter

**Laufzeit des Arbeitspakets:** März 2016 – Juli 2016

**Veröffentlichung:** März 2018 (redaktionell bearbeitete Fassung)

Autor(inn)en

**Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH (WI):**

Dr. Johannes Buhl  
Jens Teubler  
Prof. Dr. Christa Liedtke  
Karin Stadler

**Weitere Mitarbeiter(innen):**

Klaus Wiesen, Dr.-Ing. Oscar Reutter, Dorothea Schostok

---

**Impressum**

**Herausgeber:**

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH  
Döppersberg 19  
42103 Wuppertal  
www.wupperinst.org

**Ansprechpartner/-in:**

Prof. Dr. Christa Liedtke, Dr. Johannes Buhl  
Abteilung: Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren  
Döppersberg 19, 42103 Wuppertal  
[cheista.liedtke@wupperinst.org](mailto:cheista.liedtke@wupperinst.org), [johannes.buhl@wupperinst.org](mailto:johannes.buhl@wupperinst.org)  
Tel. +49 202 2492-130  
Fax +49 202 2492-138

**Stand**

März 2018

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>1 Hintergrund</b>	<b>6</b>
<b>2 Ziele</b>	<b>8</b>
<b>3 Beschreibung des Konsums der privaten Haushalte in NRW</b>	<b>9</b>
3.1 Daten	9
3.2 Ergebnisse	10
<b>4 Bewertung des Konsums der privaten Haushalte in NRW</b>	<b>15</b>
4.1 Daten	15
4.2 Methode	16
4.3 Ergebnisse	18
4.4 Methodische Stärken und Schwächen	25
<b>5 Evaluation der Erweiterbarkeit von Berechnungsgrundlage und –methodik</b>	<b>30</b>
5.1 Erörterung des Datenbedarfs	30
5.2 Erweiterung der Berechnungsmethodik um Lebenszyklusdaten	31
5.3 Erörterung von differenzierten Reduktionszielen	33
<b>6 Disaggregation der Konsumkategorie „Verkehr“</b>	<b>37</b>
6.1 Methodik	37
6.2 Systemgrenzen	38
6.3 Modellierung der Unterkategorien	39
6.4 Ergebnisse	43
6.5 Diskussion	46
<b>7 Fazit und Ausblick</b>	<b>49</b>
7.1 Fazit	49
7.2 Perspektiven	53
<b>Literatur</b>	<b>56</b>
<b>Anhang</b>	<b>59</b>

## Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1	Variablenbeschreibung – Konsumausgaben, Haushaltsgröße und Wohnort -----	11
Tab. 3-2	Deskription der Konsumausgaben pro Kopf in NRW -----	13
Tab. 4-1	Ressourcenintensitäten des Konsums der privaten Haushalte in Deutschland -----	16
Tab. 4-2	Deskription des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte pro Kopf in Deutschland -----	19
Tab. 4-3	Deskription des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte pro Kopf in NRW -----	20
Tab. 4-4	Übersicht der Empfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlage -----	29
Tab. 6-1	Durchschnittlicher Ressourcenverbrauch für die Herstellung eines PKWs in Deutschland -----	41
Tab. 6-2	Beförderungsleistung und Anzahl beförderter Personen im deutschen Nah- und Fernverkehr 2015 -----	42
Tab. 6-3	Berechnung der Ressourcenintensität von Verkehrsleistungen im Nah- und Fernverkehr (inklusive Infrastrukturen) -----	42
Tab. 6-4	Zusammenfassung der Diskussion zur Weiterentwicklung des Ressourcenindicators für Verkehr -----	48
Tab. 7-1	Zusammenfassung der wichtigsten Ziele, Herausforderungen und Empfehlungen -----	52

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1	Konsumausgaben pro Kopf in NRW für die Jahre 2003, 2008 und 2013	14
Abb. 4-1	Material Footprint des Konsums der privaten Haushalte in NRW pro Kopf für die Jahre 2003, 2008 und 2013	21
Abb. 4-2	Veränderung des Material Footprints in NRW zwischen 2003 und 2013	22
Abb. 4-3	Verteilung des Material Footprints	24
Abb. 4-4	Zusammenhang zwischen ausgabefähigem Einkommen und Material Footprint	24
Abb. 5-1	Visualisierung eines individualisierten Ressourcenverbrauchs auf Umfragebasis (der Zielwert basiert auf einer Projektion des Zielwertes für 2050 (8 Tonnen pro Person und Jahr))	31
Abb. 5-2	Visualisierung des spezifischen Güterkonsums und Rohstoffverbrauchs eines 1-2 Personen-Haushalts	33
Abb. 5-3	Ressourcenbewertung von Szenarien zur Ressourcenleichten Gesellschaft (RLG) in Deutschland	34
Abb. 6-1	Ermittelte Ressourcenintensitäten für Ausgaben der EVS	44
Abb. 6-2	Ergebnisse der Disaggregation des Ressourcenverbrauchs für Haushalte in NRW (pro Kopf in den Jahren 2003, 2008 und 2013); die grauen Balken (Alt) repräsentieren die Ergebnisse unter Verwendung des aggregierten Ressourcenintensitätsfaktors für Verkehr	45
Abb. 6-3	10-Jahresvergleich (2013 gegenüber 2003) des Ressourcenverbrauchs im Bereich Verkehr	46
Abb. 7-1	Gestaltung eines individuellen Ressourcenrechners	53
Abb. 7-2	Soziotechnische Innovationspotentiale für Klima- und Ressourcenschutz am Beispiel Ernährung	54

## 1 Hintergrund

Der Entwurf einer Nachhaltigkeitsstrategie für Nordrhein-Westfalen sieht derzeit im Handlungsfeld "Nachhaltiger Konsum / nachhaltige Lebensstile" folgende Indikatoren vor:

- Recyclingquote bei Haushaltsabfällen,
- Endenergieverbrauch privater Haushalte (ohne Mobilität),
- Anteil der Ausgaben für Biolebensmittel,
- Fair-Trade-Umsatz.

Bis dato fehlt ein Indikator, der den ökologischen Nachhaltigkeitseffekt des privaten Konsums möglichst umfassend darstellt. Die bisherigen Indikatorenvorschläge im Entwurf der Nachhaltigkeitsstrategie erfüllen diese Anforderung noch nicht. Ein Indikator zum Ressourcenverbrauch der privaten Konsumentinnen und Konsumenten kann dies leisten, der auch zwischen Mobilität, Ernährung, Wohnen, Freizeit und weiteren Bedarfsfeldern des Konsums ausdifferenziert.

Wissenschaftliche Grundlagen sind zum einen Vorarbeiten in der Nachhaltigkeitsbewertung bzw. zur Indikation des Ressourcenverbrauchs<sup>1</sup>. Zum anderen baut die folgende Analyse auf Vorarbeiten zur statistischen Analyse von Mikrodaten in der empirischen Konsum-, Markt- und Verbraucherforschung auf. Die methodische Herausforderung besteht dabei in der Verknüpfung von Nachhaltigkeitsbewertung und quantitativer Konsumforschung. Lettenmeier et al. (2014) in Finnland oder zuletzt Baedeker et al. (2016) in NRW beschrieben den Ressourcenverbrauch detailliert nach Bedarfsfeldern in möglichst unterschiedlichen und wegen des Aufwandes zahlenmäßig begrenzten Haushalten. Das ermöglicht zwar die genaue und ausdifferenzierte Beschreibung des Ressourcenverbrauchs auf Grundlage von Haushaltsinventaren, erschwert allerdings die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf eine Grundgesamtheit, im Falle von Baedeker et al. (2016) also Rückschlüsse auf den Ressourcenverbrauch der privaten Haushalte in NRW. In Buhl et al. (2015) erfolgte daher die Beschreibung des Ressourcenverbrauchs auf der Grundlage von statistischen Mikrodaten zu Haushaltsausstattungen in der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS). Das ermöglichte die repräsentative und nach Haushaltstypen ausdifferenzierte Beschreibung des Ressourcenverbrauchs in Deutschland, allerdings auf der Grundlage von wenigen, langlebigen Haushaltsgütern und stets *innerhalb* der Stichprobe. Buhl und Acosta (2015, 2016, genauso Buhl 2014, 2016) ermöglichten die Abschätzung des Ressourcenverbrauchs des Konsums der privaten Haushalte in Deutschland ebenfalls auf Grundlage von repräsentativen Mikrodaten, allerdings in relativ groben Kategorien. Im Gegensatz zu Buhl et al. (2015) ermöglicht aber die Bewertung des Konsums, respektive die Bewertung der Konsumausgaben, eine vollständige und nach Bedarfsfeldern differenzierte Beschreibung des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte in Deutschland. Darüber hinaus ermöglicht die Abschätzung des Ressourcenverbrauchs mittels stochastischer Verfahren, Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit, in diesem Falle also auf alle Haushalte in Deutschland und damit *über* die Stichprobe *hinaus*.

---

<sup>1</sup> Siehe hierfür ausführliche Vorarbeiten von Schmidt-Bleek 2007, Bringezu und Bleischwitz 2009, Liedtke et al. 2014 oder Acosta und Schütz 2016.

Aufgabe in diesem Arbeitspaket ist es also zu prüfen, inwieweit sich eine solche Verknüpfung von Daten zum Ressourcenverbrauch und Daten zu den Konsumausgaben auch für NRW bereitstellen lässt. Denn damit wäre eine repräsentative und nach Bedarfsebenen ausdifferenzierte Beschreibung des Ressourcenverbrauchs für unterschiedliche Haushalte in NRW möglich.

Das Arbeitspaket 11 stellt ein Vorgehen für die Ermittlung eines vereinfachten Indikators "Ressourcenverbrauch private Haushalte" vor, der die Inanspruchnahme natürlicher materieller Ressourcen durch Haushaltskonsum erfasst, sowie die daraus sich ableitenden Potentiale oder Anforderungen an die Datengrundlage und –integration.

## 2 Ziele

Ziel ist die repräsentative und richtungssichere Beschreibung des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte in Nordrhein-Westfalen. Alle wesentlichen Bedarfsfelder sollen erfasst werden. Indikatorwerte sollen für alle Einwohner NRWs pro Kopf, für zukünftige Forschung auch potenziell nach weiteren sozio-ökonomischen Merkmalen, ausgewiesen werden. Die Berechnungsmethodik soll also insgesamt prinzipiell erweiterbar sein in Hinblick auf eine

- Ausdifferenzierung von Konsumdaten,
- Ausdifferenzierung von Ressourcendaten,
- Ausdifferenzierung von Haushaltstypen,
- Ausdifferenzierung von Entwicklungs-/Zielkorridoren für nachhaltigen Konsum,
- Erweiterung um zusätzliche konsumrelevante Indikatoren wie den Carbon Footprint.

Der Schwerpunkt im vorliegenden Bericht liegt auf der Ermittlung des Ressourcenverbrauchs des Konsums der privaten Haushalte in NRW sowie daraus ableitbare Empfehlungen für das weitere Vorgehen zur ausreichenden Indikation des Ressourcenverbrauchs.

Dafür notwendig ist die

- Beschreibung der Datengrundlage (Mikrodaten und Ressourcendaten),
- Beschreibung der Methode zur Indikation des „Ressourcenverbrauchs private Haushalte NRW“,
- Beschreibung des Ressourcenverbrauchs im Zeitverlauf,
- Bewertung des Indikators im Hinblick auf oben genannte Erweiterungen.

Die Arbeitsschritte unterteilen sich entsprechend in Datenüberprüfung (AP 11.1), Berechnung der Ressourceninanspruchnahme (AP 11.2) und Evaluation einer möglichen Weiterentwicklung (AP 11.3). Im Arbeitspaket 11.1 werden die Mikrodaten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2003, 2008 und 2013 vorgestellt und der Konsum der privaten Haushalte analysiert. In Arbeitspaket 11.2 wird die Analyse der Mikrodaten in eine Umweltbewertung überführt und die Berechnung des Ressourcenverbrauchs methodisch dargelegt. In Arbeitspaket 11.3 werden die Vor- und Nachteile der vorgestellten Berechnung diskutiert und mögliche Weiterentwicklungen vorgestellt. Auf dieser Grundlage wird in Arbeitspaket 11.4 die Berechnungsgrundlage für den Bereich Verkehr weiterentwickelt und Daten disaggregiert. Wir schließen mit einem Fazit und fassen die Perspektiven und Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Indikators zusammen.



### 3 Beschreibung des Konsums der privaten Haushalte in NRW

In AP 11.1 erfolgt die deskriptive Analyse des Konsums der privaten Haushalte in NRW für die Jahre 2003, 2008 und 2013 mithilfe der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Eine zusätzliche Analyse der Konsumausgaben mithilfe der Laufenden Wirtschaftsrechnung (LWR) erfolgt nicht, da nach Prüfung seitens der Statistischen Ämter keine ausreichende Erhebungsgrundlage in der LWR für NRW bereitgestellt werden kann.

#### 3.1 Daten

In der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe<sup>2</sup> (EVS) der Statistischen Ämter der Länder und des Bundes als Datengrundlage<sup>3</sup> werden Ausgaben für harmonisierte Konsumkategorien nach COICOP (*Classification of Individual Consumption per Purpose*) und damit der Konsum der privaten Haushalte beschrieben. Prinzipiell kann in der EVS zwischen 152 Gütergruppen in 11 Hauptkategorien der COICOP Verwendungszwecke unterschieden werden. In der folgenden Analyse wird sich auf eine Differenzierung des privaten Konsums zwischen den 11 Hauptkategorien konzentriert:

- 1) Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke
- 2) Bekleidung und Schuhe
- 3) Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe
- 4) Einrichtungsgegenstände (Möbel und Leuchten), Apparate, Geräte und Ausrüstungen für den Haushalt (einschl. Reparatur)
- 5) Gesundheit
- 6) Verkehr
- 7) Post und Telekommunikation
- 8) Freizeit, Unterhaltung und Kultur
- 9) Bildungswesen
- 10) Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen
- 11) andere Waren und Dienstleistungen.

---

<sup>2</sup> „Die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) ist eine amtliche Statistik über die Lebensverhältnisse privater Haushalte in Deutschland. Sie liefert unter Anderem statistische Informationen über die Ausstattung mit Gebrauchsgütern, die Einkommens-, Vermögens- und Schuldensituation sowie die Konsumausgaben privater Haushalte. Einbezogen werden dabei die Haushalte aller sozialen Gruppierungen, so dass die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe ein repräsentatives Bild der Lebenssituation nahezu der Gesamtbevölkerung in Deutschland zeichnet. [...] Im fünfjährigen Turnus werden rund 60 000 private Haushalte in Deutschland befragt, darunter fast 13.000 Haushalte in den neuen Ländern und Berlin-Ost. Die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe ist damit die größte Erhebung dieser Art innerhalb der Europäischen Union.“  
(<http://www.forschungsdatennetzwerk.de/bestand/evs/index.asp>)

<sup>3</sup> Im folgenden wird als Quelle lediglich auf „Einkommens- und Verbrauchsstichprobe“ verwiesen. Der Verweis steht für „FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2003, 2008 und 2013, eigene Berechnungen.“

Dabei besteht die Möglichkeit, die Konsumkategorien in wenige Bedarfsfelder zu verdichten. Beispielsweise könnten „Freizeit, Unterhaltung und Kultur“ und „Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen“ in ein Bedarfsfeld „Freizeit“ integriert werden. Allerdings ist dafür eine genauere Betrachtung der Subgütergruppen in den Subkategorien notwendig und die entsprechende Formulierung von Allokationsregeln nötig.

Die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe stellt zentrale Mikrodaten der öffentlichen Berichterstattung zu Einkommen, Ausgaben und Ausstattungen der privaten Haushalte in Deutschland bereit. Die EVS erlaubt eine repräsentative und differenzierte Betrachtung dieser. Es werden zudem sozio-ökonomische Merkmale auf Individual- und Haushaltsebene erhoben, um die Verteilung der Einkommen, Ausgaben und Ausstattungen über verschiedene soziale Gruppen beschreiben und erklären zu können. Dazu zählen Informationen zum Geschlecht, zum Alter und zum Bildungsniveau der Haushaltsmitglieder, die Haushaltsgröße oder dem Wohnort. Die Informationen zur Haushaltsgröße und Haushaltszusammensetzung erlaubt eine personenbezogene Auswertung der Konsumausgaben der privaten Haushalte in NRW. Umweltrelevante Ausgaben werden haushalts- und nicht personenbezogen getätigt. Dies betrifft bspw. Energieausgaben für Strom oder Gas. Allerdings ist es möglich über die Haushaltsgröße eine personenbezogene Darstellung des Konsum bzw. der Ausgaben zu erreichen.

## 3.2 Ergebnisse

Die Tabelle 3 1 beschreibt den Konsum der privaten Haushalte in Deutschland in den Jahren 2003, 2008 und 2013 entlang den 11 Hauptkonsumkategorien nach COICOP, sowie die Haushaltsgröße und die Anzahl der Haushalte mit Wohnort NRW. Für jedes Jahr ist die Anzahl der befragten Haushalte (Stichprobengröße  $n$ ), der Mittelwert, die Standardabweichung als auch das 99. Perzentil ausgegeben. Letzteres ist ein Maß zur Beschreibung der Streuung in den bzw. der Spannweite der Daten. Es besagt, dass nur 1 % der Beobachtungen über dem 99. Perzentil liegen, sodass die Ausreißer am oberen Ende der Verteilung die Beschreibung der Ausgaben nicht verzerren.

Beispielsweise zeigt Tabelle 3 1, dass die befragten Haushalte im Jahre 2003 im Mittel rund 3634 Euro für Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke ausgegeben haben. Für NRW weist sie nur aus, dass bspw. 7708 Haushalte an der Erhebung teilnahmen. Eine weitere Ausdifferenzierung der Informationen für NRW erfolgt nun schrittweise.

Variable	Anzahl Haushalte (n)			Mittelwert (€)			Standardabweichung			99. Perzentil		
	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013
Konsumkategorie/Jahr	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013
Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	42744	44088	42792	3634,7	3831,69	3825,74	1933,35	2060,8	2100,27	9504	10044	10176
Bekleidung und Schuhe	42744	44088	42792	1646,34	1514,8	1577,43	1572,12	1569,62	1665,11	7208	7252	7768
Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	42744	44088	42792	9449,24	9642,25	10746,57	6337,31	4900,78	5129,06	31228	25488	27028
Einrichtungsgegenstände, Apparate, Geräte und Ausrüstungen etc.	42744	44088	42792	1900,51	1624,52	1671,71	4191,31	3805,17	3702,8	19076	15920	15836
Gesundheit	42744	44088	42792	1332,44	1438,11	1552,15	3822,46	3694,82	4232,48	15948	17688	19212
Verkehr	42744	44088	42792	4610,35	4687,23	4628,17	11824,13	10489,91	11369,69	68552	60724	64184
Post und Telekommunikation	42744	44088	42792	896,51	833,13	821,45	668,83	527,96	554,92	3340	2672	2900
Freizeit, Unterhaltung und Kultur	42744	44088	42792	3807,11	3701,09	3575,99	4002,47	4512,23	4743,77	18924	20040	20500
Bildung	42744	44088	42792	298,38	292,53	272,98	865,56	1046,73	1070,36	3680	4040	4068
Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen	42744	44088	42792	1477,48	1654,37	1782,77	1890,12	2143,4	2316,07	8916	10164	11088
Andere Waren und Dienstleistungen	42744	44088	42792	1379,76	1351,69	1297,62	1892,59	2103,99	1948,51	8896	8432	7832
Haushaltsgröße	42744	44088	42792	2,43	2,28	2,1	1,23	1,17	1,09	6	5	5
NRW	9223	7708	7823	1	1	1	0	0	0	1	1	1

**Tab. 3-1 Variablenbeschreibung – Konsumausgaben, Haushaltsgröße und Wohnort**

*Daten: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe*

Im nächsten Auswertungsschritt werden die Informationen zum Wohnort und zur Haushaltsgröße genutzt, um die Ausgaben der privaten Haushalte in NRW und pro Kopf beschreiben zu können. Tabelle 3 2 zeigt die Statistik der Ausgaben der privaten Haushalte in NRW für die Jahre 2003, 2008 und 2013 entlang den Hauptkonsumkategorien pro Kopf. Es wird deutlich, dass für Wohnung, für Nahrungsmittel, für Verkehr und für Freizeit durchschnittlich am meisten ausgegeben wird.

Um eine bessere Übersicht über Veränderungen der Ausgaben der privaten Haushalte in NRW zwischen 2003 und 2013 zu erhalten, bietet sich aber eine grafische Darstellung an. In Abbildung 3 1 sind die Ausgaben der privaten Haushalte pro Kopf und Jahr in Balkendiagrammen abgetragen. Zu beachten ist vor allem, dass nun die Ausgaben inflationsbereinigt<sup>4</sup> dargestellt werden. Nur eine inflationsbereinigte Darstellung der Ausgaben über mehrere Jahre ermöglicht eine Beschreibung des Konsums (von Produkten und Dienstleistungen) und letztlich die Umweltbewertung des Konsums. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass eine Verteuerung der Güter aufgrund der Inflation die Beschreibung des Konsums in NRW verzerren würde, wenn dies nicht bereinigt würde (vgl. Kap. 4 2 – Methodenbeschreibung). Deswegen werden die Ausgaben in den Jahren 2008 und 2013 zur Basis im Jahre 2003 inflationsbereinigt und damit unverzerrt dargestellt.

Je nach Konsumkategorie sind unterschiedliche Konsumtrends in den Ausgaben der befragten Haushalte zu erkennen. Während beispielsweise die Ausgaben in der Kategorie Verkehr sinken, steigen die Ausgaben in der Kategorie Telekommunikation. Während die Verkehrsausgaben zwischen 2003 und 2013 um rund 14 % sanken, stiegen die Ausgaben für Post und Telekommunikation um rund 30 %.

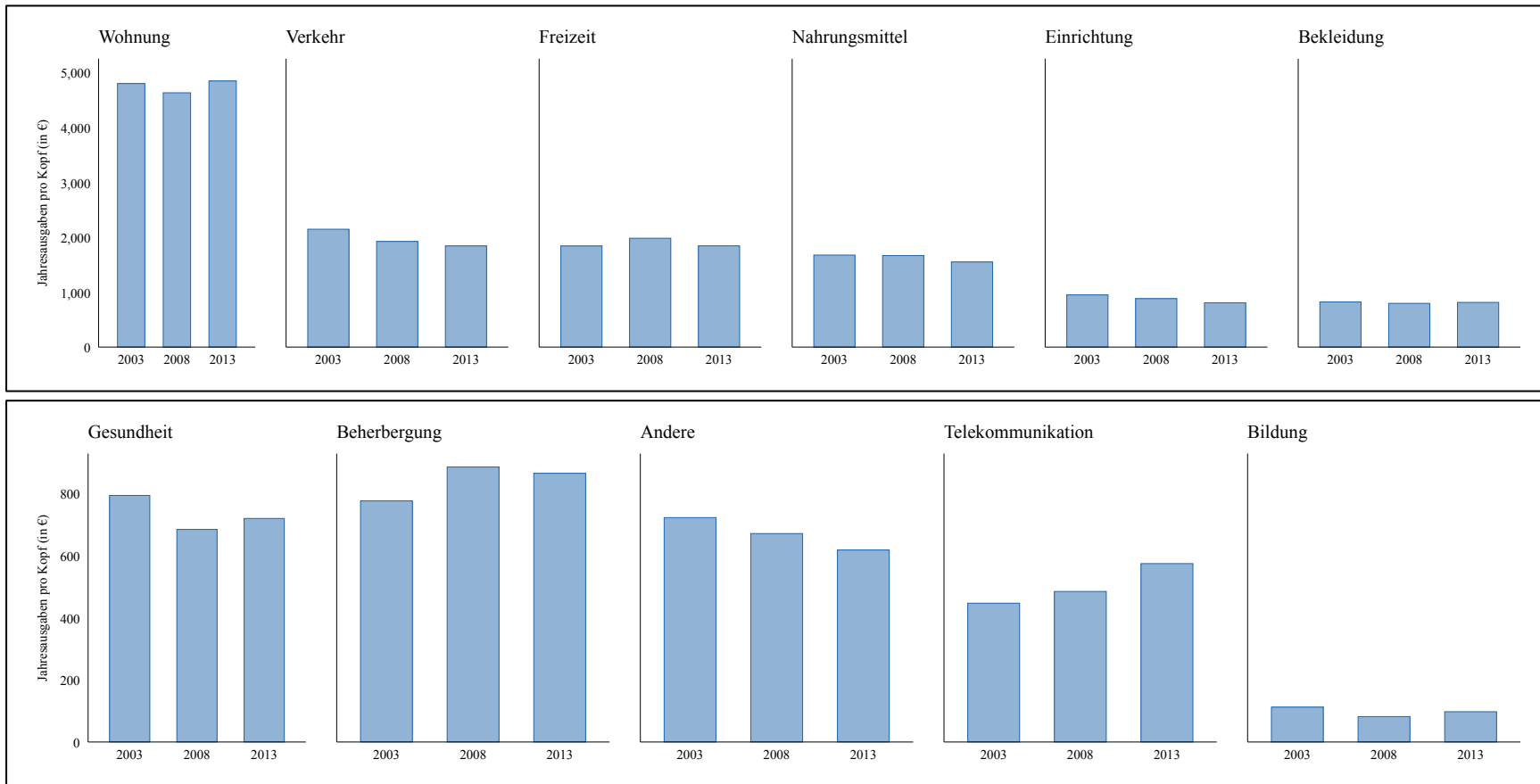
---

<sup>4</sup> Inflationsbereinigung auf Grundlage des Verbraucherpreisindex des Statistischen Bundesamtes mit Wägungsschema aus dem Jahre 2010 (siehe Kap. 4.2 zur formalen Berücksichtigung der Inflationsrate).

Variable	Anzahl Haushalte (n)			Mittelwert (€)			Standardabweichung			99. Perzentil		
	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013
<b>Konsumkategorie/Jahr</b>	<b>2003</b>	<b>2008</b>	<b>2013</b>	<b>2003</b>	<b>2008</b>	<b>2013</b>	<b>2003</b>	<b>2008</b>	<b>2013</b>	<b>2003</b>	<b>2008</b>	<b>2013</b>
Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	9223	7708	7823	1672,46	1865,34	1962,06	727,69	811,53	848,32	4070	4348	4792
Bekleidung und Schuhe	9223	7708	7823	819,41	785,44	857,37	832,66	804,31	903,25	3858	3700	4358
Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	9223	7708	7823	4792,71	5225,16	6079,66	3560,66	2981,86	3221,55	16332	15724	17344
Einrichtungsgegenstände, Apparate, Geräte und Ausrüstungen etc.	9223	7708	7823	948,64	898,16	853,77	2230,87	2503,7	1949,1	9880	9560	8374
Gesundheit	9223	7708	7823	791,26	851,75	909,32	2496,8	2399,52	2707,38	9708	10954	11598
Verkehr	9223	7708	7823	2142,21	2253,91	2410,18	5969,89	4908,66	6378,47	31760	25228	27257,33
Post und Telekommunikation	9223	7708	7823	445,31	429,49	462,94	354,36	315,53	347,99	1852	1576	1708
Freizeit, Unterhaltung und Kultur	9223	7708	7823	1837,75	1939,29	1883,2	2052,74	2487,58	2214,58	10004	10642	10728
Bildung	9223	7708	7823	111,81	119,8	126,7	427,5	537,45	639,63	1406,67	1788	2004
Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen	9223	7708	7823	773,94	944,84	1024,27	1111,88	1286,83	1465,55	5060	6196	6542
Andere Waren und Dienstleistungen	9223	7708	7823	720,13	721,7	719,8	1073,39	1176,74	1238,98	4632	4492	4530,67

**Tab. 3-2**      **Deskription der Konsumausgaben pro Kopf in NRW**

*Daten: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe*



**Abb. 3-1 Konsumausgaben pro Kopf in NRW für die Jahre 2003, 2008 und 2013**

*Anmerkung: Die Konsumkategorien sind inflationsbereinigt und absteigend nach Konsumausgaben im Jahre 2003 sortiert.*

*Daten: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe*

## 4 Bewertung des Konsums der privaten Haushalte in NRW

Die Arbeitsschritte in AP 11.2 umfassen

- die Bewertung des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte in Nordrhein-Westfalen für die Jahre 2003, 2008 und 2013,
- die Erörterung der methodischen Stärken und Schwächen des gewählten Vorgehens und Erörterung des Datenbedarfs,
- die Erörterung eines bzw. nach Aktivitätsfeld differenzierter Reduktionsziele für den Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte in NRW.

Dafür wird zuerst die Datengrundlage und darauf folgend die Methode beschrieben, um anschließend die Ergebnisse der Berechnung des Ressourcenverbrauchs des Konsums der privaten Haushalte in NRW zu präsentieren.

### 4.1 Daten

Die Beschreibung der Konsumausgaben reicht als Bewertung der Umweltimplikationen des Konsums nicht aus. Eine Umweltbewertung muss in der Lage sein anzuzeigen, welche Umweltwirkungen mit den Konsumausgaben einhergehen. Dafür wird die Ressourcenintensität der Ausgaben berücksichtigt. Insbesondere im Hinblick auf energie-relevante und homogene Verbrauchsgüter wie Gas, Öl, Kraftstoffe oder Strom ist eine Beschreibung des Ressourcenverbrauchs über eine Betrachtung der Ausgaben für jene Güter sinnvoll. Denn für homogene Güter treten nur geringfügige Qualitäts- und Marktpreisunterschiede auf, sodass Unterschiede in den Ausgaben eine richtungssichere Beschreibung der unterschiedlichen Mengen- und letztlich Ressourceninanspruchnahme bedeuten.

Die Ressourcenintensität des Konsums beschreibt, welcher Ressourcenverbrauch mit einer marginalen Erhöhung der Konsumausgaben einhergeht. Das Verhältnis aus den Material Footprints (siehe Liedtke et al. 2014) induziert durch den Konsum der privaten Haushalte und den Konsumausgaben nach COICOP (siehe Buhl 2014, Buhl und Acosta 2015) bestimmt den Ressourcenverbrauch (kg) pro Konsumausgabe (Euro). Ressourcenintensitäten durch den Konsum der privaten Haushalte in Deutschland liegen aus Input-Output-Analysen gesamtwirtschaftlicher Materialflussberechnungen und der laufenden Wirtschaftsrechnung für das Jahr 2005 und Deutschland vor (Tabelle 4 1). Damit können aggregierte, aber statistisch anschlussfähige und vor allem vollständige Ressourcenverbräuche im Konsum zur weiteren Bewertung eingesetzt werden. Für eine weiterführende Beschreibung der Darstellung von Ressourcenintensitäten sei auf Watson et al. 2013, Buhl 2014 und Buhl und Acosta 2015 als auch auf Acosta und Schütz 2015 verwiesen. Im folgenden Kapitel erfolgt eine verkürzte formale Beschreibung von Ressourcenintensitäten. Tabelle 4 1 zeigt die mittleren Ressourcenintensitäten entlang den Hauptkonsumkategorien in Deutschland.

Kategorien Konsum	$r$ (kg/€)
Nahrungsmittel und Getränke	5,09
Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	3,18
Einrichtungsgegenstände, Apparate, Geräte und Ausrüstungen etc.	2,99
Verkehr	1,50
Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen	1,40
Gesundheitspflege	0,60
Bildungswesen	0,48
Freizeit, Unterhaltung	0,41
Post und Telekommunikation	0,37
Bekleidung und Schuhe	0,19
Andere Waren und Dienstleistungen	0,19

**Tab. 4-1 Ressourcenintensitäten des Konsums der privaten Haushalte in Deutschland**

Quelle: Buhl & Acosta 2015 auf Grundlage von Acosta & Schütz 2011 für Watson et al. 2013

Anmerkung: Absteigend nach Ressourcenintensität sortiert

Ressourcenintensitäten erlauben eine Abschätzung der Umweltbelastungsintensität des privaten Konsums als nachvollziehbare Inputkenngröße. Damit ermöglichen Ressourcenintensitäten eine richtungssichere Bewertung des Ressourcenverbrauchs durch den Konsum privater Haushalte.

## 4.2 Methode

Im folgenden Kapitel 4.2 erfolgt die formale Beschreibung des Konsumindikators, inklusive der formalen Beschreibung der Konsumausgaben und deren Umweltbewertung im Sinne des Ressourcenverbrauchs durch den Konsum privater Haushalte.

Der Ressourcenverbrauch durch den Konsum privater Haushalte wird im folgenden als Material Footprint bezeichnet. Der Material Footprint ist entsprechend das Produkt aus Konsumausgaben  $c$  und Ressourcenintensität  $r$ .

$$\text{Material Footprint} = c * r \quad (1)$$

Die Ausweisung der Konsumausgaben  $c$  erfolgte bereits in Kapitel 4 2 bzw. Arbeitspaket 11.1. Für die  $j$ -te Konsumkategorie von insgesamt  $k$  Konsumkategorien ergeben sich die Konsumausgaben als arithmetisches Mittel der Konsumausgaben des  $i$ -ten Haushalts von insgesamt  $n$  Haushalten zum Zeitpunkt  $t$  (Jahr).

$$c_j = \frac{1}{n} \sum_i^n c_{ij}^t \quad (2.1)$$

In einem weiteren Schritt erfolgt die Inflationsbereinigung der mittleren Konsumausgaben zum Basisjahr  $t$ , indem die relative und mittlere



ren Verteuerung  $\pi$  (Inflation) der Folgejahre in der jeweiligen Konsumkategorie  $j$  berücksichtigt werden.

$$c_j = \frac{1}{n} \left[ \sum_i^n c_{ij}^t - (c_{ij}^{t+1} * \pi_j^{t+1}) \right] \quad (2.2)$$

Um die Ausgaben nicht pro Haushalt, sondern pro Kopf ausgeben zu können, werden die Konsumausgaben des  $i$ -ten Haushalts zur Haushaltsgröße  $h$  in Relation gesetzt.

$$c_j = \frac{1}{n} \left[ \sum_i^n [(c_{ij}^t - (c_{ij}^{t+1} * \pi_j^{t+1})) / h_i^t] \right] \quad (2.3)$$

Genauso ist es möglich, die Konsumausgaben pro Kopf für weitere Subgruppen auszuweisen. Entsprechend soll an dieser Stelle ein Vektor  $X$ , stellvertretend für weitere sozio-ökonomische Merkmale wie verfügbares Einkommen des Haushaltes oder der Wohnort eingeführt werden. Damit ist die Differenzierung nach Wohnort bzw. Bundesland und schließlich die Ausweisung des Konsums der privaten Haushalte in NRW möglich.

$$c_j = \frac{1}{n_X} \left[ \sum_i^n [(c_{ijX}^t - (c_{ijX}^{t+1} * \pi_j^{t+1})) / h_{iX}^t] \right] \quad (2.4)$$

Eine Umweltbewertung erfolgt durch Einführung der Ressourcensintensitäten  $r$ . Diese sind gegeben aus der Relation des Gesamtressourcenverbrauch (induziert durch den Konsum der privaten Haushalte) ( $R_j^t$ ) und den entsprechenden Konsumausgaben in Deutschland in der jeweiligen Konsumkategorie  $j$  zum Jahr  $t$  (3).

$$r_j = \frac{R_j^t}{\sum_i^n c_{ij}^t} \quad (3)$$

Durch Einsetzen von (2.4) und (3) in (1) kann der Material Footprint dann als arithmetisches Mittel der jeweiligen Material Footprints der  $j$ -ten Konsumkategorie von insgesamt  $k$  Konsumkategorien folgendermaßen beschrieben werden:

$$\text{Material Footprint} = \frac{1}{k_X} \frac{1}{n_X} \sum_j^k \sum_i^n [(c_{ijX}^t - (c_{ijX}^{t+1} * \pi_j^{t+1})) / h_{iX}^t] * \frac{R_j^t}{\sum_i^n c_{ij}^t} \quad (4)$$

### 4.3 Ergebnisse

In Tabelle 4 2 bzw. 4 3 und Abbildung 4 1 ist der Material Footprint der Konsumausgaben der privaten Haushalte in Deutschland bzw. NRW beschrieben.

Der Ressourcenverbrauch ist in den Bereichen Wohnen, Nahrungsmittel, Verkehr am höchsten. Die Ressourcenintensität des Konsums im Bereich Einrichtungsgegenstände, Apparate und Geräte ist höher als im Bereich Freizeit, Unterhaltung und Kultur, sodass sich hier ein höherer Material Footprint trotz geringerer Ausgaben bemerkbar macht (vgl. Tabelle 4 2). Die Gewichtung ist auch insofern von Bedeutung, als dass mit der Wahl der Indikation relevante Unterschiede in der Umweltbewertung des Konsums einhergehen. Beispielsweise unterscheiden sich Ressourcenintensitäten von Treibhausgasintensitäten. Ressourcenintensitäten sind im Bereich Ernährung am höchsten, während Treibhausgasintensitäten im Bereich Verkehr am höchsten sind (vgl. Buhl & Acosta 2016 und Watson et al. 2013). Entsprechend unterscheiden sich die Implikationen in der Bewertung des Konsums und abzuleitenden Politik- und Handlungsempfehlungen.

In den untenstehenden Tabellen handelt es sich um eine Beschreibung einer repräsentativen *Stichprobe* für NRW. Damit kann nicht sicher gesagt werden, inwieweit der wahre, aber unbekannte Wert in der Grundgesamtheit, also der mittlere Ressourcenverbrauch aller Haushalte in NRW vom beschriebenen arithmetischen Mittel abweicht. Dafür wurde ein Einstichproben-*t*-Test mit dem arithmetischen Mittel in den untersuchten Jahren als Teststatistik durchgeführt. Es wurde geprüft, inwieweit wir sicher gehen können, dass die privaten Haushalte in NRW im Mittel 32626 kg (vgl. Tabelle 4 3) Ressourcen pro Kopf und Jahr in Anspruch nehmen. Letzten Endes können wir mit einer Sicherheit von 95 % sagen, dass der beschriebene Mittelwert *nicht* signifikant vom wahren, aber unbekanntem Mittelwert in der Grundgesamtheit abweicht. Entsprechend gering ist der Standardfehler unserer Schätzung, also der geschätzten mittleren Abweichung vom beschriebenen Mittelwert in der Stichprobe um jeweils rund 0,6 % in den untersuchten Jahren. Beispielsweise liegt der Ressourcenverbrauch im Jahre 2013 mit einer Sicherheit von 95 % zwischen 30992 kg und 31721 kg pro Kopf.

Konsumkategorie/Jahr	Anzahl Haushalte (n)			Mittelwert (kg)			Standardabweichung			99. Perzentil		
	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013
Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	42744	44088	42792	8134,86	8104,46	7739,41	3537,59	3508,1	3325,72	19759,38	19523,21	18602,16
Bekleidung und Schuhe	42744	44088	42792	140,49	135,47	142,11	142,93	145,4	152,27	673,36	681,54	723,32
Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe (Wohnen)	42744	44088	42792	14325,7	13768,07	14834,17	10603,16	7984,97	7952,68	50371,2	40863,64	43305,14
Einrichtungsgegenstände, Apparate, Geräte und Ausrüstungen etc.	42744	44088	42792	2585,65	2281	2400	5979,06	5920,04	5653,03	26599,04	22861,28	23819,73
Gesundheit	42744	44088	42792	392,14	352,48	397,31	1284,87	980,63	1175,49	4840,8	4358,08	5196,04
Verkehr	42744	44088	42792	3114,27	2827,56	2675,03	8554,55	6916,18	7084,13	43413	32954,51	32828,84
Post und Telekommunikation	42744	44088	42792	157,62	176,89	205,25	129,84	125,93	146,37	645,28	623,54	738,71
Freizeit, Unterhaltung und Kultur	42744	44088	42792	728,78	760,51	755,4	817,49	990,44	1051,64	3968,8	4362,66	4330,96
Bildung	42744	44088	42792	52,67	35,17	41,09	191,13	151,4	207,03	655,68	521,37	666,37
Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen	42744	44088	42792	993,03	1070,15	1106,15	1387,95	1455,51	1493,77	6585,6	7040,12	6893,62
Andere Waren und Dienstleistungen	42744	44088	42792	126,53	119,01	113,57	195,15	216,26	199,22	860,7	788,71	729,28
Insgesamt	42744	44088	42792	30751,73	29630,77	30409,5	18446,89	15584,64	15654,59	1,02E+05	86601,93	85794,36

**Tab. 4-2**      **Deskription des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte pro Kopf in Deutschland**

*Daten: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe, Buhl & Acosta 2015 auf Grundlage Acosta & Schütz 2011 für Watson et al. 2013*

Konsumkategorie/Jahr	Anzahl Haushalte (n)			Mittelwert (kg)			Standardabweichung			99. Perzentil		
	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013	2003	2008	2013
Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	9223	7708	7823	8512,85	8469,15	7879,67	3703,97	3684,57	3406,86	20716,3	19741,14	19244,72
Bekleidung und Schuhe	9223	7708	7823	155,69	150,87	154,27	158,21	154,5	162,52	733,02	710,73	784,13
Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe (Wohnen)	9223	7708	7823	15240,82	14705,17	15389,32	11322,9	8391,84	8154,63	51935,76	44252,05	43902,52
Einrichtungsgegenstände, Apparate, Geräte und Ausrüstungen etc.	9223	7708	7823	2836,45	2634,48	2407,27	6670,29	7343,83	5495,61	29541,2	28041,3	23611,08
Gesundheit	9223	7708	7823	474,76	409,35	430,47	1498,08	1153,21	1281,68	5824,8	5264,49	5490,49
Verkehr	9223	7708	7823	3213,32	2880,5	2758,46	8954,83	6273,26	7300,15	47640	32241,38	31196,02
Post und Telekommunikation	9223	7708	7823	164,77	178,78	211,88	131,11	131,34	159,27	685,24	656,01	781,73
Freizeit, Unterhaltung und Kultur	9223	7708	7823	753,48	811,01	754,36	841,62	1040,3	887,09	4101,64	4450,48	4297,31
Bildung	9223	7708	7823	53,67	39,1	46,65	205,2	175,42	235,49	675,2	583,6	737,79
Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen	9223	7708	7823	1083,51	1235,48	1207,41	1556,64	1682,66	1727,59	7084	8101,89	7711,71
Andere Waren und Dienstleistungen	9223	7708	7823	136,82	127,11	117,07	203,94	207,26	201,51	880,08	791,18	736,87
Insgesamt	9223	7708	7823	32626,12	31641	31356,82	19708,52	16753,88	16443,5	1,07E+05	93153,59	88785,47

**Tab. 4-3**      **Deskription des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte pro Kopf in NRW**

Daten: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe, Buhl & Acosta 2015 auf Grundlage Acosta & Schütz 2011 für Watson et al. 2013

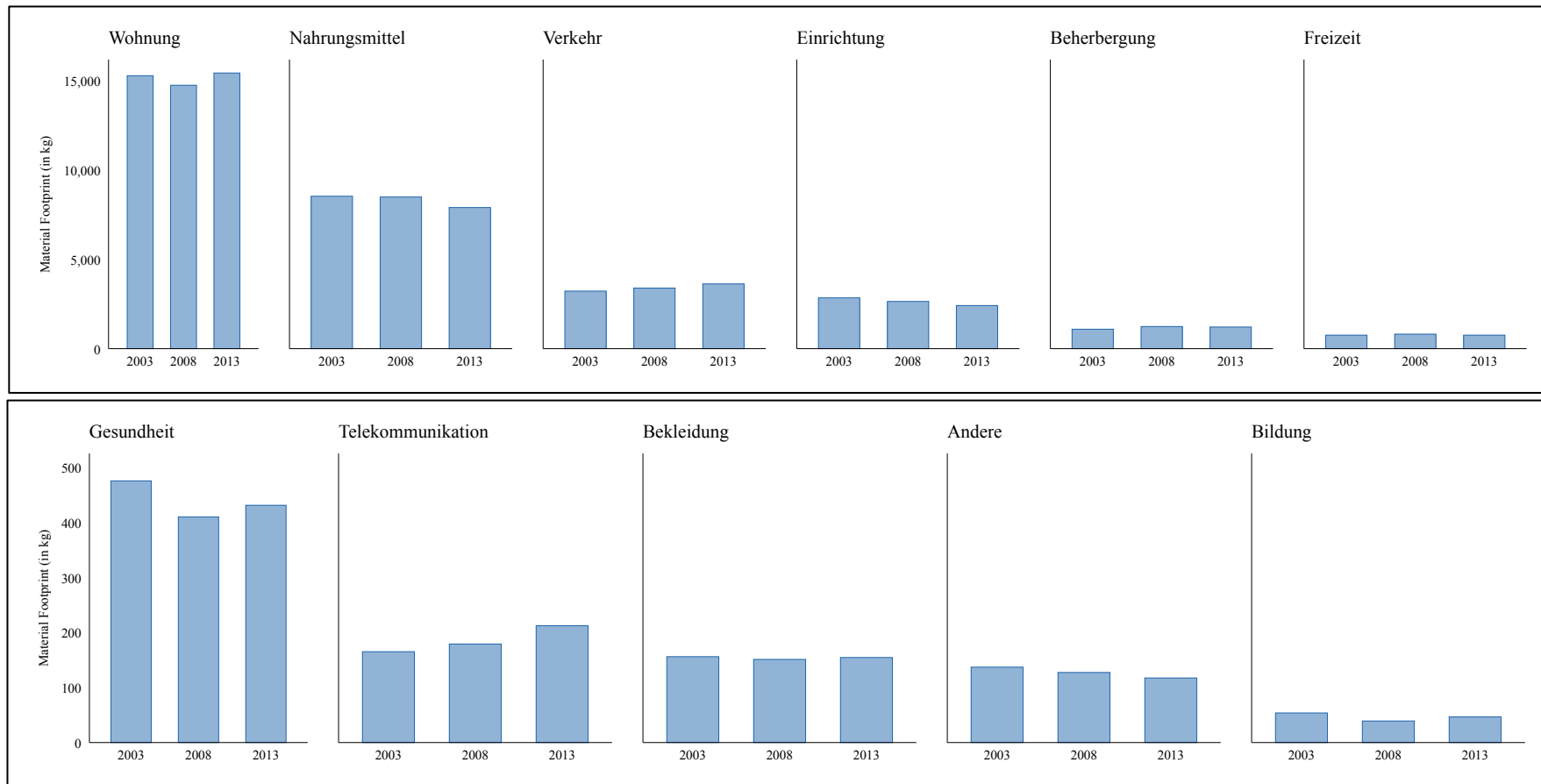


Abb. 4-1 Material Footprint des Konsums der privaten Haushalte in NRW pro Kopf für die Jahre 2003, 2008 und 2013

Anmerkung: Konsumkategorien sind absteigend nach Material Footprint im Jahr 2003 sortiert.

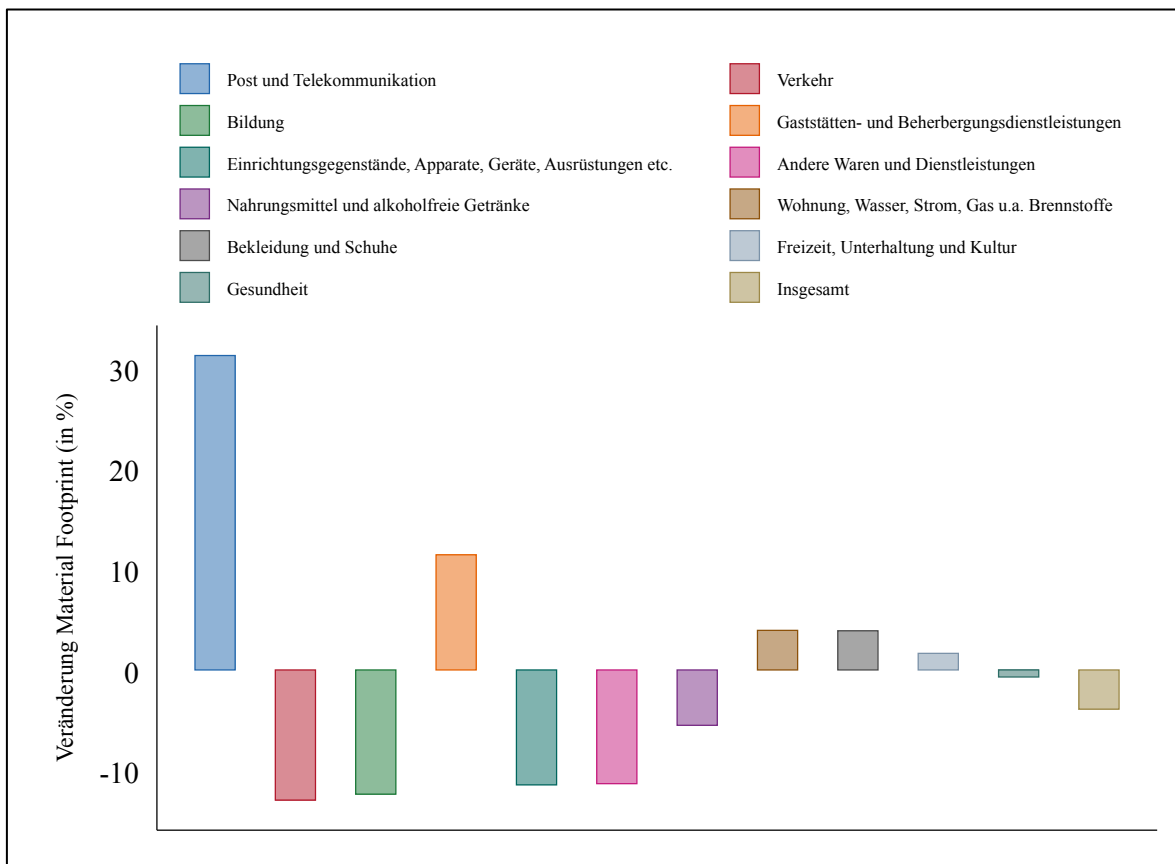
Daten: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe, Buhl & Acosta 2015 auf Grundlage Acosta & Schütz 2011 für Watson et al. 2013

Die folgende Abbildung 4 2 veranschaulicht die Veränderung des Ressourcenverbrauchs zwischen 2003 und 2013.

Damit können die Trends im Ressourcenverbrauch deutlicher herausgestellt werden als in der obenstehenden Abbildung.

Allerdings darf die relative Darstellung nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine relativ geringe Reduktion im Bereich Verkehr relevanter für die Veränderung des Material Footprints insgesamt ist, als eine relativ hohe Erhöhung des Ressourcenverbrauch im Bereich Post und Telekommunikation. Entsprechend gering fällt die Reduktion des Material Footprints insgesamt aus (Abnahme um 3,9 %).

Eine Erklärung und Interpretation Verbräuche und deren Veränderung bzw. die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Verbraucherpolitik bedarf allerdings einer Kausalanalyse zu den Treibern des Ressourcenverbrauchs. Hierzu gehört auch die Berücksichtigung von Rebound- und Verlagerungseffekten. Beispielsweise birgt eine Änderung im Ernährungsverhalten mehr Potenzial für Ressourceneffizienz, da hier die zu erwartenden Rebound-Effekte wesentlich geringer sind als im Bereich Mobilität/Verkehr. Hier könnten auch die Entwicklungen in der Außer Haus-Verpflegung bzw. Eigenverpflegung einen Erklärungsbeitrag leisten. Wir stellen eine Zunahme des Ressourcenverbrauchs für Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen, aber eine Abnahme für Nahrungsmittel fest. Beide sind zusätzlich eng mit den Mobilitätsmöglichkeiten verknüpft. Welche Zusammenhänge zwischen den Konsumbereichen zu welchen Verschiebungen im Ressourcenverbrauch führen, kann allerdings nicht beantwortet werden.



**Abb. 4-2 Veränderung des Material Footprints in NRW zwischen 2003 und 2013**

Anmerkung: Konsumkategorien absteigend nach Höhe der Veränderung zwischen 2003 und 2013 sortiert, wobei „Insgesamt“ an das Ende gestellt.

Daten: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe, Buhl & Acosta 2015 auf Grundlage Acosta & Schütz 2011 für Watson et al. 2013

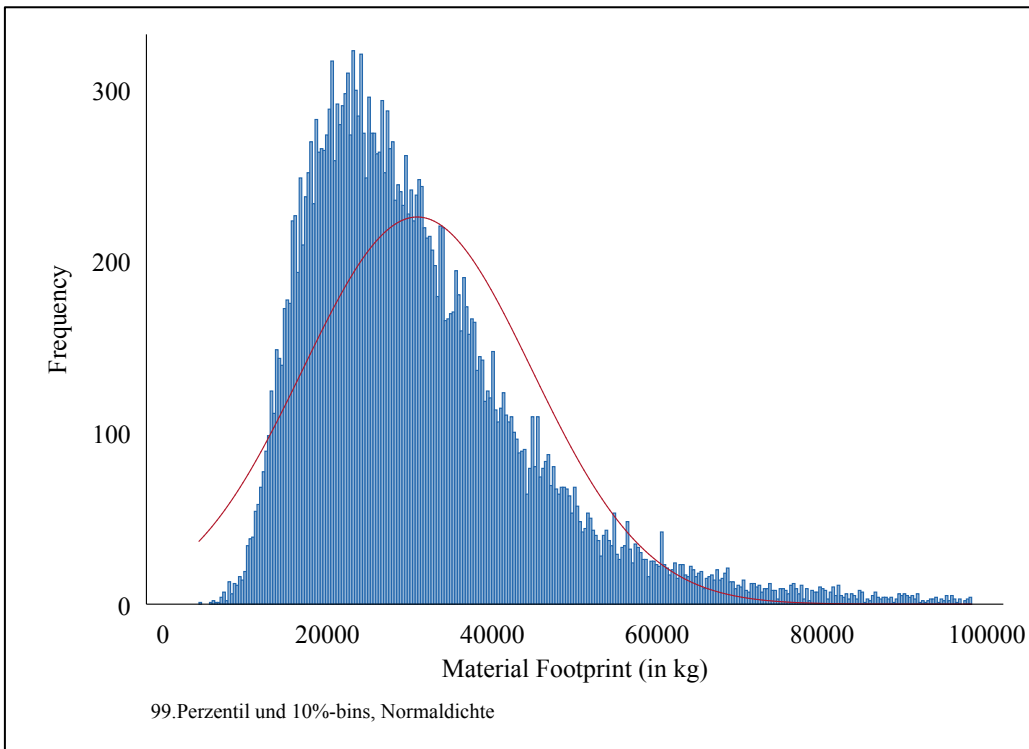
Es bleibt an dieser Stelle festzuhalten, dass sich insgesamt eine geringe Veränderung des Konsums und damit des Ressourcenverbrauchs in NRW zeigt. Er bleibt auf hohem Niveau. Interessanterweise ergibt sich die relativ geringe Veränderung insgesamt, aus signifikanten und relevanten Verschiebungen (Zu- und Abnahmen) zwischen den Konsumkategorien. Die relativ geringe Veränderung des Ressourcenverbrauchs insgesamt bedeutet nicht, dass sich keine Veränderungen des Konsums in NRW abzeichneten. Gerade diese Verschiebungen zeigen eine Dynamik im System, die aktiv seitens der Stakeholder mitgestaltet werden kann, wenn diese Bereiche detaillierter z.B. durch repräsentative Stichproben und Online-Befragung analysiert werden.

Eine weitergehende Ausdifferenzierung des Material und/oder Carbon Footprints nach sozio-ökonomischen Merkmalen wie verfügbares Einkommen der Haushalte, Gemeindegroße, sozialer Status, Beschäftigungsverhältnis, Arbeitszeit oder Alter des Haupteinkommensbeziehers kann über die Bestimmungsgründe des Material Footprints aufklären. Damit kann der Material Footprint des Konsums der privaten Haushalte in NRW auf sozio-ökonomische Faktoren zurückgeführt werden und letztlich besser erklärt und verstanden werden. Dies ist auch hilfreich, um den Einfluss potentieller Szenarien, etwa sozio-demografischer Entwicklungen auf den Ressourcenverbrauch abschätzen zu können. Die Dynamik im Konsumsysteme der BürgerInnen und Haushalte lässt sich über deren Zeitverwendung realitätsnah abbilden und gibt Informationen über deren Präferenzen oder auch zeitlichen Rahmenbedingungen, die eine Änderung behindern oder fördern.

Daher erfolgt an dieser Stelle ein Ausblick auf eine mögliche Ausdifferenzierung des Ressourcenverbrauchs in NRW.

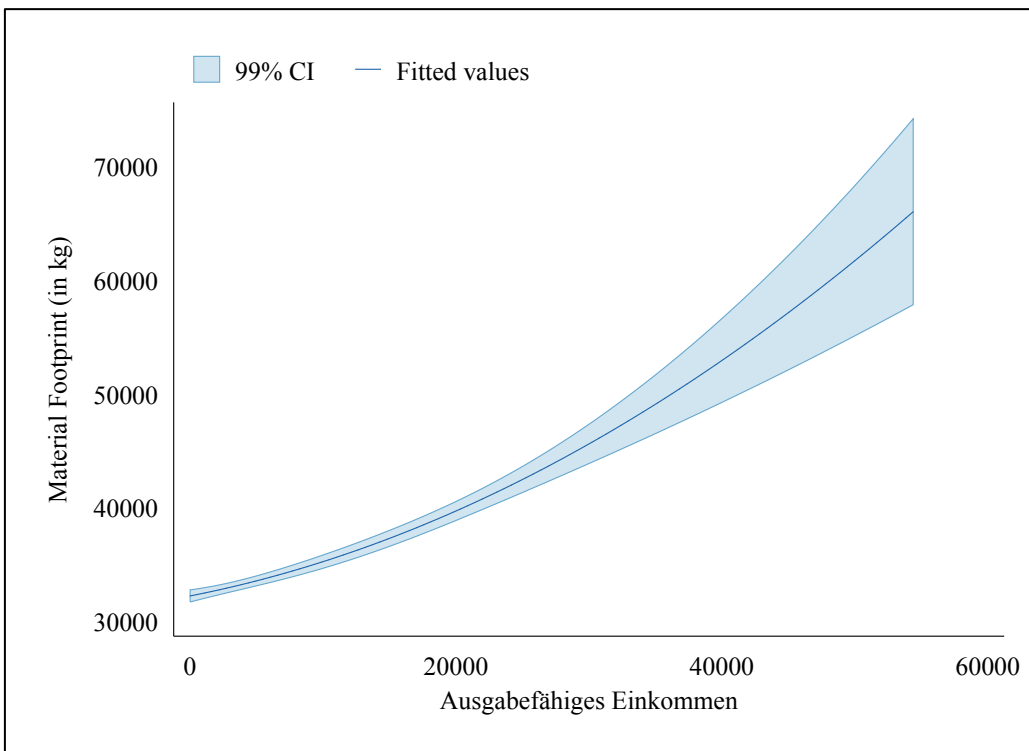
Abbildung 4 3 zeigt die Verteilung des Material Footprints des Konsums der privaten Haushalte in NRW im Vergleich zur Normalverteilung. Es zeigt sich eine linkssteile Verteilung des Material Footprints trotz Zensur der Daten zum 99 %-Perzentil (vgl. Tab. 3 1). Das heißt, der durchschnittliche Material Footprint wird durch Ausreißer in den oberen Perzentilen der Verteilung nach bestimmt. Dies kann wiederum dadurch erklärt werden, dass ein deutlich signifikanter, positiver Zusammenhang zwischen dem verfügbaren Einkommen und dem Material Footprint der privaten Haushalte besteht (Abbildung 4 4).

Höhere Einkommen zeitigen höhere Ausgaben und letztlich einen höheren Material Footprint. Es kann deshalb die Hypothese aufgestellt werden, dass das ausgabefähige Einkommen maßgeblich die Höhe des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte in NRW bestimmt. Eine Entkopplung wäre notwendig, damit Lebensqualität und Wohlstand sowie Bildungsniveau nicht auf Kosten von Klima und Ressourcenkonsum geht. Eine multivariate Analyse, also unter Kontrolle weiterer sozio-demographischer Faktoren oder Kontextmerkmale wie Stadt-/Kommunengroße, Quartiere/Nachbarschaften/Haushalte ermöglicht dann eine umfassende Erklärung und Interpretation des Material Footprints in NRW. Eine solche vertiefende Analyse ist methodisch über ein entsprechendes Monitoringsysteme möglich und kompatibel mit den statistischen Erhebungen und deren Weiterentwicklungen verknüpfbar. Dies wären notwendige weitere Schritte für Forschung und schneller Umsetzung.



**Abb. 4-3 Verteilung des Material Footprints**

Anmerkung: Verteilung des Material Footprint über alle Jahre (2003, 2008 und 2013)



**Abb. 4-4 Zusammenhang zwischen ausgabefähigem Einkommen und Material Footprint**

Anmerkung: Quadratische Schätzung des bivariaten Zusammenhangs zwischen ausgabefähigem Einkommen und Material Footprint über alle Jahre (2003, 2008 und 2013), 99%-Konfidenzintervall (CI)



#### 4.4 Methodische Stärken und Schwächen

Zusammenfassend sind die Vorteile des Einbezugs von Mikrodaten seitens der Statistischen Ämter der Länder und des Bundes zum Konsum der privaten Haushalte in NRW folgende:

- 1) Repräsentative Darstellung des Konsums der privaten Haushalte in NRW,
- 2) Differenzierte Betrachtung des Konsums der privaten Haushalte nach spezifischen Gütergruppen (bspw. Schuhe oder Energie wie Strom, Gas, Heizöl),
- 3) Differenzierte Betrachtung des Konsums der privaten Haushalten nach spezifischen Bevölkerungsgruppen (nach Einkommen, Alter, Familienstand etc.),
- 4) Ökonometrische Analyse und schließende Statistik des Konsums der privaten Haushalte (bspw. Erklärung von Zusammenhängen zwischen Haushaltsmerkmalen und Konsum) .

Die Zuhilfenahme von Mikrodaten zum Einkommen und Verbrauch der privaten Haushalte in NRW erlaubt eine detaillierte, damit flexible Beschreibung und Erklärung des Konsums in NRW. Mit einer Intensitätsanalyse des Konsums hat die empirische Umwelt- und Ressourcenökonomie ein Instrument gefunden, den Konsum auch einer Umweltbewertung unterziehen zu können. Bis dato beschränkte sich die internationale Forschung auf eine Treibhauspotentialanalyse und damit die Zuhilfenahme von Treibhausgas- oder CO<sub>2</sub>-Intensitäten. Erst in jüngster Vergangenheit wurde jene Forschung auf Deutschland und zur Bewertung der Ressourceninanspruchnahme adaptiert und damit die Zuhilfenahme von Ressourcenintensitäten eingeführt (siehe Kap. 1 Hintergrund).

Die Darstellung des Ressourcenverbrauchs des Konsums der privaten Haushalte auf der Grundlage von Mikrodaten erlaubt eine differenzierte Darstellung nach Gütergruppen, aber auch nach Bevölkerungsgruppen. Damit ist eine möglichst realitätsnahe Allokation des Ressourcenverbrauchs auf unterschiedliche Gruppen (Eigentümer, Mieter, hohe und niedrige Einkommen, große Familien und Singles, Lebensstilgruppen, Milieus) möglich. Spezifischere und letztlich effektivere Empfehlungen zur Reduktion des ökologischen Nachhaltigkeitseffektes nach Gütergruppen und/oder Zielgruppen können abgeleitet werden.

Die Vorteile und Möglichkeiten sind in den vorangehenden Arbeitsschritten skizziert und wird in den folgenden Arbeitspaketen weiter herausgestellt.

Deshalb soll an dieser Stelle vor allem potentielle Schwachstellen des Vorgehens im Hinblick auf eine Umweltbewertung diskutiert werden, um diese in einer weiteren Entwicklung adressieren und möglichst schrittweise beheben zu können:

- 1) Hohes *Aggregationsniveau* der Ressourcenverbrauchsdaten (für Hauptkategorien des Konsums)
- 2) Verwendung von konstanten *Ressourcenintensitäten* des privaten Konsums in Deutschland insgesamt
- 3) Beschränkung auf *Ausgaben* als Proxy für Konsum

Insbesondere eine Diskussion potentieller Schwachstellen erlaubt am Ende eine Einschätzung, ob die Güte der vorliegenden Abschätzung und Bewertung des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte in NRW ausreichend ist.

---

## Ad 1) Aggregationsniveau

Hohes *Aggregationsniveau* der Ressourcenverbrauchsdaten (für Hauptkategorien des Konsums)

Der gewählte Ansatz zur Bestimmung der Ressourcenintensitäten einzelner Konsumkategorien basiert auf Input-Output-Analysen gesamtwirtschaftlicher Materialflussrechnungen. Der Ressourcenverbrauch durch Konsum wird dabei zunächst vollständig erhoben und beinhaltet alle den Haushalten zurechenbaren Materialflüsse. Die Ressourcenintensitäten ergeben sich aus der Relation von Gesamtressourcenverbrauch und den Konsumausgaben in Deutschland in der jeweiligen Konsumkategorie. Somit ist die gewählte Methode anschlussfähig an Statistiken der Konsumausgaben von Haushalten in Deutschland oder einzelnen Regionen.

Allerdings handelt es sich bei den Ressourcenintensitäten um aggregierte Faktoren, die auf Basis der Zurechnung der Konsumausgaben zum Gesamtressourcenverbrauch entstanden sind. Vor allem für homogene Güter wie Kraftstoffe können damit sehr präzise und repräsentative Intensitätsfaktoren bestimmt werden. Sie lassen sich aber nicht weiter disaggregieren als die dahinter liegenden Materialflussrechnungen und erlauben keine Unterscheidung von Verteilungen oder Typen konsumierter Güter. Die Inanspruchnahme von Ressourcen durch ein einzelnes Gut wird jedoch von diesen und anderen Faktoren beeinflusst. So verbraucht etwa ein PKW der Mittelklasse in der Regel mehr Ressourcen als ein Kleinwagen. Nicht immer korrelieren dabei Kosten und Ressourcenverbrauch – im Gegenteil: häufig sind ressourceneffizientere Produkte in der Anschaffung teurer (etwa bei einem Laptop und einem Desktop PC gleicher Leistung).

Eine Ermittlung dieser Unterschiede bei Konsum und Ressourcenverbrauch würde eine tiefergehende Analyse der konsumrelevanten Ressourcenverbräuche ermöglichen. Handlungsempfehlungen und politische Maßnahmen könnten dort ansetzen, wo die größten Ressourcenschonungspotentiale zu erwarten sind, sowohl in Hinblick auf die Umsetzbarkeit (niedrig investive Maßnahmen der Haushalte) als auch die absolute Wirkung. Ein differenzierter, den Lebensstilen und Werthaltungen angepasster Instrumentenmix könnte die vorhandenen Potenziale direkt adressieren.

Empfehlung:

- Erweiterung der Datenbasis um Lebenszyklusdaten zur schrittweisen Ausdifferenzierung des Ressourcenkonsums von Produkten, Produkttypen und zugehörigen Dienstleistungen.
- Herstellung einer Kompatibilität zwischen Gütergruppen und deren Nutzung. Dies erfordert eine alternative Kategorisierung von Produkten und Dienstleistungen nach Bedarfswelt und nicht nach Konsumkategorie (beispielsweise alle Produkte und Dienstleistungen kategorisieren, die der Ernährung dienen). Dazu gehören Mobilitätsdienstleistungen wie die Fahrt zum Supermarkt oder des Lieferdienstes oder Telekommunikationsdienstleistungen beim Online-Shopping.

---

## Ad 2) Ressourcenintensitäten

Verwendung von konstanten *Ressourcenintensitäten* des privaten Konsums in Deutschland insgesamt

Damit angesprochen ist ein weiterer Nachteil in der bestehenden Datengrundlage. Den Berechnungen liegen die Ressourcenintensitäten des privaten Konsums in Deutschland im Jahre 2005 zugrunde. Wie stark dies die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt, lässt sich aufgrund fehlender Daten nicht abschließend klären. Für einen Vergleich der Ergebnisse sind lediglich die Daten aus der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder (UGRdL) verfügbar. Die UGRdL berücksichtigt jedoch den kompletten produzierenden Sektor in NRW, nimmt also keine Trennung der Rohstoffentnahme für Produktion und Konsum vor. Somit umfassen die Daten die Rohstoffaufwendung für die Herstellung von Stahl oder Strom, auch wenn diese gar nicht durch Haushalte in

NRW verbraucht werden, sind also methodisch nicht mit dem in der vorliegenden Analyse gewählten Ansatz vergleichbar.<sup>5</sup>

Der Blick auf die UGRdL führt zu der Frage, ob nicht der komplette produzierende Sektor in NRW im Indikator abgebildet werden sollte. Als Folge würde etwa die im Vergleich zu anderen Bundesländern hohe Kohleförderung in NRW automatisch dem Konsum eines Haushalts in NRW zugeschrieben werden. Dies halten wir jedoch nicht für plausibel, da wir davon ausgehen, dass sich die Ressourcenintensität des Konsums in NRW *nicht* grundsätzlich von der Ressourcenintensität des Konsums in Deutschland unterscheidet. Der Haushalt in NRW konsumiert die gleichen Güter, wie andere Haushalte in Deutschland auch (nur mehr oder weniger davon). Anders ausgedrückt: Es erscheint unwahrscheinlich, dass sich die Einwohner NRWs ausschließlich Plasma-Fernseher kaufen, wenn durchschnittlich in Deutschland überwiegend LCD-Fernseher verkauft werden. Diese Annahme gilt es jedoch zu prüfen.

Um die vorliegenden Ergebnisse zu validieren bleibt abschließend nur die Möglichkeit, einen Vergleich mit den Makrodaten für den Verbrauch in Deutschland pro Kopf aus Acosta und Schütz 2011 durchzuführen (für Watson et al. 2013, siehe auch in Buhl 2014 oder in Buhl und Acosta 2016). Diese Daten liegen anders als bei der UGRdL bezogen auf den Konsum vor, also abzüglich exportierter Waren. Hier wird ein Ressourcenverbrauch pro Kopf von rund 29t im Jahre 2005 in Deutschland angegeben. Dies entspricht in etwa dem Mittelwert des ausgewiesenen Material Footprints für das Jahr 2003 (30,8t) und 2008 (29,6t) für Deutschland in Tabelle 4 2. Die Ergebnisse liegen somit in der gleichen Größenordnung, was für die Plausibilität der in unserer Analyse gewählten Methode spricht.

Dennoch bleibt die Verwendung von Ressourcenintensitäten, die den nationalen Durchschnitt abbilden, für eine Analyse von NRW eine Verkürzung, die es aufzuheben gilt. Ebenfalls eine Verkürzung stellt die Annahme dar, dass Ressourcenintensitäten über die Zeit relativ konstant bleiben: Im Rahmen dieser Analyse wurden für alle drei berechneten Zeitpunkte 2003, 2008 und 2013 dieselben Ressourcenintensitäten aus dem Jahr 2005 als Datengrundlage angenommen.

Wir schlussfolgern, dass eine Übernahme der angewandten Methode empfehlenswert ist. Dies zeigt der Abgleich mit den Ergebnissen für Deutschland oben.

Empfehlung:

- Schrittweise Erhebung differenzierterer Informationen zum spezifischen Ressourcenverbrauch der privaten Haushalte in NRW<sup>6</sup>.
- Detaillierung der Analysen und repräsentative Stichprobenziehungen in den Zeiträumen zwischen den statistischen Erhebungen, um eine ausreichende Datenqualität und -differenzierung bereitstellen zu können (siehe Vorschläge hierfür in den folgenden Kapiteln).

### Ad 3) Ausgaben

Beschränkung auf *Ausgaben* als Proxy für Konsum

Ein weiterer Nachteil der verwendeten Methode stellt die Zweidimensionalität des gewählten Ansatzes dar. Umweltwirkungen durch Haushalte (hier Ressourcenverbrauch) werden allein auf Basis der finanziellen Ausgaben bzw. marginalen Veränderungen in den Ausgaben bestimmt. Implizit wird davon ausgegangen, dass neben den Ausgaben

<sup>5</sup> Erschwerend kommt hinzu: In der UGRdL wird lediglich die „verwertete Entnahme abiotischer Rohstoffe plus Einfuhr abiotischer Güter plus/minus Saldo aus Empfang und Versand abiotischer Güter zwischen den Bundesländern“ ausgegeben. Im Material Footprint bzw. dem Gesamtressourcenverbrauch (oder auch *Total Material Requirement* TMR) induziert durch den privaten Konsum werden allerdings auch die biotischen, als auch unverwerteten Rohstoffentnahmen (und Erosion) berücksichtigt. Es werden die gesamten, globalen Auswirkungen des Konsums der privaten Haushalte, inklusive verwendeter Produktgruppen und ihrer Vorketten berücksichtigt (siehe auch Acosta und Schütz 2015 oder das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes) des BMUB zur Relevanz der unverwerteten Rohstoffentnahme).

<sup>6</sup> Letzten Endes wären die Ergebnisse für NRW nur dann korrekt, wenn die Annahmen stimmen, dass die Haushalte in NRW dieselben Güter konsumieren wie alle Haushalte in Deutschland und sich die Güter über die Jahre nicht verändert haben.

für homogene Verbrauchsgüter wie Strom und Gas, Güterinventare die „reale“ Umweltwirkung beschreiben. Ein Haushalt mit höheren Konsumausgaben besitzt demnach mehr Güter und verbraucht mehr Ressourcen. Auch wenn diese Korrelation vielfach in der Literatur belegt worden ist, sind weitere Faktoren für die messbaren Umweltwirkungen relevant. Zum Beispiel beeinflusst die Nutzungsart und -intensität die Lebensdauer von Gütern, ebenso wie Reparaturmaßnahmen oder der Kauf von gebrauchten Gütern. Wertvorstellungen können die Bereitschaft erhöhen, teurere, aber im Ressourcenverbrauch vergleichbare Güter zu konsumieren. Und vielfach bestimmt nicht das Vorhandensein eines Gutes seine Umweltwirkungen, sondern der Zweck für den es genutzt wird. Vorschläge, um auch diese Schwachstellen anzugehen, sind ebenso im folgenden skizziert.

Hinzu kommt, dass ein Vergleich des Konsums über die Zeit auf der Grundlage von Konsumausgaben eine inflationsbereinigte Darstellung erfordert. Je nach Jahresbasis für die Inflationsbereinigung ergeben sich letztendlich veränderte Ressourcenverbräuche. Eine inflationsbereinigte Darstellung ist aber vorzuziehen, um reale Veränderungen im Ausgabeverhalten beobachten zu können - zum Preis einer (geringen) Verzerrung der Ressourcenverbräuche.

Empfehlung:

- Alternative Konsumstatistiken verwenden, die eine konsistentere Umweltbewertung von Konsumaktivitäten erlauben.
- Zeitbudgeterhebungen erlauben eine vollständigere, konsistentere und nach Bedarfsfeld organisierte Kategorisierung des Konsums (alltagsnah). Der Konsumzweck und die Ressourcendiensteleistung stehen im Mittelpunkt der Bewertung (Kochen statt Strom oder Gas).

---

## Fazit

Eine Bewertung der Konsumausgaben der privaten Haushalte in NRW mithilfe einer Intensitätsbewertung ist ein erprobtes und empfehlenswertes Vorgehen, um auch den Ressourcenverbrauch des *Konsums* der privaten Haushalte in NRW anzuzeigen, sowie flexibel und schrittweise detaillierter analysieren zu können. Die Übernahme des Indikators ist empfehlenswert. Das Vorgehen ist möglich und vielversprechend (siehe Vorteile und Stärken oben). Gleichzeitig schließen wir, dass die berechneten Ressourcenverbräuche aufgrund der (über die Jahre) statischen und (für Produkte und NRW) unspezifischen Ressourcenintensitäten zu verzerrt sein könnten, um den absoluten Ressourcenverbrauch der privaten Haushalte mit ausreichender Güte darstellen zu können. Um Daten in entsprechender Qualität für die öffentliche Statistik des Landes bereitstellen zu können, ist eine schrittweise Ausdifferenzierung und ggf. eine sinnvolle Regionalisierung der Ressourcendaten empfehlenswert.

Das mögliche Vorgehen zur Behebung der Schwächen und damit zur Verbesserung der Datengrundlage wird in Tabelle 4 4 zusammengefasst. Die Empfehlungen zur Verbesserung basieren auf Erfahrungen und Vorarbeiten der AutorInnen. Die Maßnahmen in den Empfehlungen sind elementare Bestandteile einer Integration von empirischer Konsumforschung und Ressourcenbewertung. Die Umsetzung der Empfehlungen ist machbar und realistisch.

Schwächen	Empfehlung zur Verbesserung
1) Hohes Aggregationsniveau der verwendeten Ressourcendaten	Verwendung von Lebenszyklusdaten zur schrittweisen Ausdifferenzierung Kategorisierung von konsumierten Gütern und ihren Dienstleistungen entlang von Bedarfsfeldern wie z.B. Ernährung
2) Über die Jahre statistische Ressourcenintensitäten für Deutschland	Gesonderte, regionalisierte Erhebungen zum spezifischen Ressourcenverbrauch der privaten Haushalte in NRW (bspw. Produktinventare und/oder deren Nutzung)
3) Ausgaben als Proxy für Konsum	Verwendung alternativer Konsumstatistiken, die eine vollständigere und konsistentere Umweltbewertung erlauben (bspw. Zeitbudgeterhebungen)

**Tab. 4-4 Übersicht der Empfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlage**

*Anmerkung: Die Verbesserungen können schrittweise und unabhängig voneinander umgesetzt werden. Eine Priorisierung der Empfehlungen wird im Fazit in Tabelle 7 1 vorgenommen.*

Vorschläge und Maßnahmen zur Verbesserung der Datengrundlage werden im Folgenden Kapitel genauer beschrieben.

## 5 Evaluation der Erweiterbarkeit von Berechnungsgrundlage und –methodik

### 5.1 Erörterung des Datenbedarfs

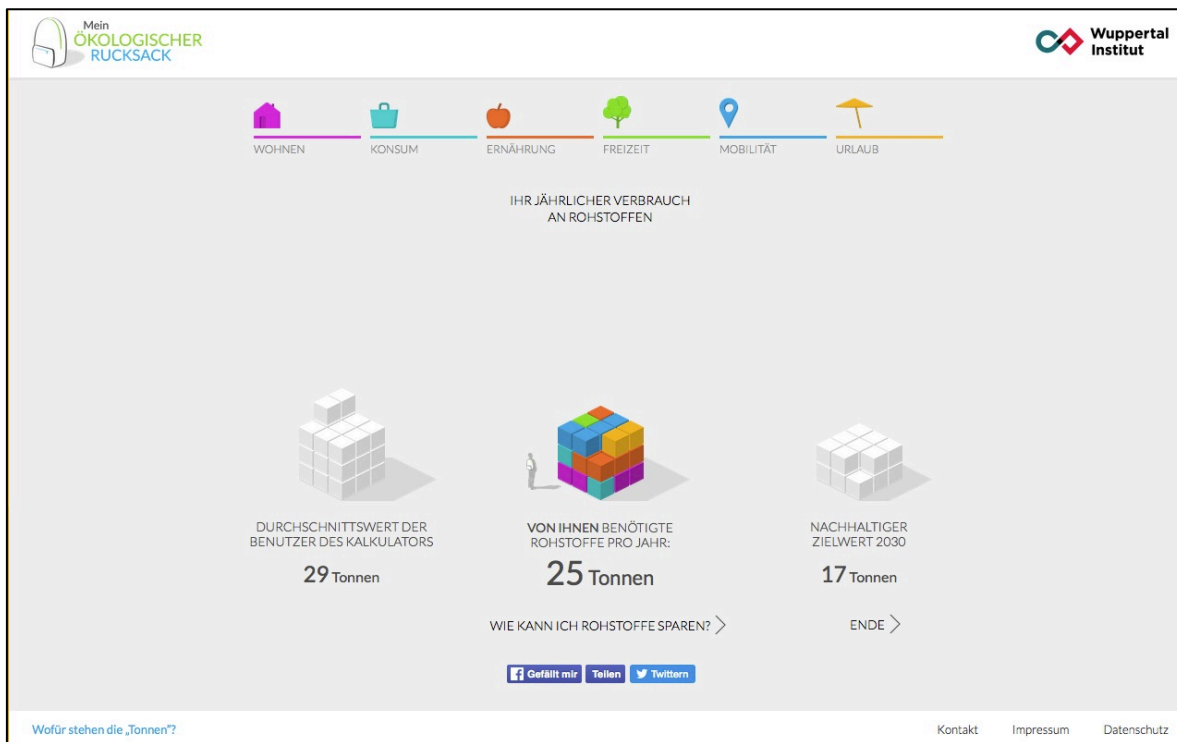
Für eine Regionalisierung der Datenbasis, also der Bestimmung des konsumrelevanten Gesamtressourcenverbrauchs in NRW, müssten vergleichbare Materialflussrechnungen vorliegen, wie sie für Deutschland existieren. Dies beinhaltet unter anderem Informationen zu den technischen und mengenmäßigen Charakteristika von Produktions- und Konsummustern in NRW. Spezifische, regionale Daten müssten vor allem für Produktionsprozesse in NRW und den Konsum in ausgewählten Branchen vorliegen. Viele der hierfür notwendigen Daten liegen zwar prinzipiell vor, erfordern jedoch eine Erweiterung bestehender Modelle (vgl. auch Acosta und Schütz 2015, S.49 ff.).

Die Ausdifferenzierung von Gütertypen ist mithilfe von Lebenszyklusinventardatenbanken möglich, auch wenn nicht für jeden Gütertyp ein Inventar vorliegt. Die darin enthaltenen Inventare können genutzt werden, um Typen einzelner Güter zu dimensionieren (z.B. Fernseher mit großer Bilddiagonale gegenüber Fernseher mit kleiner Bilddiagonale), zu differenzieren (z.B. Verwendungszweck eines Computers) oder ziel sicher abzuleiten (z.B. Motorroller auf Basis eines Motorrads). Die einzelnen Datensätze lassen sich normieren und damit als Abweichungen von durchschnittlichen Ressourcenintensitäten ausweisen. Ein entsprechender Ansatz wird im folgenden Kapitel diskutiert.

Eine Verschneidung der Datensätze ist nur dann möglich, wenn sich der Konsum in einzelnen Kategorien ebenfalls weiter ausdifferenzieren lässt.

Dabei könnten zusätzliche Statistiken wie etwa Zeitverwendungsstudien genutzt werden oder Umfragen und Interviews durchgeführt werden, die weitere soziodemographische Merkmale oder Haushaltsinventare erfassen. Ein Beispiel, wie sich der Ressourcenverbrauch ausdifferenziert über Umfragen erheben lässt ist der Ressourcenrechner des Wuppertal Instituts ([ressourcen-rechner.de](http://ressourcen-rechner.de)). Die Erhebung des Ressourcenverbrauchs mit detaillierten Fragen zum Konsumverhalten würde sogar den Umweg über das Ausgabeverhalten überflüssig machen.

Untenstehende Abbildung 5 1 zeigt, dass die Stichprobe zum Zeitpunkt des Screenshots im Schnitt 29t pro Kopf Ressourcen in Anspruch nimmt, hier also eine sehr gute Annäherung an den in der vorliegenden Studie berechneten Wert vorliegt. Der Rechner ermöglicht eine individuelle Abfrage, eine individuelle Visualisierung des eigenen Konsums und des Ressourcenverbrauchs. Der Vergleich mit einem nachhaltigen Zielwert oder Benchmark verdeutlicht den Handlungsbedarf. Gleichzeitig können individualisierte Handlungsempfehlungen für verschiedene Bedarfswerte (Wohnen, Ernährung etc.) direkt an den Anwender bzw. Befragten zurückgespiegelt werden. Eine derartige Differenzierung ist für die Indikation des Ressourcenverbrauchs privater Haushalte wünschenswert.



**Abb. 5-1** Visualisierung eines individualisierten Ressourcenverbrauchs auf Umfragebasis (der Zielwert basiert auf einer Projektion des Zielwertes für 2050 (8 Tonnen pro Person und Jahr))

Quelle: eigene Darstellung, [ressourcen-rechner.de](http://ressourcen-rechner.de)

## 5.2 Erweiterung der Berechnungsmethodik um Lebenszyklusdaten

Für die Ermittlung spezifischer Umweltwirkungen von konsumrelevanten Gütern und Gütertypen können Lebenszyklusanalysen bzw. verwandte Methoden wie MIPS für den Ressourcenverbrauch verwendet werden. Das zugrunde liegende Inventar für eine MIPS-Analyse zur Berechnung des Material Footprint enthält alle Materialflüsse aus der Natur, die während der gesamten Lebensdauer in den verschiedenen Lebenszyklusphasen angefallen sind oder voraussichtlich anfallen werden (von der Wiege bis zur Bahre). Diese Flüsse werden entlang von Ressourcenkategorien klassifiziert, aufaddiert und auf die Dienstleistung des Gutes bezogen (die sogenannte Service-Einheit oder funktionelle Einheit). Das kann je nach Ziel der Untersuchung ein einzelnes Produkt, eine bestimmte Leistung (z.B. pro km Fahrt) oder ein normierter Vergleichs-Faktor sein. Die gesamten Ressourcenverbräuche eines Gutes werden in der Regel über die gesamte Lebensdauer in Jahren abgeschrieben, wodurch spezifische Ressourcenverbräuche (z.B. kg/Stk.) kompatibel mit Jahreszeitpunkten in Konsumstatistiken sind.

Für die Bestimmung eines Konsumindikators der Ressourcenverbräuche von Haushalten in NRW hat eine mögliche Erweiterung um Lebenszyklusdaten eine Reihe von Vorteilen:

- Berücksichtigung der (Dienst-)Leistung von konsumierten Gütern, nicht nur ihrer Kosten,
- Ausdifferenzierung der Ressourcenverbräuche in den Hauptkonsumkategorien,
- Berücksichtigung regionaler Besonderheiten wie den Strommix in NRW,
- Anschlußfähigkeit der Methode an zusätzliche Haushaltsstatistiken und Umfragen.

Weil eine Aufschlüsselung des Haushaltskonsums mithilfe von Lebenszyklusinventaren aufgrund fehlender Daten nicht für alle Konsumkategorien und darin enthaltene Güter möglich ist, müsste ein Lebenszyklusansatz in die bestehende Methode integriert werden. Die Stärken des Input-/Output-Ansatzes, die Vollständigkeit des Ressourcenver-

brauchs und die statistische Anschlußfähigkeit, sollten dabei möglichst erhalten bleiben. In Frage käme demnach ein sogenannter Hybrid LCA-Ansatz, bei dem Methoden der Input/Output-Analyse mit denen der LCA kombiniert werden.

Zunächst erfolgt eine Ermittlung der Art und Verteilung der wichtigsten Güter in der jeweiligen Konsumkategorie etwa auf Basis von Markt- und Branchendaten für Deutschland und NRW im Bezugsjahr. Um die Konsistenz zu gewährleisten, werden dabei den nicht nicht-erfassbaren Unterkategorien die durchschnittliche Ressourcenintensität der Hauptkonsumkategorie zugeordnet.

Als nächster Schritt wird ein Bottom-Up Modell entwickelt, das die Güter- und ihre Typen innerhalb einer Konsumkategorie klassifiziert und in Bezug auf ihre funktionelle Einheit normiert. Mithilfe von MIPS-Analysen werden dann die Lebenszyklusinventare der einzelnen Gütertypen modelliert, skaliert und in Form von spezifischen Ressourcenverbräuchen ausgewiesen. Jede marginale Veränderung der Gütertypen- und Güterverteilung resultiert so in einer Abweichung des aufaddierten Ressourcenverbrauchs innerhalb einer Konsumkategorie.

Ist ein entsprechendes Bottom-Up-Modell einmal entwickelt, kann es außerdem um andere Dienstleistungen durch Güter erweitert werden. Denkbar ist hier die Berücksichtigung unterschiedlicher Nutzungs- und Lebensdauern, Nutzungsarten oder die Integration von Haushaltsaktivitäten. Bedingung hierfür ist die erfolgreiche Normierung (Bezug auf dieselbe funktionale Einheit) aller beteiligten Güter einer Konsumkategorie.

Am Ende sollte es möglich sein, den spezifischen Ressourcen- bzw. Rohstoffverbrauch differenziert nach Bevölkerungsgruppen und spezifischen Gütergruppen zu ermitteln und auszuweisen. Das erlaubt eine sehr viel effektivere Ansprache von einzelnen Haushalten zugunsten eines nachhaltigeren Ressourcenverbrauchs.

Die Abbildung 5 2 unten zeigt bspw. eine Visualisierung der Rohstoffanspruchnahme eines 1-2 Personen-Haushalts. Grundlage der Umweltbewertung des Konsums der privaten Haushalte bildeten Lebenszyklusdaten zu langlebigen Haushaltsgütern, die in der öffentlichen Statistik erhoben werden, als auch die umfragebasierte Erhebung von Nutzungsdauern. Der Visualisierung liegt ein Daten- und Methodenmix zugrunde, der Stoffstromanalyse und Lebenszyklusinventare als auch Konsumforschung mittels Mikrodaten der öffentlichen Statistik und eigenen Erhebungen verbindet. Dadurch kann deutlich gemacht werden, dass die Ausstattung und Nutzung von Gebrauchsgütern im Haushalt das weltweite, nachhaltige Rohstoffbudget schon in wenigen Jahren überschritten hätte (mit Ausnahme Kautschuk). Der Haushalt weiß damit sehr genau, in welchen Gütergruppen er über ein nachhaltiges Maß Ressourcen verbraucht und könnte entsprechend zielsicher entgegensteuern.



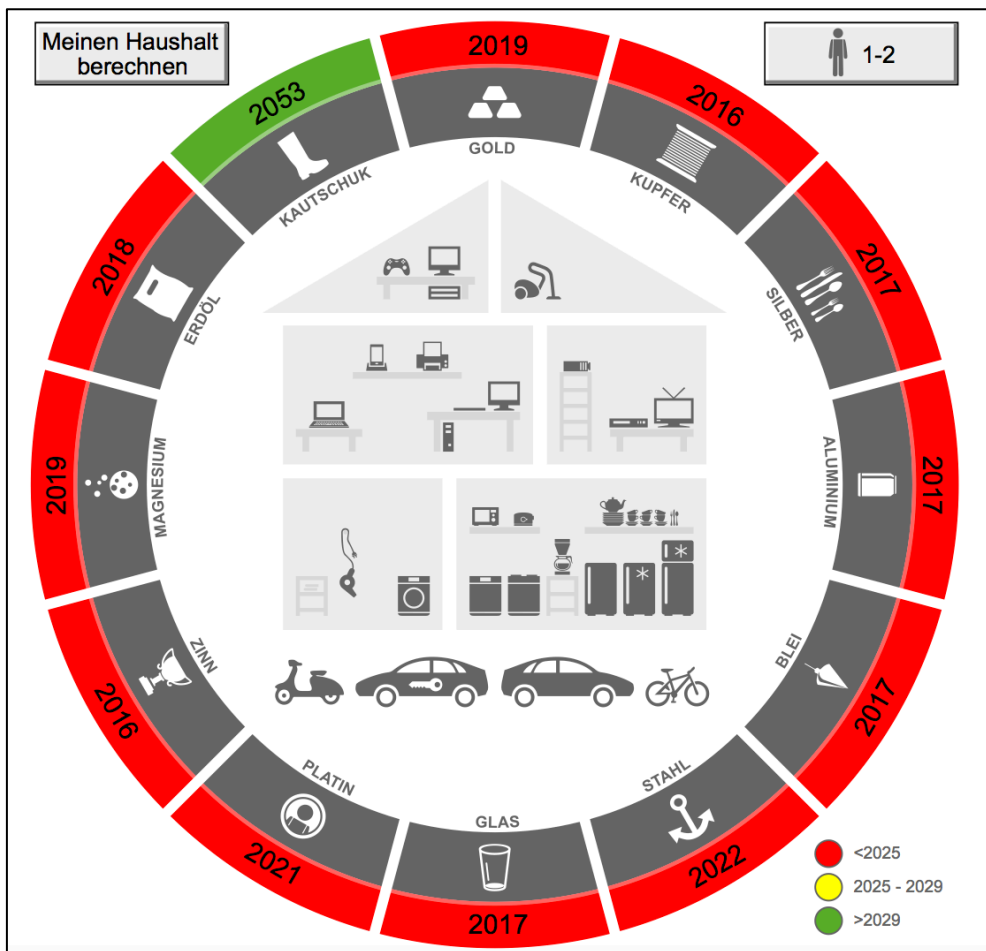


Abb. 5-2 Visualisierung des spezifischen Güterkonsums und Rohstoffverbrauchs eines 1-2 Personen-Haushalts

Quelle: UBA-Projekt „Global nachhaltige Wohlstandsniveaus“<sup>7</sup> (2015), S. 16

Erläuterung: Der äußere Kreis zeigt das Jahr an, in dem der Haushalt sein weltweit nachhaltiges „Rohstoffbudget“ aufgebraucht hätte. Die Ampel visualisiert sozusagen die Dringlichkeit der Konsumveränderung.

### 5.3 Erörterung von differenzierten Reduktionszielen

Eine ressourcenleichte Gesellschaft ist eine Gesellschaft, die mit einem geringen Ressourcenverbrauch auskommt, Ressourcen schont, den Umweltraum einhält und dematerialisiert ist. In diesem Sinne formulierte Schmidt-Bleek (1994, 2007) die Notwendigkeit einer Halbierung (Faktor 2) des globalen Ressourcenverbrauchs bis zum Jahre 2050. Will man aber den Ressourcenverbrauch gerecht auf alle Menschen verteilen, müssen Industrieländer ihren Verbrauch um 90 % oder den Faktor 10 reduzieren. Das Faktor 10-Konzept definiert somit eine klare ressourcenbezogene Obergrenze und leitet daraus die maximalen Ressourcenverbräuche pro Kopf ab.

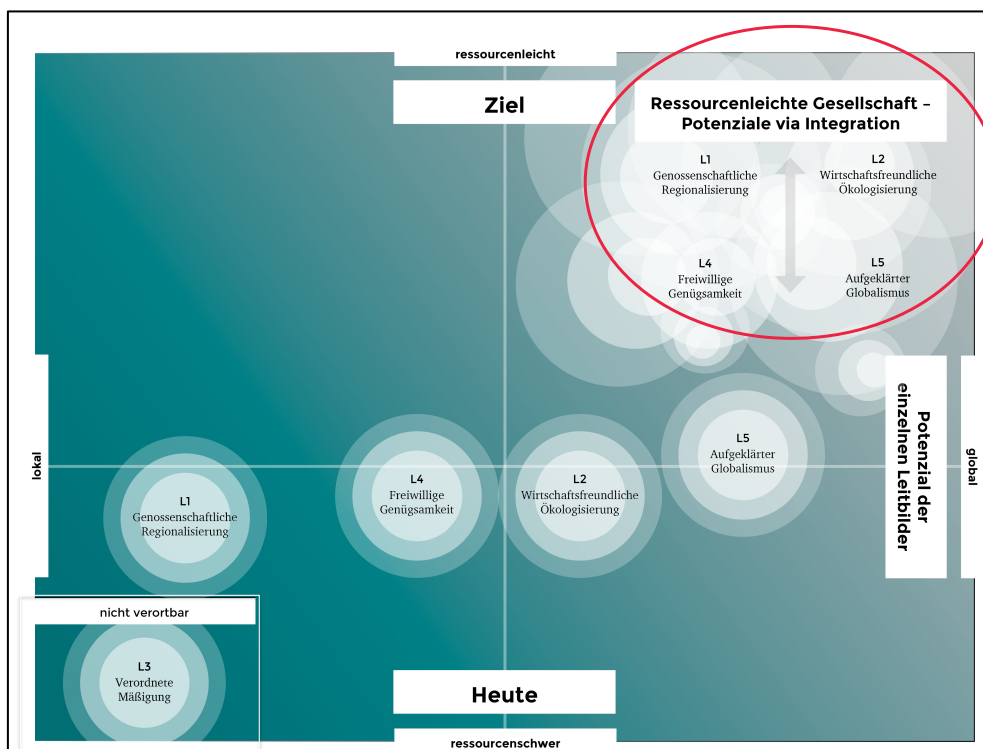
Diese Obergrenze lässt sich quantitativ zumindest in einer Näherung bestimmen. Gemäß aktueller Einschätzungen bedeutet dies eine Reduktion auf einen weltweiten Verbrauch von 55Gt bis 110Gt TMC<sub>abiot</sub><sup>8</sup> (Bringezu 2015). Bringezu und Schütz (2013) gehen bei einer Strategie des weiter so von einem deutlichen Anstieg des Ressourcenkon-

<sup>7</sup> Ahlert et al. (2015). Global nachhaltige materielle Wohlstandsniveaus - Analyse und Veranschaulichung global nachhaltiger materieller Versorgungsgrade auf der Ebene von Haushalten. UBA Texte 99/2015, S. 16.

<sup>8</sup> Das heißt Total Material Consumption (TMC) abiotischer Ressourcen. Insgesamt schlägt Bringezu (2015, S. 48) eine Total Material Consumption abiotischer Ressourcen von 6 - 12 t/cap vor, mit maximal 2 t/cap Total Material Consumption biotischer Ressourcen im Jahre 2050.

sum bis 2030 aus<sup>9</sup>. Für Deutschland kann damit eine Verringerung des Verbrauchs um den Faktor 4 bis 20 (KRU 2015) sowie die Orientierung des durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauchs auf ca. 8t/a TMC (Lettenmeier et al. 2014) als Format einer ressourcenleichten Gesellschaft angenommen werden. Die angenommene ressourcenleichte Gesellschaft hält diese Leitplanke für die nachhaltige Nutzung globaler Ressourcen ein. Die Gesellschaft sichert so den Erhalt des Umweltraumes, der ökosystemaren Dienstleistungen und der Biodiversität.

In dem Projekt „Ressourcenleichte Gesellschaft“<sup>10</sup> wurden Leitbilder für diese entwickelt, die sich möglichst nicht überschneiden sollten, um eine Differenzierung und Orientierung zu erlauben. In einem nächsten Schritt wurden diese bezüglich ihrer Ressourceninanspruchnahme eingeschätzt. Die Abbildung 5 3 zeigt an, dass nur eine Kombination der jeweilig ressourcenleichten Leitbildlinien zu einer Dematerialisierung führen kann – also Regionalisierung und Globalisierung über entsprechende Wirtschaftsformen und Technologiemöglichkeiten gekoppelt an Verhaltensänderungen in Produktion und Konsum zu einer tatsächlichen Dematerialisierung führen können.



**Abb. 5-3 Ressourcenbewertung von Szenarien zur Ressourcenleichten Gesellschaft (RLG) in Deutschland**

Quelle: Bienge et al. 2016 in Schnurr et al. 2016

Grundlage für die Ausdifferenzierung eines Reduktionszieles für den Ressourcenverbrauch des privaten Konsums ist die Zielformulierung einer 8t Gesellschaft basierend auf Lettenmeier et al. (2014), die das Konzept des Umweltraumes in konkrete Ziele und Handlungsansätze für Produktion (technologische Potenziale) und Konsum (sozio-technische Potenziale) übersetzten. Ausgehend von einem Ressourcenverbrauch pro Kopf von rund 31,4t (TMC) in NRW im Jahre 2013, ist entsprechend eine Reduktion

<sup>9</sup> vgl. Bringezu und Schütz 2013, S. 18f: "Im Jahr 2008 betrug allein die genutzte Ressourcenentnahme weltweit 67 Mrd. Tonnen (...) (Krausmann et al. 2009 und update 2011). (...) Die Business-As-Usual-Entwicklung läuft weltweit auf eine weitere Zunahme der globalen Ressourcenentnahme hinaus. Bis 2030 wird eine Zunahme der genutzten Extraktion auf weltweit über 100 Mrd. t gerechnet (SERI / FoE / Global 2000 2009). Dazu kommt eine 2 - 3fach größere ungenutzte Extraktion."

<sup>10</sup> Das Projekt „Erfolgsbedingungen für Systemsprünge und Leitbilder einer ressourcenleichten Gesellschaft“ wird im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) durchgeführt (UFOPLAN FKZ 371317103).

um 23,4t oder 75 % bis zum Jahre 2050 erstrebenswert. Lettenmeier et al. (2014) beschrieben dafür Maßnahmenbündel nach einzelnen Bedarfs- bzw. Konsumfeldern für Technologien und Konsummuster, um auf das nachhaltige Ziel von insgesamt 8t/cap zu kommen. Sie haben daraus ein Szenarioexample abgeleitet, um einen ersten Orientierungsrahmen zu erhalten, in welchem Bereich wie viel Gestaltungsraum zu erwarten wäre. Die jeweiligen Transformationspfade werden sehr unterschiedlich und vielfältig sein. Im Bereich Mobilität zeigt daher das beispielhafte Szenario für eine solche Umsetzung in Lettenmeier et al. (2014) einen Anteil von 2t/a/cap vor. Das entspräche auf Grundlage der berechneten Verbrauchs von rund 2,8t/cap im Jahre 2013 für NRW eine Verringerung von rund 29 % bis zum Jahre 2050. Allerdings basieren die Ergebnisse und Reduktionsziele in Lettenmeier et al. (2014) auf empirischen Studien in Finnland. Eine direkte Übertragbarkeit der Empfehlungen und Reduktionsziele ist aufgrund der regionalen Unterschiede (Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung und zugehörige Infrastrukturen) nicht möglich. Prinzipiell bleibt die Ausgestaltung eines nachhaltigen Ressourcenverbrauchs von 8t/cap/a flexibel.

Welche Anteile auf die einzelnen Konsumkategorien entfallen, bleibt also zum einen den individuellen Bedürfnissen und Bedarfen der Konsumenten vorbehalten und ist eine Herausforderung für die Entwicklung von und die Transformation zu ressourcenleichten und klimaresilienten Produkt-Dienstleistungssystemen und ver- und entsorgenden Infrastrukturen, die die Lebensqualität fördern und das Klima schonen. Sie verursachen letztendlich den Ressourcen- und Energiekonsum der Gesellschaften (vgl. dazu auch KRU 2015)

Zum anderen bedarf ein Vorschlag von ausdifferenzierten Reduktionszielen in NRW in jedem Falle einer gesonderten, tiefergehenden Prüfung für das Land und entsprechend eine Anpassung der skizzierten Reduktionsziele und Policy-Empfehlungen. Lettenmeier et al. (2014) empfehlen eine Reihe von Maßnahmen in einem Policy-Mix, die eine effektive Verringerung des Ressourcenverbrauchs ermöglicht. Neben einer attraktiveren und ressourceneffizienteren Gestaltung des öffentlichen Verkehrs und des Fahrradverkehrs, solle die PKW-Automobilität eine geringere Rolle einnehmen. Genauso können Feedback-Systeme im Cockpit das Fahrverhalten ressourceneffizienter gestalten oder Online-Plattformen kollaborative Mobilität (Stichwort CarSharing) fördern und erleichtern.

Gleichsam ist zu erwähnen, dass im Mobilitätsbereich große ökonomischen Rebound-Effekte zu erwarten sind. Mobilitätsdienstleistungen sind im Vergleich zu Ernährung oder Produkten und (Energie)Dienstleistungen im Wohnbereich vergleichsweise ressourcenleicht, sodass Geldeinsparungen aufgrund Effizienzgewinnen und Verhaltensänderungen wahrscheinlich in ressourcenintensivere Bereiche (Ernährung oder Wohnen) fließen und Einsparpotentiale (über)kompensieren können. Zum Vergleich: Lettenmeier et al. (2014) schlagen bspw. 3t/cap/a für die Ernährung und 1,6t/cap/a für den Wohnbereich vor. In NRW stünden 15,4t/cap im Wohnbereich und 7,9t/cap für die Ernährung im Jahre 2013 gegenüber. Entsprechend wäre eine Verringerung um ca. 62 % in der Ernährung und ca. 90 % und damit tatsächlich um den Faktor 10 im Wohnbereich notwendig. Gleichzeitig sind deutlich geringere, ökonomische Rebound-Effekte in den genannten Bereichen zu erwarten. Ob es nun effektiver ist, relative geringe Reduktionen bei gleichzeitig hohem Rebound-Potential (Mobilität) oder relativ hohe Reduktionen bei gleichzeitig niedrigem Rebound-Potential (Ernährung) anzustreben, kann nach aktuellem Wissensstand nicht eindeutig beantwortet werden. Doch eindeutig ist, dass aus diesem Grund nach einzelnen Konsumkategorien, einzelnen Bedarfen oder Dienstleistungen ausgerichtete Maßnahmen und deren Evaluation nicht empfehlenswert sind. Wichtig ist eine dynamische Betrachtung des Konsum über Bedarfs- und Aktivitätsfelder hinweg, um Rebound-Effekte und Verlagerungseffekte erkennen und vermeiden zu können.

Die klare Empfehlung ist daher, das gesamte Konsumsystem über die Konsumkategorien hinweg im Blick zu behalten, um Konsumveränderungen und Konsumverschiebungen reliabel berichten und bewerten zu können. In Abbildung 4 2 wurde deutlich, dass eine Verringerung der Ressourceninanspruchnahme im Verkehrsbereich durch

eine Erhöhung des Ressourcenverbrauchs in anderen Konsumkategorien (bspw. im Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen oder auch im Wohnbereich) zu einer vergleichsweise geringen (aber signifikanten) Reduktion des Ressourcenverbrauchs insgesamt führt. Ein umfassender Konsumindikator wie in der Nachhaltigkeitsstrategie NRW ist hierfür ein geeignetes Instrument, um das komplexe Nachfragesystem abbilden zu können und um den Effekt von Nachhaltigkeitsstrategien oder einzelnen Maßnahmen zugunsten nachhaltigen Konsums verfolgen und bewerten zu können.

## 6 Disaggregation der Konsumkategorie „Verkehr“

Im Folgenden soll der oben beschriebene Ansatz zur Aufschlüsselung des Ressourcenverbrauchs der Hauptkonsumkategorien untersucht werden. Als Beispiel dient die Disaggregation der Konsumkategorie „Verkehr“, weil insbesondere hier von einer großen Diversität in den Ressourcenverbräuchen verschiedener Verkehrsmittel und ihrer Kosten auszugehen ist.

Die Ausgaben für Verkehr in der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe unterscheiden sich nach:

- Kaufpreis oder Leasingrate für neue PKW
- Kaufpreis oder Leasingrate für gebrauchte PKW
- Kaufpreis oder Leasingrate für Krafträder
- Kaufpreis oder Leasingrate für Fahrräder
- Kutschen u.ä. von Tieren gezogene Fahrzeuge, z.B. Pferdekutschen
- Zubehör-, Einzel- und Ersatzteile für Fahrräder
- Ersatzteile und Zubehör für Kraftfahrzeuge und Krafträder
- Kraftstoffe, Autogas, Strom für Elektroauto, Schmiermittel
- Wartungen, Pflege und Reparaturen von Fahrzeugen
- Sonstige Dienstleistungen (z.B. Park-, TÜV-Gebühren, mit Arbeitsstelle verbundene Garagen/Stellplatzmiete)
- Fremde Verkehrsdienstleistungen (ohne Übernachtung) - nicht Luftverkehr<sup>11</sup>
- Fremde Verkehrsdienstleistungen (mit Übernachtung) - nicht Luftverkehr
- Fremde Verkehrsdienstleistungen (ohne Übernachtung) - Luftverkehr
- Fremde Verkehrsdienstleistungen (mit Übernachtung) - Luftverkehr

Neben diesen Unterkategorien können der EVS Angaben über die Ausstattung von Haushalten in Bezug auf PKWs (neu, gebraucht, geleast), Kraft- und Fahrräder entnommen werden.

### 6.1 Methodik

Ziel der Integration von Lebenszyklusdaten ist die Ausdifferenzierung der konsumrelevanten Ressourcenverbräuche von Hauptkonsumkategorien. Hierzu sollte, wenn möglich, jeder Unterkategorie eine Ressourcenintensität zugewiesen werden.

Die Ressourcenintensität stellt das Verhältnis aus Ressourcenverbrauch und den Ausgaben dar. Als Hilfsgröße für die Umrechnung dient hierbei die Einheit "Dienstleistung" für die sowohl Ausgaben als auch Ressourcenverbräuche anfallen. Weil die vorliegenden Daten der EVS sowohl den Kauf, als auch die Nutzung von Verkehrsmitteln klassifizieren, ist die Dienstleistung entweder die Herstellung eines Verkehrsmittels (Stk.) oder seine Nutzung pro Passagier und Kilometer Fahrstrecke (pkm).

Die Modellierung der Ressourcenintensitäten erfolgt in 8 Schritten:

- 1) Festlegung der Systemgrenzen
- 2) Erfassung der Mengen an neuen und gebrauchten Fahrzeugen in Deutschland in 2013
- 3) Erfassung der Ausgaben für neue und gebrauchte Fahrzeuge in Deutschland in 2013
- 4) Erfassung der zurückgelegten Fahrstrecke pro Passagier (Personen- oder Passagierkilometer) für alle zu erfassenden Mobilitätsoptionen in Deutschland in 2013
- 5) Erfassung der Ausgaben für zurückgelegte Fahrstrecken in Deutschland in 2013

<sup>11</sup> Fremde Verkehrsdienstleistungen ohne Luftverkehr beinhalten den öffentlichen Nahverkehr und Fernverkehr.

- 6) Berechnung der Ausgaben pro Stk. oder km
- 7) Berechnung des Ressourcenverbrauchs pro Stk. oder km
- 8) Berechnung der Ressourcenintensität

Als Datengrundlage für die Schritte 2 bis 5 wurden öffentliche Statistiken des Statistischen Bundesamtes sowie verschiedener Verkehrsverbände herangezogen. In Einzelfällen ergänzten Mobilitätsstudien mit dem Bezugsraum Deutschland fehlende Angaben oder es mussten Annahmen getroffen werden. Wenn Ausgaben für einzelne Unterkategorien nicht ermittelt werden konnten, wurden stattdessen die durchschnittlichen Ausgaben der EVS für Deutschland in 2013 als Proxy verwendet.

Für die Berechnung des Ressourcenverbrauchs wurden Lebenszyklusinventare der Datenbank ecoinvent an die Methodik und die Systemgrenzen angepasst. Die Berechnung des Ressourcenverbrauchs basiert auf dem Bewertungsschema für MIPS nach Wiesen et al. (2014).

## 6.2 Systemgrenzen

Die Systemgrenzen einer Ökobilanz schreiben den zeitlichen, räumlichen und systemischen Rahmen der erfassten Material- und Energieflüsse fest. Sie richten sich nach den Zielen und Fragestellungen der Untersuchung.

Im vorliegenden Fall sollen Lebenszyklusinventare von Güterdienstleistungen im Bereich Verkehr an die Ausgaben von Haushalten gekoppelt werden. Der konsumrelevante Ressourcenverbrauch soll pro Kopf für NRW in 2013 bestimmt werden.

---

### **Zeitliche und räumliche Systemgrenzen**

Das Bezugsjahr für die Erfassung der physischen und monetären Konsumdaten wird auf 2013 festgelegt, weil die vorliegenden Angaben der EVS für dasselbe Jahr vorliegen. Alle zu erfassenden Daten werden daher pro Kopf und Jahr ausgewiesen, wobei einmalige Aufwendungen für den Ressourcenverbrauch wie z.B. die Herstellung von Fahrzeugen über die Nutzungsdauer „abgeschrieben“ werden.

Der räumliche Bezug ist das Bundesland NRW. Weil jedoch Verkehrsleistungen von NRW Bürgern über die Grenzen des Bundeslandes hinaus gehen und nur für Deutschland ausreichend verkehrsrelevante Daten vorliegen, wird der räumliche Bezug auf Deutschland festgelegt. Es ist im Allgemeinen davon auszugehen, dass sich die Herstellung eines in NRW erworbenen Fahrzeugs nicht von der Herstellung eines Fahrzeuges aus einem anderen Bundesland unterscheidet und die Nutzungsmuster im Wesentlichen dieselben sind. Es ist jedoch möglich, dass sich Infrastrukturen und Fahrzeuge des öffentlichen Nahverkehrs in NRW vom Bundesdurchschnitt unterscheiden. Für eine exemplarische Darstellung wird diese Vorgehensweise jedoch als ausreichend angesehen, zumal dies in einigen Fällen eine zusätzliche Datenerhebung notwendig machen würde.

---

### **Berücksichtigung von Verkehrsinfrastrukturen**

Für die vorliegende Methodik werden Ausgaben als Proxy für den Konsum verwendet. Somit werden nicht sämtliche Kosten einer Verkehrsleistung erfasst, sondern lediglich die direkten Ausgaben der Haushalte. Darunter fallen Tickets für Nah-, Fern- und Luftverkehr, Ausgaben für den Kauf und die Reparatur von Fahrzeugen sowie der Kauf von Kraftstoffen. Die indirekten Kosten wie z.B. der Bau von Straßen und somit auch die indirekten Ressourcenverbräuche sind oft nicht in den Ausgaben enthalten, werden aber ggf. über andere Ausgaben wie Steuern finanziert.

Insbesondere Infrastrukturen gehen jedoch mit hohen Ressourcenaufwendungen einher, die sich allerdings im Ausmaß zwischen den Verkehrsträgern unterscheiden. So müssen für einen Flug mindestens zwei Flughäfen errichtet worden sein, Straßen werden von einer großen Menge an Fahrzeugen befahren und Gleise sind ausschließlich für Personen- und Güterverkehrszüge befahrbar. Nach ersten Abschätzungen entfallen zum Beispiel nur 2 % des Ressourcenverbrauchs für einen Passagierkilometer mit einem intrakontinentalen Flug auf die Infrastrukturen, während bei einem ICE ca. 60 % und bei einem Reisebus bis zu 80 % für die Infrastrukturen benötigt werden. **Ein direkter Vergleich der Verkehrsträger ist also nur unter vergleichbaren Bedingungen möglich.**

Die Zielsetzung der Disaggregation ist die Auflösung der durchschnittlichen Ressourcenintensität auf Basis nationaler Materialflüsse in die einzelnen Kategorien der Hauptkonsumkategorie mithilfe von produktspezifischen vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten. Die Systemgrenzen müssen daher an den Ausgaben ausgerichtet werden: Verkehrsinfrastrukturen werden nur dann berücksichtigt, wenn sie im Wesentlichen durch den Kauf der Dienstleistung finanziert werden. Darunter fallen Gleise für den Nah- und Fernverkehr sowie Flughäfen, jedoch keine Straßen für Kraftfahrzeuge (auch Busse des Nahverkehrs) und Fahrräder, auch wenn diese teilweise über die Abgaben von Haushalten ko-finanziert werden.

Davon unbenommen sind Infrastrukturen, die eingepreist werden wie etwa die Bereitstellung von Kraftstoffen und Material für die Herstellung von Fahrzeugen. In der anschließenden Diskussion dieses Arbeitspaketes werden Alternativen zu dieser Vorgehensweise eruiert.

### 6.3 Modellierung der Unterkategorien

Das folgende Kapitel dokumentiert die Vorgehensweise bei der Bestimmung der Ressourcenintensitäten für die Unterkategorien im Bereich Verkehr. Die Unterteilung in motorisierten Individualverkehr (MIV), Nah- und Fernverkehr, Flugverkehr und Fahrräder richtet sich nach den verfügbaren Daten aus öffentlichen Statistiken und kann jeweils mehr als eine Unterkategorie beinhalten. Es ist ebenso möglich, dass einzelne Unterkategorien zusammengefasst werden, um konsistente Ausgaben und Ressourcenverbräuche zu gewährleisten.

Für die Unterkategorien „Kutschen u.ä. von Tieren gezogene Fahrzeuge“ und „Sonstige Dienstleistungen“, die in den Erhebungen von 2008 und 2003 weiter unterteilt waren und zusammen etwa 6 % der Ausgaben in Deutschland in 2013 ausmachten, konnten keine Lebenszyklusinventare hinterlegt werden. Sie werden deshalb mit der durchschnittlichen Ressourcenintensität von 1,50 kg/€ für die Hauptkonsumkategorie angenommen.

#### Vereinfachungen

Es wurden eine Reihe von Vereinfachungen in den Modellen vorgenommen, die in den verfügbaren Primärdaten begründet liegen. So lassen die Angaben der EVS keine weitere Aufschlüsselung der Unterkategorien zu und es lagen nicht für alle Produkte modellierbare Lebenszyklusinventare vor.

Tabelle A-1 im Anhang listet die Vereinfachungen auf und beinhaltet eine grobe Einschätzung ihres Einflusses auf die ermittelten Ressourcenintensitäten. Insgesamt haben die meisten Vereinfachungen keinen großen Einfluss auf das Ergebnis. Die notwendigen Annahmen für Krafräder, aber vor allem für Nah-, Fern- und Luftverkehrssysteme können jedoch die Endergebnisse maßgeblich beeinflussen.

---

## **Berechnung der Ressourcenverbräuche**

Die Berechnung der Ressourcenverbräuche erfolgte auf Basis der Lebenszyklusdatenbank ecoinvent 3.1. mithilfe der Software OpenLCA. Der Ressourcenverbrauch wird gemessen als die lebenszyklusweite Entnahme abiotischer und biotischer Ressourcen aus der Natur, darunter sowohl Entnahmen aus ökonomisch verwerteter, als auch unverwerteter Förderung (darunter etwa Abraum in Minen oder Erzabfälle). Vereinfacht wird dieser Ressourcenverbrauch als Material Footprint oder MF bezeichnet. Der Material Footprint gehört zur MIPS-Methode, die wiederum zur Methodologie der Lebenszyklus- und Materialflussanalysen gehört. Weil MIPS alle Ressourcen aus der Natur erfasst und alle Entnahmen aus der Natur früher oder später zu Im- und Emissionen werden, ermöglicht MIPS eine schnelle und zielgerichtete Abschätzung des Schadenspotentials für die Umwelt. Erklärungen zum Indikator MF, der Methodik MIPS und die zugehörigen Rechen- und Bilanzierungsregeln sind unter anderem in Liedtke et al. 2014; Lettenmeier, Wuppertal-Institut für Klima 2009; Wiesen et al. 2014; Ritthoff et al. 2002; und Schmidt-Bleek 1998 zu finden.

Im Folgenden sind die verwendeten externen Daten und Annahmen dokumentiert, welche bei der Berechnung der Ressourcenintensitäten verwendet wurden. Die hierfür notwendigen Ressourcenverbräuche sind so angegeben, wie sie auf Basis der Ressourcenmodellierung ermittelt worden sind<sup>12</sup>.

---

## **Motorisierter Individualverkehr (MIV)**

Der MIV umfasst den Kauf, das Leasing und die Reparatur von PKWs und Krafträdern sowie die Ausgaben für Kraftstoffe.

Nach Angaben des Zentralverbandes Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK 2014) wurden 2013 etwa 3,0 Mio neue PKWs zu einem Durchschnittspreis von 17.625 € und 7,1 Mio gebrauchte PKWs zu einem Preis von 9.423 € erworben. Die Haltedauern (Dauer des Verbleibs des Fahrzeugs im Besitz eines Haushaltes) lagen im Durchschnitt bei 76 Monaten für einen Neuwagen und 83 Monate für einen Gebrauchtwagen.

Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Fahrzeugklassen und Fahrzeugalter im Bestand nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes (KBA), liegt der durchschnittliche Ressourcenverbrauch für die Herstellung eines Fahrzeuges in Deutschland bei 8.213 kg pro Jahr (siehe Tab. 6 1). Demnach werden 0,64 kg/€ für einen Neuwagen (bezogen auf die Haltedauer) und 0,58 kg/€ für einen Gebrauchtwagen benötigt (bezogen auf das Alter und die Haltedauer).

---

<sup>12</sup> Auf die Dokumentation aller beteiligten Material- und Energieflüsse für die Berechnung der Ressourcenverbräuche wird zugunsten der Lesbarkeit des Berichts verzichtet.



Kraftstoff	Hubraum (cm <sup>3</sup> )	Anteil privater Fahrzeuge im Bestand (%)	Ressourcenverbrauch pro Stück (kg/Stck.)	Ressourcenverbrauch pro Jahr (kg/a)
Benzin	bis 1399	33,89	56.740	2.362
Benzin	1400 bis 1999	33,83	75.653	2.930
Benzin	ab 2000	6,94	94.566	679
Diesel	bis 1399	0,75	56.227	52
Diesel	1400 bis 1999	17,02	74.969	1.461
Diesel	ab 2000	7,42	93.712	719
<b>Summe</b>				<b>8.213</b>

**Tab. 6-1 Durchschnittlicher Ressourcenverbrauch für die Herstellung eines PKWs in Deutschland**

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von *ecoinvent 3.1*, Angaben des Kraftfahrtbundesamtes (KBA 2013) sowie einer linearen Skalierung von Fahrzeugmassen über den Hubraum; elektrisierte PKWs wurden nicht berücksichtigt

Im Bereich der Krafträder fanden 2013 in Deutschland 468.000 Besitzumschreibungen statt, welche ein Durchschnittsalter von 15,2 Jahren aufweisen (Statista GmbH 2015). Bezogen auf einen Ressourcenverbrauch von 2.627 kg/Stk. für einen Roller mit 50 cm<sup>3</sup> Hubraum und bei durchschnittlichen pro-Kopf Ausgaben für Motorräder von 18,96 €/a in Deutschland nach Angaben der EVS, weist diese Unterkategorie eine Ressourcenintensität von 0,65 kg/€ auf.

Die Wartung, Reparatur und Ersatzteile für einen PKW erfordert den Einsatz von 3.839 kg Ressourcen über 10 Jahre. Bei Aufwendungen für Wartung und Verschleiß von 452 €/a in Deutschland in 2013 (ZDK 2014), liegt die Ressourcenintensität dieser Unterkategorien bei 0,85 kg/€.

Im Bereich der Kraftstoffe verbrauchen Haushalte in Deutschland jährlich 23,7 Milliarden Liter Benzin und 12,9 Milliarden Liter Diesel für ihre PKWs (KBA 2016). Bezogen auf einen Marktpreis von 1,59 €/l für Benzin und 1,43 €/l Diesel und Ressourcenverbräuchen von 1,98 kg/l bzw. 2,00 kg/l wurde eine Ressourcenintensität von 1,30 kg/€ ermittelt. Würden Straßen als Infrastrukturen den Konsumausgaben für Kraftstoffe hinzugerechnet, erhöht sich die Ressourcenintensität auf ca. 3,6 kg/€<sup>13</sup>.

### Fahrradverkehr

Der Fahrradbestand in Deutschland lag in 2013 bei 71 Millionen Stück (ZIV 2016). Im selben Jahr wurden 3,8 Millionen Fahrräder zu einem Durchschnittspreis von 520 Euro pro Stück verkauft (Coliped 2014). Bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 4,5 Jahren (internetstores GmbH 2015) und einem Ressourcenverbrauch von 740 kg pro Stück für ein 17 kg schweres Fahrrad, liegt die Ressourcenintensität für den Kauf von Fahrrädern bei 0,32 kg/€.

Für Wartung und Reparatur von Fahrrädern standen keine öffentlichen Statistiken zur Verfügung. Vereinfacht werden deshalb die Ausgaben und Bestände an Fahrrädern in der EVS Erhebung unterstellt: bei 0,95 Fahrrädern pro Person fielen 2013 in Deutschland durchschnittlich 15,03 € pro Kopf für die Reparatur von Fahrrädern an. Bezogen auf einen Ressourcenverbrauch von 64 kg/Stk. für Ersatzteile und zugehörige Vorketten, liegt die Ressourcenintensität demnach bei 0,90 kg/€.

<sup>13</sup> Die Zusatzaufwendungen für Straßenbau und Straßenerhalt basieren auf einer jährlichen Fahrleistung privater Haushalte von 494 Milliarden km und Ressourcenverbräuche von 0,26 kg/km.

## Nah- und Fernverkehr

Im Bereich der Ausgaben für Nah- und Fernverkehrsdienstleistungen lagen ausschließlich Angaben zum Jahr 2015 vor (Statistisches Bundesamt 2016a, 2016b). Tabelle 6 2 zeigt die Verkehrsleistung im Personenverkehr in Deutschland in 2015 für die verschiedenen Verkehrsträger nach zurückgelegten Passagierkilometern und beförderten Personen.

Verkehrsmittel	Beförderungsleistung [pkm]	Anzahl beförderter Personen [P]
Eisenbahnen (Nahverkehr)	43.499.000.000	1.882.000.000
Eisenbahnen (Fernverkehr)	36.777.000.000	131.000.000
Omnibusse	28.380.000.000	4.591.000.000
Straßen- und U-Bahnen	16.734.000.000	3.885.000.000

**Tab. 6-2 Beförderungsleistung und Anzahl beförderter Personen im deutschen Nah- und Fernverkehr 2015**

Quelle: basierend auf Angaben des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt 2016a, 2016b)

Die zugehörigen Ausgaben von privaten Haushalten liegen nicht vor. Stattdessen werden vereinfacht die Erträge der Verkehrsunternehmen herangezogen, die zum größten Teil aus dem Verkauf von Tickets stammen. Nach Angaben des Verbandes deutscher Verkehrsunternehmer e.V. (VDV) betragen 2014 die Erträge 7.868 Mio. € für Eisenbahnenpersonenverkehr und 7.482 Mio. € für den Straßenpersonenverkehr (VDV 2015).

Für den Ressourcenverbrauch von Verkehrsdienstleistungen können zwei verschiedene Typen von Fernverkehrszügen (ICE und andere Fernzüge), ein regulärer Bus und Straßenbahnen unterschieden werden. Weil oben aufgeführte Statistiken keine Unterscheidung zwischen ICEs und regulären Fernzügen zulassen, wird vereinfacht vom arithmetischen Mittel der beiden Verkehrsträger ausgegangen.

Tabelle 6 3 zeigt die Ressourcenverbräuche der Verkehrsträger und die resultierenden Ressourcenintensitäten ( $r$ ).

Verkehrsmittel	Ressourcenverbrauch [kg/pkm]	Anteile [%]	Erträge in 2014 [€/a]	$r$ [kg/€]
Eisenbahnen (Nahverkehr)	0,65	34,69	7.868.000.000	7,22
Eisenbahnen (Fernverkehr)	0,77	29,33		
Omnibusse	0,40	22,63	7.482.000.000	2,75
Straßen- und U-Bahnen	0,55	13,35		
<b>Gesamt</b>		<b>100%</b>	<b>15,35 Mio. €</b>	<b>5,61 kg/€</b>

**Tab. 6-3 Berechnung der Ressourcenintensität von Verkehrsleistungen im Nah- und Fernverkehr (inklusive Infrastrukturen)**

Quelle: basierend auf Angaben des VDV zu den Erträgen im öffentlichen Nah- und Fernverkehr (VDV 2015) und ecoinvent 3.1.

## Luftverkehr

2013 wurden im Luftverkehr in Deutschland nach Angaben im Luftverkehrsbericht 101,4 Mio. Personen über 242.800 Mio. Sitzplatzkilometer (skm) transportiert (DLR 2014). Unter den Einsteigern in Deutschland flogen 60,924 Millionen Passagiere Flughäfen innerhalb Europas (intracontinental) und 17,942 Millionen Passagiere Flughäfen außerhalb Europas (intercontinental) an (Fiege 2014). Vereinfacht werden deshalb für jeden Passagierkilometer 0,095 kg Ressourcen benötigt, wenn 77,3 % der Flüge 0,073 kg/pkm Ressourcen und 22,7 % der Flüge 0,102 kg/pkm Ressourcen benötigen.

Weil keine Angaben über die Ausgaben privater Haushalte für Luftverkehrsdienstleistungen vorlagen, werden an dieser Stelle erneut die Angaben der EVS verwendet. Demnach wurden 2013 in Deutschland durchschnittlich 39,5 € für Luftverkehrsdienstleistungen pro Kopf ausgegeben. Bezogen auf den Einsatz an Ressourcen werden diese Dienstleistungen mit einer Ressourcenintensität von 5,78 kg/€ quantifiziert.

## 6.4 Ergebnisse

Abbildung 6 1 zeigt die Ergebnisse der Modellierung. Der rote Balken steht für die durchschnittliche Ressourcenintensität von 1,50 kg/€, welche bisher für den Bereich Verkehr unterstellt wurde (auf Basis von Buhl und Acosta 2015) und in den vorliegenden Ergebnissen auch für die Bereiche „Kutschen u.ä. von Tieren gezogene Fahrzeuge“ sowie „Sonstige Dienstleistungen“ verwendet wurde. Die rot markierten Ressourcenintensitäten sind mit Unsicherheiten behaftet, die einen kleinen bis mittleren Einfluss auf das Gesamtergebnis<sup>14</sup> ausüben. Gründe hierfür liegen im unterschiedlichen Detailgrad für die Erfassung der Verkehrsmittel und Infrastrukturen; und der fehlenden Verschneidung von statistischen Daten zu den Ausgabenkategorien und dem assoziierbaren Ressourcenverbrauch. Sie stehen daher im Mittelpunkt möglicher zukünftiger Analysen (siehe Diskussion).

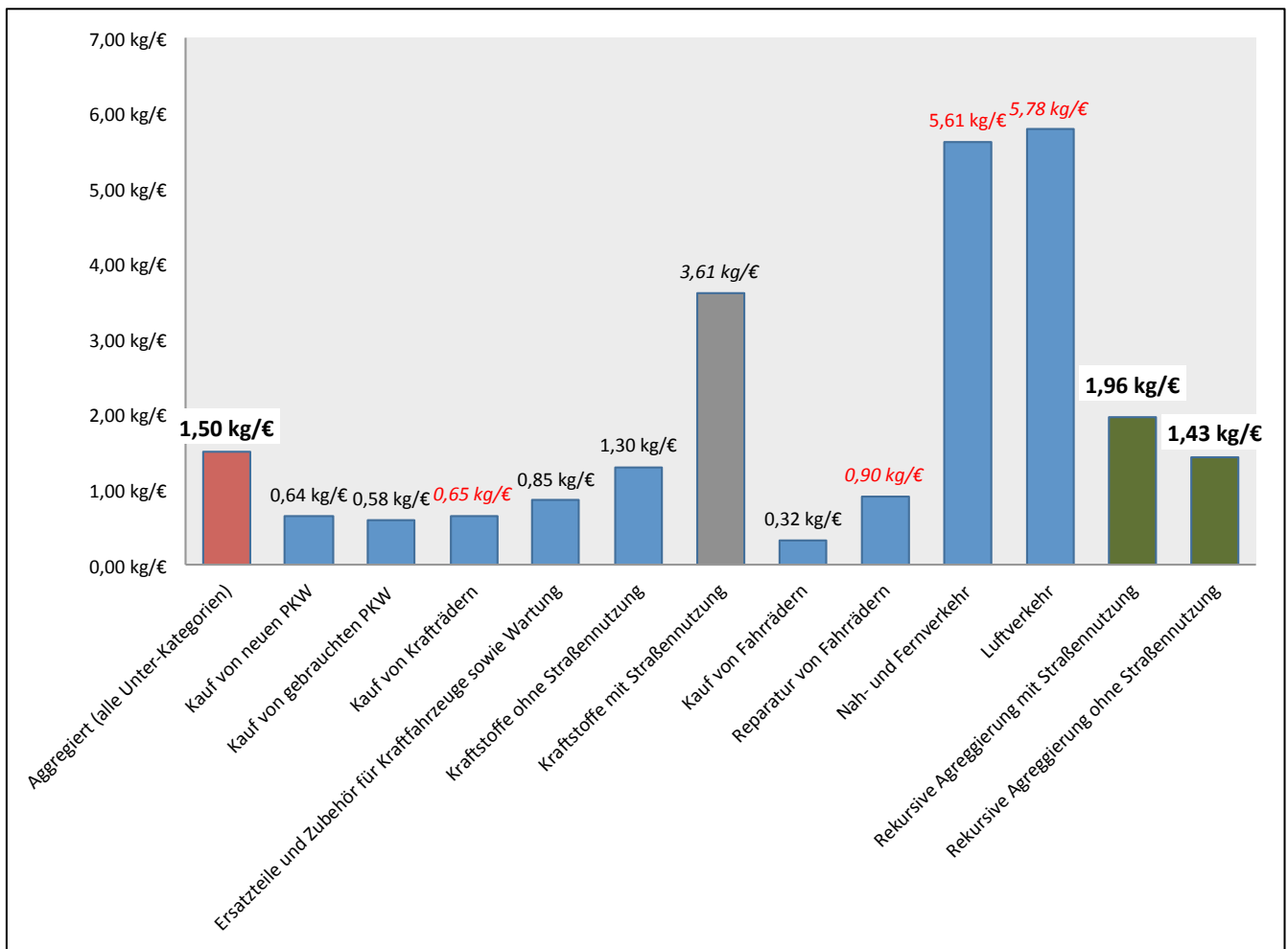
Unter rekursiver Aggregation (grün markiert) wird die Ermittlung der durchschnittlichen Ressourcenintensität für den Bereich Verkehr verstanden, wenn die vorliegenden spezifischen Ressourcenintensitäten auf die Ausgaben in NRW in 2013 angewendet werden. Mit 1,43 €/kg liegt sie nah an den 1,50 kg/€ der aggregierten Ressourcenintensität für den Bereich Verkehr. Dies deutet darauf hin (beweist jedoch nicht), dass die verwendete Bottom-Up-Methodik kompatibel mit dem Top-Down-Vorgehen in den Kapiteln 3 und 4 ist.

Keine der vorliegenden Angaben ist für einen direkten Vergleich von Verkehrsträgern geeignet. Durch die festgelegten Systemgrenzen werden nicht für alle Verkehrsausgaben Infrastrukturaufwendungen zugeordnet. Des Weiteren beeinflussen die zugeordneten Ausgaben pro Verkehrsleistung bzw. Verkehrsmittel die Ergebnisse stark: günstige Verkehrsleistungen (z.B. Spartickets, Pauschalreisen, Dieselpreis) weisen in der Regel höhere Ressourcenintensitäten auf als kostenintensivere Optionen.

Tabelle A-2 im Anhang enthält einige Richtwerte für den Ressourcenverbrauch pro Passagierkilometer in verschiedenen Verkehrsmitteln inklusive ihrer Infrastruktur. Sie eignen sich zur Einschätzung der Unterschiede beim Ressourcenverbrauch zwischen den Verkehrsträgern, auch wenn die dahinterliegenden Modelle nicht auf einheitlichen Systemgrenzen beruhen<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Diese Einschätzung basiert auf einem *educated guess*. Kleine und mittlere Unsicherheiten stehen für etwa +/- 5 bzw. +/- 10 % Veränderung des ermittelten absoluten Ressourcenverbrauchs für Verkehr (siehe Abb. 9 1).

<sup>15</sup> So ist zum Beispiel der Aufwand für Infrastrukturen bei motorisierten Fahrzeugen von der Länge und Art des Straßennetzes und seiner Auslastung abhängig. Ein Flugzeug hingegen benötigt zwar nur zwei Flughäfen für einen Flug, hat jedoch auf Kurzstrecken einen höheren Kerosinverbrauch pro km als bei Langstreckenflügen.



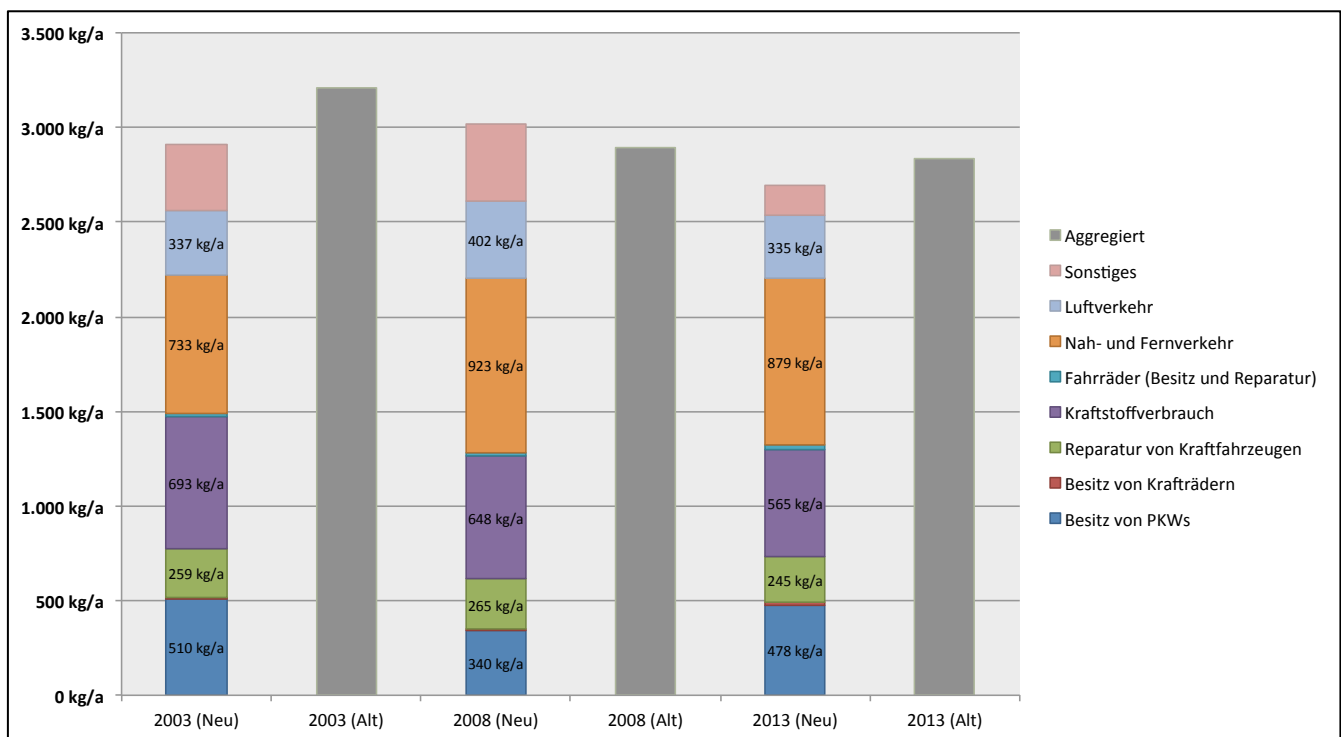
**Abb. 6-1** Ermittelte Ressourcenintensitäten für Ausgaben der EVS

Quelle: Eigene Darstellung

Im Folgenden werden die ermittelten Ressourcenintensitäten auf die Ausgaben in NRW in den Jahren 2003, 2008 und 2013 angewendet. Um eine bessere Übereinstimmung mit den hinterlegten Ressourcendaten zu gewährleisten, wurden die Ausgaben in 2003 und 2008 um die Preise in 2013 bereinigt (in den Ergebnissen zuvor wurden die Preisraten an das Jahr 2003 angepasst).

Abbildung 6 2 zeigt die Ergebnisse der Neuberechnung im Vergleich zur zuvor verwendeten Berechnungsmethode (graue Balken). Für 2003 liegt die Summe der disaggregierten Ressourcenverbräuche für Verkehr ca. 10 % unter der Summe des aggregierten Ressourcenverbrauches. Auch in 2013 liegen die Ressourcenverbräuche der Disaggregation unter den Verbräuchen der aggregierten Daten (ca. 5 %). In 2008 fallen hingegen ca. 4 % mehr Ressourcen an. Während die Ressourcenverbräuche für den Kraftstoffverbrauch sinken, führen insbesondere Nah- und Fernverkehrsleistungen zu erhöhten Aufwendungen. Im Bereich der Kraftfahrzeugkäufe kam es 2008 zu einem Einbruch und damit zu vergleichsweise geringen Ressourcenaufwendungen, während der Ressourcenverbrauch für Reparaturen und Luftverkehr gegenüber 2003 zunahm<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Ob und inwieweit die Finanzkrise das Ausgabenverhalten im Jahre 2008 beeinflusst hat, kann zwar nicht geklärt werden, erachten wir aber als unwahrscheinlich, da sich Einkommenseinbußen in Deutschland (wenn überhaupt) verzögert einstellen (lagged effects) und somit die Ergebnisse im Jahre 2008 nicht außergewöhnlich verzerrt haben.



**Abb. 6-2 Ergebnisse der Disaggregation des Ressourcenverbrauchs für Haushalte in NRW (pro Kopf in den Jahren 2003, 2008 und 2013); die grauen Balken (Alt) repräsentieren die Ergebnisse unter Verwendung des aggregierten Ressourcenintensitätsfaktors für Verkehr**

Quelle: Eigene Darstellung

Im 10-Jahresvergleich hat der Ressourcenverbrauch für den Nah- und Fernverkehr um 146 kg/a zu- und der Ressourcenverbrauch für motorisierte Kraftfahrzeuge abgenommen<sup>17</sup>. Der mit dem Besitz und der Nutzung von PKWs und Krafträdern assoziierbare Ressourcenverbrauch ist um insgesamt 174 kg/a zurückgegangen. Die Ressourcenverbräuche für Fahrräder (Besitz und Reparatur) und Luftverkehr bleiben im Wesentlichen unverändert. Die vorliegenden Ergebnisse erlauben jedoch keine Aussagen über die tatsächliche Nutzung der Verkehrsmittel. So können z.B. Ticketpreise im ÖPNV den mit Haushaltsausgaben verknüpften Ressourcenverbrauch stark beeinflussen.

Werden lediglich die Veränderungen innerhalb der Unterkategorien betrachtet (Abb. 6 3) sind vor allem die Entwicklungen beim Fahrrad- und Motorradverkehr bemerkenswert. So steigt der jährliche Ressourcenverbrauch für die Fahrradnutzung um 34 % und für Krafträder um 36 %. Diese Entwicklung hat jedoch keinen Einfluss auf das Gesamtergebnis, weil beide Verkehrsmittel mit weniger als 1 % zum gesamten Ressourcenverbrauch beitragen.

Im gleichen Zeitraum geht der Ressourcenverbrauch für Kraftstoffe um 19 % und für den Kauf von PKWs um 5 % zurück, während die Verbräuche für den Nah- und Fernverkehr um 20 % steigen. Alle drei Faktoren beeinflussen das Gesamtergebnis maßgeblich. Ob und in welchem Maße diese Verschiebungen auf verändertes Mobilitätsverhalten zurückzuführen ist, oder in Einkommens- und Preiseffekten begründet liegen, kann mit dem vorliegenden Modell nicht überprüft werden. Es ist darüber hinaus denkbar, dass Teile der Ausgaben in andere Konsumbereiche geflossen oder aus anderen Konsumbereichen stammen und somit als Rebound-Effekt das gesamte Konsumsystem beeinflussen (etwa wenn Einsparungen im Bereich Verkehr zu zusätzlichen Ausgaben im Bereich der Ernährung führen). Im Folgenden werden daher einige Möglichkeiten für den Ausbau des Modells diskutiert, um auch Konsumententscheidungen abzubilden.

<sup>17</sup> Die Veränderungen des Ressourcenverbrauchs sind im Wesentlichen auf Veränderungen in den Ausgaben der Haushalte zurückzuführen.

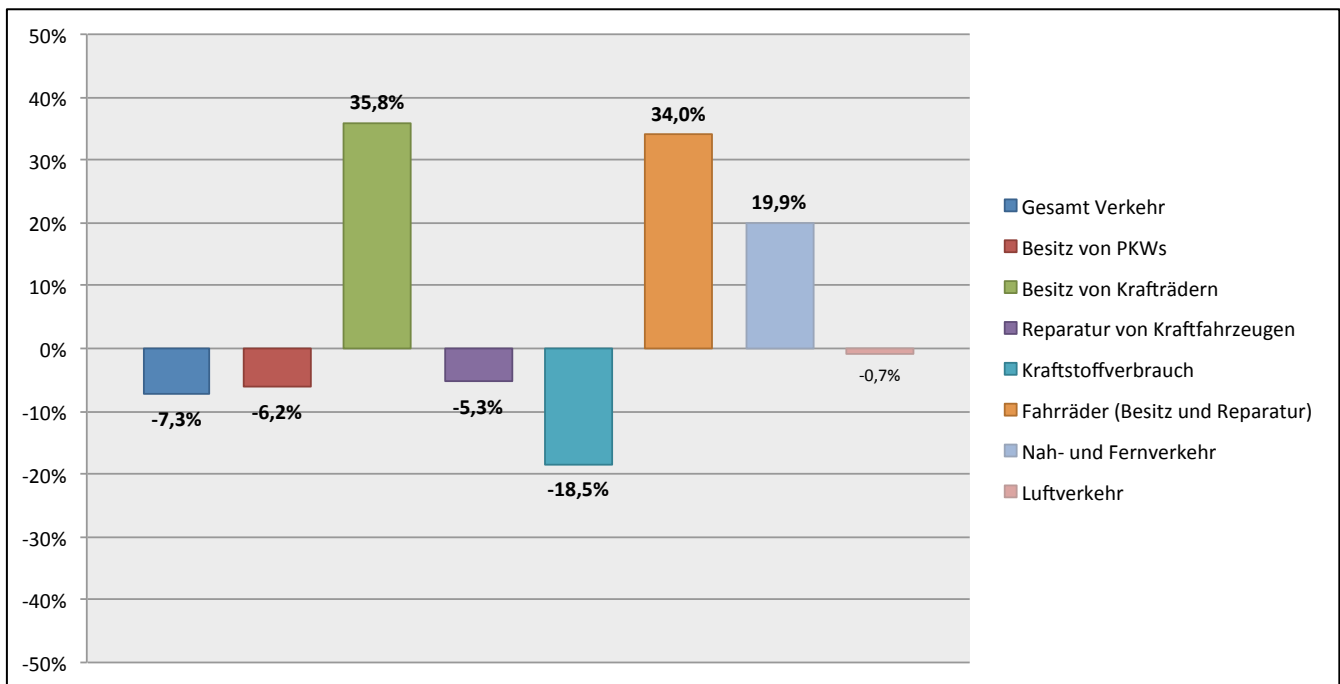


Abb. 6-3 10-Jahresvergleich (2013 gegenüber 2003) des Ressourcenverbrauchs im Bereich Verkehr

Quelle: Eigene Darstellung

## 6.5 Diskussion

Die anvisierte beispielhafte Disaggregation der Ressourcenintensitäten im Verkehrsbereich konnte umgesetzt werden. Die Ergebnisse erlauben eine differenzierte Untersuchung des Ressourcenverbrauchs in diesem Bereich. Trotz geringer Unterschiede des gesamten Ressourcenverbrauchs über die Jahre, hat sich die Ressourceninanspruchnahme innerhalb der Kategorie verschoben. So nahm die Ressourceninanspruchnahme für den motorisierten Individualverkehr kontinuierlich zwischen 2003 und 2013 ab (von 1.500 kg/a auf 1.300 kg). Im Gegenzug entfielen immer höhere Anteile auf den Nah- und Fernverkehr (von 700 kg/a auf 900 kg/a). Auch die Nutzung von Fahrrädern nahm stark zu (25 statt 18 kg/a), hat aber insgesamt nur geringe Auswirkungen (weniger als 1 % des Ressourcenverbrauchs entfallen auf Fahrräder und ihrer Reparatur).

Diese Entwicklung steht im Widerspruch zur Entwicklung des Verkehrs in Deutschland insgesamt. So nehmen zwischen 2003 und 2013 sowohl Beförderungs- als auch Fahrleistung im motorisierten Individualverkehr in Deutschland zu. Nach Angaben des Bundesverkehrsministeriums (BMVI, 2017) steigt die Fahrleistung von 875,6 Milliarden Personenkilometer in 2003 auf 921,4 Personenkilometer in 2013. Die Ausgaben der Haushalte für Kraftfahrstoffe und die damit verknüpften Ressourcenverbräuche nehmen jedoch im gleichen Zeitraum ab. Es konnte im vorliegenden Bericht nicht untersucht werden, ob Preiseffekte bei Kraftstoffpreisen die Ursache für diese Abweichung sind.

Der hier geprüfte Modellierungsansatz musste zudem an einigen Stellen vereinfacht werden. Diese Vereinfachungen wurden überall dort notwendig, wo keine öffentlichen oder konsistenten Daten vorlagen, die Auflösung der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe keine tiefere Betrachtung erlaubt und Daten zum Ressourcenverbrauch in Lebenszyklusinventaren nur eingeschränkt zur Verfügung standen.

Mit Ausnahme der Intensitäten in den Bereichen Krafträder, Fahrradreparaturen, Luft-, Fern- und Nahverkehr haben diese Vereinfachungen nur einen geringen Einfluß auf das Ergebnis. Letztere müssten in zukünftigen Studien insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Kosten (auch der Verteilung der öffentlichen Mittel), Auslastung (be-

förderte Personen pro km) und der realen regionalen bzw. deutschen Infrastrukturen näher beleuchtet werden.

Es ist zum Beispiel davon auszugehen, dass sich der passagierbezogene Ressourcenverbrauch für einen Regionalzug in NRW deutlich vom Bundesdurchschnitt unterscheidet, weil das Schienennetz pro Fahrgast länger ist (höherer Ressourcenverbrauch), aber intensiver genutzt wird (niedrigerer Ressourcenverbrauch).

Zusätzliche Primärdaten zum Ressourcenverbrauch werden außerdem für Krafträder, Fahrräder und Elektrofahrzeuge benötigt. Weitere Feinjustierungen im Bereich der Modellierung betreffen den angesetzten Mix für Kraftstoffe und Strom (als z.B. NRW-Mix) und die Berücksichtigung einer Streuung der Nutzungsdauer für verschiedene Fahrzeuge.

Das hier verwendete Bottom-Up-Modell könnte mit leichten Anpassungen auch für andere Umweltwirkungskategorien oder Umweltschadenspotentiale verwendet werden. Insbesondere Kennzahlen, die bereits Teil der Ökobilanz-Methodologie sind, können so erhoben werden. Dazu gehören zum Beispiel das Klimaerwärmungspotential aus Treibhausgasen, das Versauerungspotential, die Feinstaubbelastung oder der kumulierte Energieaufwand. Voraussetzung ist lediglich, dass die verwendete Datenbank für Lebenszyklusinventare eine entsprechende Klassifikation der zu charakterisierenden Materialflüsse erlaubt. Außerdem müssten Daten, Systemgrenzen, Abschneidekriterien und Allokationsregeln vereinheitlicht werden, wenn die Kennzahlen miteinander verglichen werden sollen.

Der hier verwendete Ansatz eignet sich grundsätzlich auch für die Abbildung von Technologiepotentialen oder Szenarien des nachhaltigen Konsums von Haushalten (sozio-technische Innovationspotentiale). Die Vorketten und Parameter der eingesetzten Techniken können angepasst und modelliert werden, um z.B. den Ausbau der Elektromobilität oder Auto-freie Städte zu simulieren. Durch Vergleich mit dem Status Quo lassen sich so die Ressourceneffizienzpotentiale unterschiedlichster Maßnahmen und technologischen Fortschritte quantifizieren, wenn entsprechende Szenarien (etwa als Stock-Modell) vorliegen oder entworfen werden.

Allerdings konnten auch Schwächen bei der angesetzten Methode identifiziert werden. Mit Ausgaben als Proxy für den Konsum von Haushalten werden Handlungsoptionen im Bereich Verkehr unter unterschiedlichen Voraussetzungen erfasst. Einerseits sind Preise nicht an den Ressourcenverbrauch einer Verkehrsleistung gekoppelt. Andererseits sind nicht alle Vorketten einer Verkehrsleistung eingepreist. So ist die Finanzierung des Ausbaus und Erhalts von öffentlichen Verkehrsinfrastrukturen und Straßen sehr viel komplexer, als hier dargestellt. Hier könnten volkswirtschaftliche Modelle und ökonometrische Methoden eingesetzt werden, um eine konsistente (systemische) und konsumorientierte Zuordnung der Ausgaben zu Infrastrukturen zu ermöglichen.

Alternativ und für eine wissenschaftlich robustere Erfassung des Konsums, sollten Handlungsoptionen so erfasst sein, dass sie in Ressourcenverbräuche überführt werden können. Jedem Haushalt würde dabei ein Anteil an den Aufwendungen für die Infrastrukturen aller Verkehrsmittel zugesprochen, wenn die physischen Verkehrsleistungen und Verkehrsmittel sowie die Verteilung zwischen Industrie, Gewerbe und privaten Haushalten bekannt ist. Weil diese Daten derzeit nicht erhoben werden, könnten zunächst Studien zur Zeitverwendung als alternative Konsumstatistik Verwendung finden. Durch die Erfassung der Wegzeiten erlauben sie einen konsistenteren Vergleich zwischen Mobilitätsoptionen, welche unabhängig von Preiseffekten sind.

Schließlich und wie auch bereits in Kapitel 4 erläutert, spiegelt die Kategorisierung der Güterausgaben nicht die Lebenswirklichkeit wider. Mobilitätsoptionen sind ebenso wie viele IKT Anwendungen nur Mittel zum Zweck. Zum Beispiel bestimmen die Bedürfnisse im Feld Ernährung, ob und mit welchem Verkehrsmittel ein Konsument zum Supermarkt fährt.

Es ist daher empfehlenswert, gerade Güter und Dienstleistungen im Verkehrsbereich in die zugehörigen Bedarfswerte zu integrieren, welche die Zwecke und genauen Modalitäten einer Fahrt bestimmen.

Tabelle 6 4 fasst die Ergebnisse der Diskussion zusammen und enthält Hinweise für mögliche Weiterentwicklungen der Methodik im Bereich Verkehr.

Weiterentwicklungen und Lösungsansätze	Vorteile	Voraussetzungen
<b>Ausbau der Modellierung</b>		
Modellierung regionaler Verkehrsinfrastrukturen	Robustere Abbildung der Ressourcenintensitäten des Nahverkehrs	Statistiken zur Art und Ausmaß des Verkehrssystems (physisch)
Modellierung der Beförderungsleistung (Anzahl Fahrgäste pro Verkehrsmittel)	Abbildung der Sensitivität bzw. Grenzwertbetrachtungen der Ergebnisse zur Ressourcenintensität	Statistiken zur Verteilung von Fahrgästen in jedem Verkehrsmittel
Modellierung der Nutzungsdauer von Fahrzeugen	Abbildung der Sensitivität bzw. Grenzwertbetrachtungen der Ergebnisse zur Ressourcenintensität	Statistiken zur Verteilung der Nutzungsdauer und -intensität von Verkehrsmitteln
<b>Erfassung der Infrastrukturausgaben</b>		
Erfassung der öffentlichen und privaten Ausgaben für Infrastrukturen	Konsistente Integration von Infrastrukturen	Modell zur volkswirtschaftlichen Verteilung der monetären Flüsse in Verkehrsinfrastrukturen und Verkehrsträgern
<b>Ergänzung von Daten und Indikatoren</b>		
Ergänzung weiterer Indikatoren	Größere Abdeckung der Umweltwirkungen des Konsums von Haushalten	Anschlussfähigkeit der Bewertungsmethode an Datenbanken mit Lebenszyklusinventaren sowie Erfassung zusätzlicher Daten (z.B. Verteilung der Emissionsklassen bei PKWs)
Physisches Modell des Verkehrssystems in Deutschland und seinen Bundesländern	Preisunabhängige und robuste Quantifizierung des Ressourcenverbrauchs privater Haushalte	Systemische Statistiken zur Verkehrsleistung und Fahrzeugnutzung für verschiedene Handlungsoptionen im Bereich Verkehr
<b>Abbildung von Konsumententscheidungen und Maßnahmen für nachhaltigen Konsum</b>		
Integration von Technik- und Konsumpfaden	Quantifizierung der Einsparpotentiale in Szenarien oder aufgrund von Maßnahmen	Daten und Studien zum Stand und zur Entwicklung der Techniken bzw. des Konsumverhaltens
Konsumfeld- und Güterintegration	Grundlage für Entscheidungen in Produktion und Konsum	Neuordnung der Güter im Verkehrsbereich nach Konsumfeldern
Verwendung von Zeitverwendungsstudien	Quantifizierung des Ressourcenverbrauchs von Handlungsoptionen im Bereich Verkehr	Aufschlüsselung der Zeitverwendung nach Verkehrsmitteln und ggf. Zwecken einer Handlungsoption

**Tab. 6-4 Zusammenfassung der Diskussion zur Weiterentwicklung des Ressourcenindikators für Verkehr**

Quelle: Eigene Darstellung



## 7 Fazit und Ausblick

### 7.1 Fazit

Der vorgestellte Konsumindikator ist grundsätzlich zur Beschreibung des Ressourcenverbrauchs der privaten Haushalte in NRW geeignet. Eine Bewertung der Konsumausgaben der privaten Haushalte in NRW mithilfe einer Intensitätsbewertung ist ein erprobtes und empfehlenswertes Vorgehen, um auch den Ressourcenverbrauch des *Konsums* der privaten Haushalte in NRW anzuzeigen, sowie flexibel und schrittweise detaillierter analysieren zu können. Die Übernahme des Indikators ist empfehlenswert. Das Vorgehen ist möglich und vielversprechend. Die vorgestellten Ergebnisse sind plausibel. In den Bereichen Wohnen, Ernährung und Mobilität ist der höchste Ressourcenverbrauch zu sehen. Die Ergebnisse für Deutschland sind vergleichbar mit relevanten Vorarbeiten, die andere Methoden verwenden. Die Zuhilfenahme von Mikrodaten zum Einkommen und Verbrauch der privaten Haushalte in NRW erlaubt eine detaillierte, damit flexible Beschreibung und Erklärung des Konsums in NRW. Mit einer Intensitätsanalyse des Konsums hat die empirische Umwelt- und Ressourcenökonomie ein Instrument gefunden, den Konsum auch einer Umweltbewertung unterziehen zu können. Die Darstellung des Ressourcenverbrauchs des Konsums der privaten Haushalte auf der Grundlage von Mikrodaten erlaubt eine differenzierte Darstellung nach Gütergruppen, aber auch nach Bevölkerungsgruppen.

Die Ergebnisse zeigen, dass zwischen 2003 und 2013 sich insgesamt wenig am Ressourcenverbrauch der privaten Haushalte geändert hat, zwischen den Konsumkategorien aber deutliche Schwankungen und Verschiebungen des Ressourcenverbrauchs stattgefunden hat. Für Post und Telekommunikation hat sich der Ressourcenverbrauch um knapp ein Drittel erhöht. Nicht sichtbar bleiben aber dynamische Effekte des Konsumverhaltens. So wäre zur Ableitung von richtungssicheren Handlungsempfehlungen notwendig zu wissen, inwieweit Veränderungen in der *einen* Konsumkategorie zu einer Veränderung in *anderen* Konsumkategorien führt. Bis dato wissen wir nicht, ob etwa der identifizierte Anstieg des Ressourcenverbrauchs in der Post- und Telekommunikation direkt mit dem Rückgang im Ressourcenverbrauch der privaten Mobilität zusammenhängt. Dafür sind Analysen notwendig, die bspw. Kreuz-Elastizitäten abbilden, also Zusammenhänge im Konsumverhalten zwischen den Kategorien aufdecken.

Gleichzeitig wird eine Verteilung des Ressourcenverbrauchs auf unterschiedliche Gruppen sichtbar und letztlich eine bessere Erklärung des Material Footprints möglich. So steigt bspw. der Ressourcenverbrauch mit steigendem Einkommen überproportional an. Dieser Anstieg lässt sich über den ökonomisch gut dokumentierten, positiven Zusammenhang zwischen Einkommensgewinnen und Konsumausgaben erklären. Inwieweit sich der Ressourcenverbrauch zwischen Haushaltstypen oder Lebensstilen unterscheidet, wissen wir allerdings nicht, würde aber eine viel direktere Kommunikation und effektivere Handlungsempfehlungen der Verbraucherpolitik zugunsten nachhaltigen Konsums ermöglichen. Dafür ist eine Differenzierung des Konsums nicht nur nach Einkommensschichten, sondern Haushaltstypen oder Lebensführungen nötig. Am Ende können spezifischere und effektivere Empfehlungen zur Reduktion des ökologischen Nachhaltigkeitseffektes nach Gütergruppen und/oder Zielgruppen abgeleitet und evaluiert werden.

Gleichzeitig schließen wir, dass die Grundlage der Ressourcendaten verbessert werden muss, um Ergebnisse in entsprechender Qualität für die öffentliche Statistik des Landes bereitstellen zu können und konkrete Handlungsempfehlungen für nachhaltigen Konsum ableiten zu können. Dafür ist die Erweiterung der Datengrundlage um Lebenszyklusdaten notwendig und empfehlenswert. Die exemplarische Aufschlüsselung der Kategorie „Verkehr“ hat gezeigt, dass trotz geringer Änderungen des gesamten Ressourcenverbrauchs, die Unterschiede zwischen den Handlungsoptionen und zwischen den Jahren visualisiert werden können. So sind etwa, auf Basis der Ausgaben von Haushalten in NRW, die Ressourcenverbräuche für den motorisierten Individualverkehr zwischen 2003 und 2013 zurückgegangen, wurden jedoch durch gestiegene Aufwendungen für den öffentlichen Nah- und Fernverkehr teilweise kompensiert. Der hier

vorgestellte Bottom-up-Ansatz zur Ergänzung der Top-down Ressourcenintensitäten für die Konsumkategorien kann prinzipiell sowohl auf andere Konsumkategorien angewendet werden, als auch um weitere Indikatoren für Umweltwirkungen erweitert werden. Außerdem ermöglicht er eine weitere Regionalisierung der von Haushalten in Anspruch genommenen Infrastrukturen, wenn entsprechende Statistiken zur Verfügung stehen.

Allerdings ist jede Bilanzierung der Umweltwirkungen des Konsums privater Haushalte auf Basis von Ausgaben mit Einschränkungen behaftet. Zahlungsbereitschaften und Preisbildung auf Märkten sind für die Bestimmung von Ressourcenintensitäten maßgeblich und können eine Umweltbewertung des Konsums im Detail verzerren. Denn „teure“ Konsumoptionen werden ressourceneffizienter (z.B. Luxusgüter), während „günstige“ Konsumoptionen zu vergleichsweise hohen Ressourcenverbräuchen führen (z.B. im Bereich Ernährung). Für eine robuste Abbildung des Ressourcenverbrauchs von Haushalten müsste daher eine Datenbasis zur Verfügung stehen, welche die physischen Vorgänge erfasst, die mit dem Konsum von Haushalten einher gehen (z.B. die jährliche Verkehrsleistung in allen Verkehrsmitteln sowie die dahinterliegenden physischen Ausmaße der Verkehrssysteme) und den Umweg über Ausgaben als Konsumproxy überflüssig machen. Das sollte das langfristige Ziel für eine geeignete Datenbasis sein und gesonderte Erhebungen neben öffentlichen Mikrodaten der Statistischen Ämter erfordern. Gesonderte Erhebungen ermöglichen aber auch zeitlich enger getaktete Informationen (bspw. im 2-jährigen Turnus) und regional tiefer differenzierte Aussagen. Beispielsweise sind alternative Erhebungen im 2-jährigen Turnus oder für Zeiträume denkbar, in denen keine Informationen von den Statistischen Ämtern zum Konsum erhoben werden. Genauso können gesonderte Erhebungen für ausgewählte Regionen, Kreise und Städte durchgeführt werden. Damit wird ein effektiveres Monitoring möglich. Zeitlich enger getaktete Erhebungen ermöglichen eine bessere Erklärung von Veränderungen über die Zeit ohne eine „Black Box“ über mehrere Jahre in Kauf nehmen zu müssen. Lokale Erhebungen erlauben die Ableitung von spezifischen Handlungsempfehlungen zugunsten nachhaltiger Städte oder Regionen. Bestehende Ressourcenrechner, die den Bürgern als Online-Tools zur Verfügung stehen, können hierfür als Grundlage zur Entwicklung dienen. Repräsentative Erhebungen können relativ zeit- und kosteneffizient durchgeführt werden (bspw. über standardisierte Online-Erhebungen). Damit können gesonderte Erhebungen die „Black Box“ Konsum in Zukunft schrittweise erhellen.

Kurz- und mittelfristig sollten für zukünftige Analysen auch bestehende, alternative Datenbasen der öffentlichen Statistik getestet werden. Ein vielversprechender Ansatz ist dabei die Einbettung von Studien zur Zeitverwendung von Haushalten (Zeitbudgeterhebungen des Statistischen Bundesamtes). Zeitverwendungen bilden die Konsumaktivitäten eines Individuums direkt, vollständig, alltagsnah und damit potentiell besser ab, als seine Ausgaben. Während Konsumkategorien teilweise abstrakt und lediglich die Mittel zum Konsum beschreiben (bspw. bei Energieträger Gas oder Kraftstoffe), sprechen Zeitverwendungen die Aktivitäten und Konsumzweck an (bspw. *Energiedienstleistung* Kochen oder Hol- und Bringdienste). Darüber hinaus bieten Zeitverwendungen die Möglichkeit, den Alltag des Menschen vollständig (*full coverage* 24h) und im Tages- Wochen- oder Jahresverlauf (Peaks und „Lasten“ des Konsums) zu beschreiben. Auch dies würde dem übergeordneten Ziel eines Indikators nachkommen, der den Nachhaltigkeitseffekt des Konsums möglichst umfassend darstellt<sup>18</sup>.

Eine Zusammenfassung der wichtigsten *Ziele* der explorativen Analyse (siehe Kap. 2 „Ziele“), der *Ergebnisse* aus der explorativen Analyse und identifizierten *Herausforderungen* für die Zielerfüllung und Empfehlungen zur *Lösung* der Herausforderungen fasst folgende Tabelle 7 1 zusammen.

<sup>18</sup> Das Vorgehen ist dem Prozess der Indikatorenentwicklung in Watson et al. (2011) für die European Environment Agency (EEA) entlehnt, der ausgehend von Zielformulierungen zwar kurzfristig auf bestehende und verfügbare Indikatorensets zurückgreift (*best available*), aber langfristig die Entwicklung von Indikatoren im Blick behält, um die übergeordneten „policy“ und „headline questions“ beantworten zu können (*best needed*).

Werden die Empfehlungen mit hoher Priorität integriert umgesetzt, bergen sie das höchste Potential für eine verbesserte Ressourcenbewertung des privaten Konsums.

Ziel	Ergebnis und Herausforderung	Empfehlung	Priorität
<b>Differenziertere Umweltbewertung</b>			
Nachhaltigkeitsindikator	Der Ressourcenverbrauch ermöglicht umfassende Umweltbewertung des Konsum. Erweiterung um <b>Umweltwirkungskategorien</b> neben Ressourcenverbrauch ist möglich, aber ausstehend.	Eine Erweiterung um <b>Klimaerwärmungspotential</b> oder <b>Energieaufwand</b> . Vereinheitlichung der Daten, Systemgrenzen, Allokationsregeln ist nötig.	+
Umweltbewertung Konsum	<b>Ausgaben</b> spiegeln den Konsum richtungssicher. Konsumkategorien sind aber zum Teil abstrakt (z.B. Wohnung, Wasser, Strom, Gas u. Brennstoffe) und nicht mit direktem Konsumzweck verbunden (z.B. Raumwärme). Preisbildung erschwert und verzerrt die Umweltbewertung von Konsumausgaben (z.B. aufgrund Steuern und Abgaben).	Umweltbewertung auf Basis alternativer Konsumdaten <b>Zeitverwendungs</b> erhebung adressieren direkt die Aktivitäten, den Alltag und die Konsumzwecke der Bürger Daten zur Zeitverwendung erfassen Konsum konsistenter und vollständiger.	+++
Ausdifferenzierung der <b>Ressourcendaten</b> innerhalb von Konsumkategorien	Unterschiede zwischen <b>Ressourcenintensitäten</b> innerhalb der Konsumkategorien sind erheblich. Sie ermöglichen aber erst die Bewertung einzelner <b>Handlungs- und Technologieoptionen</b> (bspw. ÖPNV vs. PKW) Notwendige Daten aus Lebenszyklusinventaren und öffentlichen Statistiken sind allerdings unvollständig	Schrittweise Erweiterung um differenzierte <b>Lebenszyklusinventare</b> für relevante Konsumkategorien wie Wohnen und Ernährung	+++
	Der Ressourcenverbrauch von <b>Konsumentscheidungen</b> ist eng mit beteiligten <b>Gütern</b> , der zur Verfügung gestellten <b>Dienstleistung</b> und dem <b>System</b> verknüpft, in welchem sie getroffen werden Die Modellierung dieser drei Dimensionen ist ein wesentlicher Mehrwert der Ausdifferenzierung, stellt jedoch auch eine Herausforderung dar.	Berücksichtigung des Systems und der Verteilung bzw. Streuung von Konsumgütern und ihrer Nutzungsintensität	+
Ausdifferenzierung und Sichtbarmachen von <b>sozio-technischen Innovationspotentialen</b>	Technologien beeinflussen Konsumtrends und –muster grundlegend. Sie sind mögliche Treiber oder Verhinderer des Ressourcenkonsums.	<b>Technologieforesight</b> , Ressourceneffizienzpotentialanalyse aufkommender Technologien und Monitoring für Konsumeffekte (bspw. Verknüpfung Industrie 4.0 mit Konsumeffekten)	++

Effektiveres Monitoring			
Beschreibung der <b>Entwicklung</b> des Ressourcenverbrauchs <b>über die Zeit</b>	Schwankungen im Ressourcenverbrauch zwischen Konsumkategorien sind erheblich.	Repräsentative <b>Zusatz- oder Alternativerhebungen</b> in den Zwischenjahren über individuelle Ressourcenrechner.	
	<b>Mikrodaten der öffentlichen Statistik</b> zum Konsum in Deutschland sind nur alle 5 (Ausgaben) bis 10 (Zeitverwendung) Jahre vorhanden und schränken Monitoring von Konsumtrends ein..	Gesonderte Erhebungen erlauben zeitlich engeres (bspw. alle 2 Jahre) und regional differenziertes Monitoring (nach Städten und Kreisen).	+++
Ausdifferenzierung des Indikators nach <b>Bevölkerungsgruppen</b>	Der Ressourcenverbrauch ist abhängig vom verfügbaren Einkommen.	Individuelle <b>Ressourcenrechner</b> erheben Konsumaktivitäten direkt und erlauben eine persönliche Ansprache.	
	Berücksichtigung der sozialen Unterschiede im Konsum ist hilfreich.	Dekomposition des Ressourcenverbrauchs nach Untergruppen und Bevölkerungsschichten (z.B. Segmentation nach Einkommen, <b>Haushaltstypen und Lebensstilen</b> )	+
Verstehen des Ressourcenverbrauchs und Ableitung von <b>Handlungsempfehlungen</b> für die Verbraucherpolitik	Kausalanalyse zu <b>Treibern</b> des Konsums	Statistische, multivariate <b>Mikromodellierung</b> des Konsums als Funktion aus relevanten Treibern (z.B. nach sozio-ökonomischen Faktoren).	++
	<b>Rebound-</b> und Verlagerungseffekte identifizieren, um Problemverschiebungen adressieren zu können.	<b>Zusammenhänge</b> zwischen Konsumaktivitäten („über Kreuz“) mithilfe von Neigungen zur Zeitverwendung und Einkommenselastizitäten in der Zeitbudgeterhebung und .Einkommens- und Verbrauchsstichprobe erkennen.	++
	<b>Dynamik</b> in Konsumveränderungen berücksichtigen.		

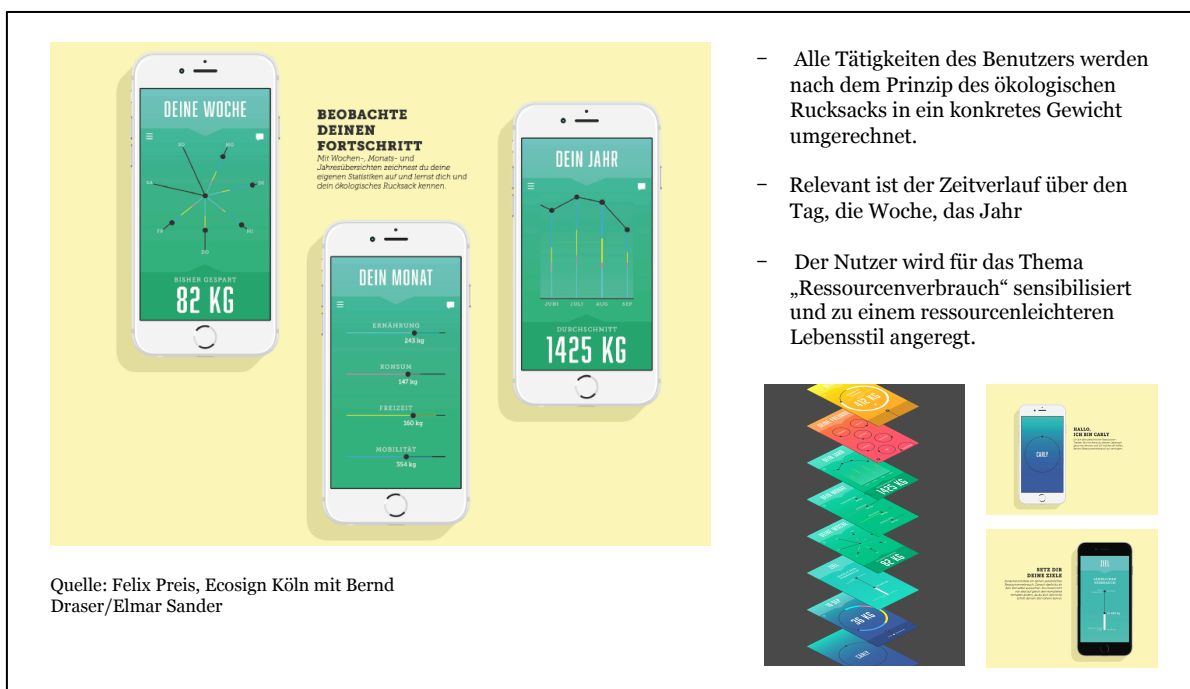
**Tab. 7-1 Zusammenfassung der wichtigsten Ziele, Herausforderungen und Empfehlungen**

*Erläuterung: Einschätzung zur geringen (+) , mittleren (++) und hohen Priorität (+++) der Empfehlung*

## 7.2 Perspektiven

Um zu verdeutlichen, wie Erhebungen bezüglich einer Konsumdynamik verlaufen können, seien hier zusätzlich zum bereits beschriebenen Tool in Abbildung 7 1 mögliche Interaktionen aufgezeigt, um Konsum mit seiner Dynamik in einzelnen Feldern schrittweise zu erschließen und in Richtung Nachhaltigkeit zu transformieren – dies aber nur mit den Menschen als Gestalter der eigenen Lebenswelt (vgl. Ansätze der Aktionsforschung in Living Labs zur Entwicklung ressourcenschonender Produkt- Dienstleistungssysteme siehe Liedtke et al. 2015).

Da diese direkt zum Monitoring, mit der Forschung und auch einer öffentlichen, individuellen Nutzung verbunden werden können, entsteht ein dynamisches und interaktives Kommunikations- und Gestaltungssystem zum Konsum zwischen den einzelnen Akteursgruppen wie z.B. Quartieren, Konsumenten, gesellschaftliche Gruppen (wie wollen wir leben und wirtschaften? – Leitbild NRW Nachhaltigkeitsstrategie), Akteuren zur Umsetzung der Klimaschutz- und Landesnachhaltigkeitsstrategie NRWs (welcher Rahmen ist dafür notwendig?), Forschung (welche soziotechnischen Potenziale gibt es? Welche Technologien, Produkte und Dienstleistungen unterstützen dies?) und Unternehmen/Wirtschaft (welche soziotechnischen Innovationen und Geschäftsmodelle passen hierzu, sind innovativ, marktfähig und wettbewerbsfähig?).



**Abb. 7-1 Gestaltung eines individuellen Ressourcenrechners**

*Erläuterung: Von links nach rechts: Einsparung in einer Woche durch veränderte Handlung, Überblick über den monatlichen Ressourcenkonsum, jährlicher und monatlicher Ressourcenkonsum im Überblick, verschiedene Informationsgrafiken des Ressourcenrechners in der Zusammenschau (rot z.B. deine Freunde, die sich freigeschaltet haben, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen)*

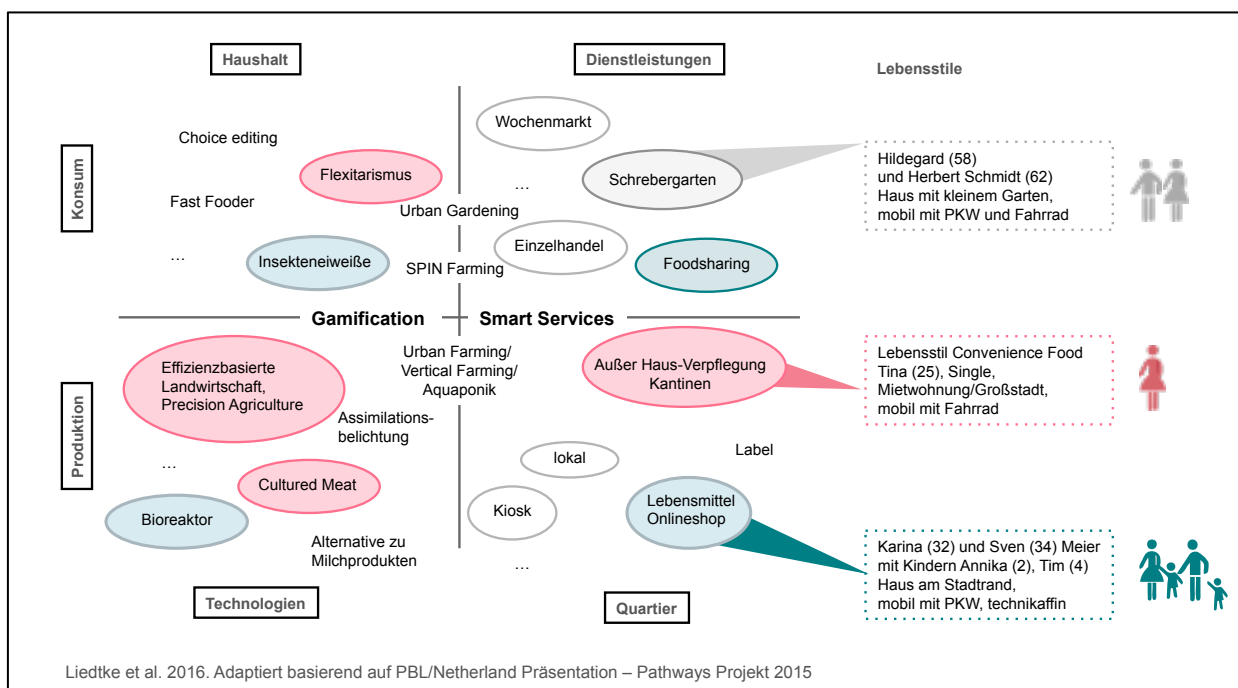
*Quelle: Felix Preis, Präsentation im Rahmen des Projektes „Club of Rome für den Alltag“, Ecosign Akademie Köln/WI, Bernd Draser/Elmar Sander*

Infrastrukturen, Produkte und Dienstleistungen sind materialisierte Werthaltungen und Innovationen. Produkte, Technologien, Dienstleistungen sind in der Gesellschaft und dem Marktgeschehen weltweit immer in Entwicklung und Bewegung. Diese Innovationsvorgänge sind Alltag, permanente Veränderungen der Technologie-, Dienstleistungs- und Produktstruktur auch. Diese Dynamik wird tagtäglich aktiv gestaltet. Es gibt kaum Bereiche, in die Telekommunikation über die letzten 25 Jahre keinen Ein-

zug gehalten hätte. In jedem der Konsumfelder gibt es sogenannte Leittechnologien oder –produkte, die den Megatrends entsprechen und die Entwicklung der nächsten Jahre bestimmen. Es gilt diese frühzeitig zu charakterisieren und deren Potenziale für Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft abzuschätzen (Szenarien, Potenzialbewertung). Sie können nachfragebezogen in nachhaltige sowie ressourcenschonende Produkt-Dienstleistungssysteme gestaltet werden (transformative Gestaltung in Entwicklung und Design).

Lebensstile sowie deren jeweilige Ausdifferenzierung bieten dabei eine Orientierung an marktfähigen Nachfrage- oder Konsumgruppen, die auch über die hier genutzten Statistiken differenziert beschrieben werden können. Die Statistiken zur Zeitverwendung helfen reale Zeitverläufe und Konsummuster sichtbar zu machen, die direkt die Lebenswelten der Menschen und Lebensstilgruppen spiegeln.

Um Innovationen – Technologien und Dienstleistungskonzepte – auf Lebensstile beziehen zu können, ihre soziotechnischen Potenziale zu heben und daraus mögliche Szenarien für Klimaschutz und Ressourcenschonung abzubilden, wurde das folgende Vorgehen (Abb. 7 2) entwickelt:



**Abb. 7-2 Soziotechnische Innovationspotenziale für Klima- und Ressourcenschutz am Beispiel Ernährung**

Quelle: Liedtke et al. 2016, eigene Darstellung

Es werden dazu jeweils bestehende und in Entwicklung befindliche wie auch neue Technologien und Dienstleistungskonzepte wie Verhaltensweisen in Quartieren und Haushalten in einem Foresight-Prozess charakterisiert und in einem Portfolio sichtbar gemacht – sortiert nach Produktion und Konsum sowie Technologien, Dienstleistungen, Quartiere, Haushalte.

Die Grafik verdeutlicht dies einmal für den Bereich Ernährung. Im Bereich Technologien finden sich beispielsweise noch in den Entwicklung befindlich „cultured meat“ und im Übergang zu den Quartieren „vertical/urban farming“ oder „Aquaponic“. Im Bereich der Haushalte Ernährungstypen, aber auch für unseren Kulturkreis neuere Ernährungsmöglichkeiten wie Insekteneiweiße, im Quartier alte und neue Angebotsformen wie Kioske oder Lebensmittel – Onlineshop, im Dienstleistungsbereich Wochenmarkt oder *Foodsharing*. Neue Ansätze wie *Gamification* erlauben es dem Konsument/innen Technologien zu nutzen, um Lebensstilinformationen spielerisch zu erhalten und sich an der Entwicklung zu beteiligen – sei es im Quartier oder zwischen Un-

ternehmen und Konsum. Smart Services kann als Dienstleistung für das Quartier oder auch den einzelnen Haushalt entwickelt werden.

Dies ist nur eine Sammlung relevanter Aspekte, die zu einem neuen Dienstleistungssystem führen können, das bedarfsfeldübergreifend an Lebensstilgruppen und damit der Nachfrage orientiert ist. Bezogen auf konkrete Lebensstilgruppen kann mit diesen zusammen ein entsprechendes Angebotsportfolio entwickelt werden. Meist ist dies auch mit der Nachfrage an spezifischen Geschäftsmodellen (z.B. genossenschaftliche Organisationen im Quartier, Sharing-Systeme oder eben gewollt 1:1 Verhältnis Unternehmen-Kunde) verknüpft. Auch die Nachfrage nach unterschiedlichen Geschäftsmodellen können in den Lebensstilgruppen je nach Konsumfeld stark differieren – man kann z.B. stark an organischem Landbau und regional basierter Ernährung interessiert sein und sich im regionalen Verbund engagieren und gleichzeitig gerne weit reisen und markengebunden an ein Unternehmen einen SUV fahren.

Verknüpft man ein solches Portfolio oder auch mehrere Portfolien (z.B. im Ernährungsbereich zu Ernährung, Mobilität/Logistik, IKT-Services) mit den spezifischen Lebensstilbedarfen werden Trends und Entwicklungen in Produktion und Konsum sichtbar und dynamisch modellierbar. Dies erlaubt die Potenziale einzelner Technologien oder Dienstleistungen zu bewerten und mit soziotechnischen Potenzialabschätzungen und Szenarien für den Klimaschutz und Wirtschaft verbinden. Die Gestaltung ressourcenleichter Dienstleistungssysteme auf Basis unterstützter Technologieanpassung und –akzeptanz wird möglich und in Reallaboren/Living Labs erprobbar (siehe dazu Baedeker et al. 2016 und Geibler et al. 2016).

Die beschriebene Vorgehensweise zur Erhebung und Entwicklung eines Konsumindikators würde hierzu eine wichtige Grundlage bieten und eine Verbindung zwischen technologischen und sozialen Innovationen für eine *Circular* und *Green Economy* bzw. Bioökonomie bieten.

## Literatur

- Acosta, J., & Schütz, H. (2011). *Unveröffentlichte Ergebnisse einer Input-Output-Analyse* für Watson et al. 2013, persönliche Kommunikation.
- Acosta, J., & Schütz, H. (2015). *Einschätzung der Berichterstattungslage und konzeptionelle Überlegungen zur Ermittlung von ressourcenbezogenen Indikatoren für NRW aus wissenschaftlicher Sicht (Konzeptpapier)*. Teilbericht zum AP 5 im Rahmen des Zuwendungsprojektes „Konzeptionelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht“.
- Baedeker, C., Greiff, K., Liedtke, C., Teubler, J., Wiesen, K., Wirkes, M. (2015). Households resource consumption: impact and potentials of social practices. *World Resource Forum*, Davos, 11 – 14 October 2015.
- Baedeker, C., Liedtke C., Welfens, J. (2016). Green Economy as a Framework for Product-Service Systems Development: The Role of Sustainable Living Labs. In Keyson, D., Guerra-Santin, O., Lockton, D. (Hrsg). *Living Labs – Design and Assessment of Sustainable Living*. Springer International: Cham, Switzerland, S. 35 - 55
- Bienge, K., Liedtke, C., Kiefer, S., Suski, P., Welfens, J., & Berg, H. (2016). Ressourcenbewertung der Szenarien der Ressourcenleichten Gesellschaft. In Schnurr et al. (2016). Szenarien Ressourcenleichte Gesellschaft. Arbeitspapier zum UFOPLAN-Projekt „Erfolgsbedingungen für Systemsprünge und Leitbilder einer ressourcenleichten Gesellschaft“ (FKZ 37137103).
- BMVI (2017): Verkehr in Zahlen 2017/2018 46. Jahrgang. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastrukturen. Hamburg, 2017.
- Bringezu, S., & Bleischwitz, R. (2009). *Sustainable resource management : global trends, visions and policies*. Sheffield, UK: Greenleaf.
- Bringezu, S. (2015): Possible Target Corridor for Sustainable Use of Global Material Resources. *Resources*, 4(1), 25-54.
- Bringezu, S. / Schütz, H. (2013): Ziele und Indikatoren für die Umsetzung von ProgRess. PolRess AP1 Ziele und Indikatoren. Arbeitspapier AS 1.2/1.3. [http://edocs.fuberlin.de/docs/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDOCSS\\_derivate\\_0000003607/PolRess\\_AP1-1.2-3\\_Indikatoren\\_und\\_Ziele\\_FINAL.pdf](http://edocs.fuberlin.de/docs/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDOCSS_derivate_0000003607/PolRess_AP1-1.2-3_Indikatoren_und_Ziele_FINAL.pdf)
- Buhl, J., Greiff, K., Lettenmeier, M., Liedtke, C., Teubler, J. (2015). *Global nachhaltige materielle Wohlstandsniveaus - Analyse und Veranschaulichung global nachhaltiger materieller Versorgungsgrade auf der Ebene von Haushalten. Arbeitspaket 2: Haushalte*. UBA Texte 99/2015, S. 93-150.
- Buhl, J., & Acosta, J. (2015). Work Less, Do Less?. Working Time Reductions and Rebound Effects. *Sustainability Science*, 11(2), 261-267.
- Buhl, J. (2014). Revisiting rebound effects from material resource use. Indications for Germany considering social heterogeneity. *Resources*, 3(1), 106–122.
- Buhl, J., & Acosta, J. (2016). Indirect Effects from Resource Sufficiency Behaviour in Germany. In T. Santarius et al. (Hrsg.). *Rethinking Climate and Energy Policies. New Perspectives on the Rebound Phenomenon*. New York: Springer, S. 37-55
- Buhl, J., Teubler, J., Liedtke, C., Stadler, K. (2017). Der Ressourcenverbrauch privater Haushalte in NRW. *uwf – UmweltWirtschaftsForum* (25), S. 255-264.
- Coliped (2014). European Bicycle Market 2014 edition - Industry & Market Profile (2013 statistics).
- DLR (2014). Luftverkehrsbericht 2013 - Daten und Kommentierungen des deutschen und weltweiten Luftverkehrs.



- Fiege, L. (2014). *Gewerblicher Luftverkehr 2013*. Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik.
- Geibler, J., Baedeker, C., Liedtke, C., Rohn, H., Erdmann, L. (2016). Exploring the German Living Lab Research Infrastructure: Opportunities for Sustainable Products and Services In Keyson, D., Guerra-Satin, O., Lockton, D. (Hrsg.). *Living Labs - Design and Assessment of Sustainable Living*. Springer International: Cham, Switzerland, S. 129 - 155.
- internetstores GmbH (2015). „Studie zur allgemeinen Fahrradnutzung in Deutschland 2015 - Zahlen und Fakten“.
- KBA (2013). *Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Fahrzeugalter 1. Januar 2013*. Kraftfahrt-Bundesamt.
- KBA (2016). *Gesamter Kraftstoffverbrauch der vorhandenen Personenkraftwagen in privaten Haushalten in Deutschland in den Jahren von 2005 bis 2013*.
- KRU (2015): *Ressourcenleicht leben und wirtschaften – Vision und Maßnahmen in zentralen Aktionsfeldern*. Visionspapier, (2015/2016 in prep./in press), Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.  
[http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/kru\\_standortbestimmung\\_0.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/kru_standortbestimmung_0.pdf)
- Lettenmeier, M., Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt (2009). *Resource productivity in 7 steps how to develop eco-innovative products and services and improve their material footprint*. Wuppertal: Wuppertal Inst. for Climate, Environment and Energy. — ISBN: 978-3-929944-80-8
- Lettenmeier, M.; Liedtke, C.; Rohn, H. (2014). *Eight Tons of Material Footprint— Suggestion for a Resource Cap for Household Consumption in Finland*. *Resources*, 3(1), 488-515.
- Liedtke, C., Bienge, K., Wiesen, K., Teubler, J., Greiff, K., Lettenmeier, M., Rohn, H. (2014). *Resource Use in the Production and Consumption System—The MIPS Approach*. *Resources*, 3(1), 544-574
- Liedtke, C., Baedeker, C., Hasselkuß, M., Rohn, H., & Grinewitschus, V. (2015). *User-integrated innovation in Sustainable LivingLabs: an experimental infrastructure for researching and developing sustainable product service systems*. *Journal of Cleaner Production*, 97, 106-116.
- Ritthoff, M., Rohn, H., Liedtke, C. (2002). *Calculating MIPS Resource productivity of products and services*. Wuppertal: Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie (Wuppertal Spezial).
- Schmidt-Bleek, F. (1997). *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? : Faktor 10 - das Mass für ökologisches Wirtschaften*. München: DTV Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Schmidt-Bleek, F. (1998). *MAIA : Einführung in die Material -Intensitäts-Analyse nach dem MIPS -Konzept*. Basel: Birkhäuser.
- Schmidt-Bleek, F. (2007). *The Earth: natural resources and human intervention*. London: Haus Pub.
- Statista GmbH (2015). „Motorräder Statista - Dossier“.
- Statistisches Bundesamt (2016a). „Anzahl beförderter Personen im öffentlichen Personennverkehr in Deutschland im Jahr 2015 nach Verkehrsträgern (in Millionen)“.
- Statistisches Bundesamt (2016b). „Beförderungsleistung im Linienverkehr mit Bussen und Bahnen in Deutschland im Jahr 2015 (in Milliarden Personenkilometer)“.
- VDV (2015). „2014 Statistik“.

- Watson, D., Acosta-Fernandez, J., Wittmer, G., & Pedersen, O. (2013). *Environmental pressures from European consumption and production: A study in integrated environmental and economic analysis*. EEA technical report 2/2013. Copenhagen.
- Watson, D. et al. (2011). Progress in Sustainable Consumption and Production in Europe: Indicator based report. ETC/SCP working paper 1/2011.
- Wiesen, K., Saurat, M., Lettenmeier, M. (2014). „Calculating the Material Input per Service Unit using the Ecoinvent Database“. In: International Journal of Performance Engineering. 10 (4), S. 357–366.
- ZDK (2014). „Zahlen & Fakten 2013 Ausgabe 2014“. Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e.V.
- ZIV (2016). „Entwicklung des Fahrradbestandes in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2015 (in Millionen Stück)“. [statista.de](http://statista.de).

## Anhang

Unterkategorien	Vereinfachungen	Einfluß auf die Ressourcenintensität (Veränderungen gegenüber Status Quo)	
		Unterkategorie	Gesamt Verkehr
Kauf und Leasing von PKWs	keine Berücksichtigung geleaster Fahrzeuge	vernachlässigbar	vernachlässigbar
	keine Berücksichtigung von Elektrofahrzeugen	vernachlässigbar	
Kauf von Krafträdern	keine Berücksichtigung gebrauchter Krafträder	klein	klein
	Verwendung eines Rollers als Durchschnittskraftrad	mittel	
	Verwendung der Ausgaben pro Kopf der EVS als Preis	klein	
Ersatzteile und Zubehör für Kraftfahrzeuge und Krafträder	ausschließlich PKW	vernachlässigbar	vernachlässigbar
Wartungen, Pflege und Reparaturen von Fahrzeugen	ausschließlich PKW	vernachlässigbar	vernachlässigbar
Kauf von Kraftstoffen	ausschließlich Kraftstoffe für PKWs	klein	vernachlässigbar
Zubehör-, Einzel- und Ersatzteile für Fahrräder	Ausgaben und Bestände auf Basis der EVS	mittel	vernachlässigbar
Fremde Verkehrsdienstleistungen (mit und ohne Übernachtung) - nicht Luftverkehr (ÖPNV und Fernverkehr)	Erträge statt Ausgaben privater Haushalte	groß	mittel
	Verkehrsleistung basierend auf 2015; Erträge basierend auf 2014	mittel	
	Arithmetisches Mittel für Zugtypen im Fernverkehr	groß	
Fremde Verkehrsdienstleistungen (mit und ohne Übernachtung) - Luftverkehr	Anzahl der Einsteiger legt die Anteile für inter- und intrakontinentale Flüge fest	klein	mittel
	Ausgaben der EVS als Basis für den Preis der Verkehrsleistungen	groß	

**Tab. A-1 Vereinfachungen der Modellierung und Einschätzung ihres Einflusses auf die Unterkategorien und die Hauptkonsumkategorie**

Quelle: Eigene Abschätzung; Unterteilung: vernachlässigbar (< 1 %), klein (< 5 %), mittel (< 10 %), groß (> 10 %)

Verkehrssystem	Verkehrsoption	Richtwerte für den Ressourcenverbrauch
Nah- und Fernverkehr	Schnellzug	ca. 900 g/pkm
	Regionalbahnen	ca. 650 g/pkm
	U-Bahnen	ca. 400 g/pkm
	Straßenbahnen	ca. 550 g/pkm
	Stadtbusse	ca. 400 g/pkm
	Reisebus	ca. 250 g/pkm
Flugverkehr	Intrakontinentalflyg	ca. 100 g/pkm
	Interkontinentalflyg	ca. 70 g/pkm
Motorisierter Individualverkehr	PKW (1,5 Personen)	ca. 810 g/pkm
	Roller, 50 cm <sup>3</sup>	ca. 200 g/pkm

**Tab. A-2 Richtwerte für den Ressourcenverbrauch pro Passagierkilometer**

Quelle: Ecoinvent 3.1 mithilfe des MIPS-Bewertungsschemas