Europa-Universität Flensburg

Master-Thesis im Studiengang Transformationsstudien

Entwicklung und Anwendung von Suffizienzindikatoren

Quantifizierung von Suffizienz in europäischen Städten in den Sektoren Personenverkehr und Wohnen

vorgelegt von

Bendix Vogel

Matrikel-Nr. ——

Betreuer*innen:

Jonas Lage

Prof. Dr. Frauke Wiese

Flensburg, den 12.12.2022

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis iv

Tabellenverzeichnis vii

Abkürzungsverzeichnis viii

Vorbemerkungen 1

1. Einleitung 2
- 1.1. Warum Suffizienz? Über die Insuffizienz von Effizienz und Konsistenz . . . 3
- 1.2. Welche Suffizienz? Suffizienz als politische Nachhaltigkeitsstrategie . . . 8
- 1.3. Warum Indikatoren? Gründe für die Quantifizierung von Suffizienz . . . 10
- 1.4. Gegenstand und Umfang der Arbeit: Wohnen und Verkehr in europäischen Städten . 11
- 1.5. Was ist das Ziel der Arbeit? Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse . . . 13

2. Methoden 14
- 2.1. Konzeption eines Indikatorensystems . . . 14
  - 2.1.1. Indikatorensysteme . . . 15
  - 2.1.2. Verwendetes Indikatorensystem: Input- und Output-Indikatoren . . . 16
- 2.2. Entwicklung der Suffizienzindikatoren . . . 17
  - 2.2.1. Literaturrecherche . . . 17
  - 2.2.2. Entwicklung der Indikatorensets . . . 18
  - 2.2.3. Kriterien zur Beurteilung der Eignung von Indikatoren . . . 18
- 2.3. Testweise Anwendung der Suffizienzindikatoren . . . 19
  - 2.3.1. Verwendete Daten . . . 20
  - 2.3.2. Datenqualität und -aufbereitung . . . 21
  - 2.3.3. Datenvollständigkeit und Farbkodierung . . . 25
  - 2.3.4. Datenanalyse . . . 28

3. Entwicklung der Suffizienzindikatoren 30
- 3.1. Suffizienz in den Bereichen Verkehr und Wohnen . . . 30
- 3.2. Output-Indikatoren für Verkehr . . . 34
  - 3.2.1. Gesamtaufkommen innerstädtischer Mobilität . . . 35
  - 3.2.2. Energieverbrauch innerstädtischer Mobilität . . . 35
  - 3.2.3. Emissionen der innerstädtischen Mobilität . . . 38
  - 3.2.4. Flächenverbrauch der innerstädtischen Mobilität . . . 40
  - 3.2.5. Ressourcenverbrauch der innerstädtischen Mobilität . . . 42
- 3.3. Input-Indikatoren für Verkehr . . . 42
  - 3.3.1. Stadt der kurzen Wege . . . 44
  - 3.3.2. Vermeidung von Wegen . . . 44
  - 3.3.3. Attraktivität des MIV . . . 46
  - 3.3.4. Attraktivität des Fußverkehrs . . . 49
  - 3.3.5. Attraktivität des Radverkehrs . . . 51

3.3.6. Attraktivität des ÖPNV . . . 52
3.3.7. Intermodalität . . . 54
3.3.8. Attraktivität von Ridesharing . . . 54
3.3.9. Attraktivität von Autobesitz . . . 55
3.4. Zusammenfassung: Suffizienzindikatoren für Verkehr . . . 57
3.5. Output-Indikatoren für Wohnen . . . 62
3.5.1. Wohnflächenbedarf . . . 62
3.5.2. Flächenverbrauch des Wohnens . . . 62
3.5.3. Energieverbrauch des Wohnens . . . 64
3.5.4. Ressourcenverbrauch des Wohnens . . . 65
3.5.5. Emissionen des Wohnens . . . 66
3.6. Input-Indikatoren für Wohnen . . . 66
3.7. Zusammenfassung: Suffizienzindikatoren für Wohnen . . . 67

4. Ergebnisse der Datenanalyse 69
4.1. Verkehr . . . 69
4.1.1. Modal Split (Output-Indikator) . . . 69
4.1.2. Autobesitzrate (Output-Indikator) . . . 77
4.1.3. Länge des Arbeitswegs (Input-Indikator) . . . 78
4.1.4. Länge des Radwegenetzes (Input-Indikator) . . . 79
4.1.5. Kosten eines ÖPNV-Monatstickets (Input-Indikator) . . . 80
4.2. Wohnen . . . 81
4.2.1. Pro-Kopf-Wohnfläche (Output-Indikator) . . . 81
4.2.2. Haushaltsgröße (Output-Indikator) . . . 83
4.2.3. Anteil der 1-Personen-Haushalte (Output-Indikator) . . . 84
4.2.4. Anteil der Haushalte in Häusern . . . 84
4.2.5. Leerstand (Output-Indikator) . . . 85

5. Diskussion 86
5.1. Indikatorensystem und Entwicklung der Suffizienzindikatoren . . . 86
5.1.1. Indikatorensystem: Input- und Output-Indikatoren . . . 86
5.1.2. Entwicklung der Suffizienzindikatoren . . . 88
5.2. Suffizienzindikatoren . . . 89
5.2.1. Suffizienzambivalenz . . . 89
5.2.2. Richtungseindeutigkeit und Untergrenzen . . . 90
5.3. Datenanalyse . . . 92
5.3.1. Gesamtbild der Datenanalyse . . . 93
5.3.2. Statistische Analysen: Korrelation und lineare Regression . . . 94
5.4. Limitationen und Herausforderungen . . . 96
5.4.1. Suffizienz und Mittelwerte . . . 96
5.4.2. Suffizienz und Trends . . . 97
5.4.3. Indikatoren: Komplexitätsreduktion vs. Unterkomplexität . . . 98

6. Fazit und Ausblick 100

Literaturverzeichnis 103

A. Ergänzende Informationen **111**
A.1. Definitionen *cities*, *greater cities*, und *functional urban areas* 111
A.2. Datenvalidierung 112

B. Tabellen **113**

C. Weitere Abbildungen **118**

D. Eigenständigkeitserklärung **131**

Abbildungsverzeichnis

1.1. Die Evolution der Generationen des VW Golf 7

2.1. Zeitliche Entwicklung der Modal Share-Indikatoren in deutschen Städten 22
2.2. Datenqualität und Filterung der Modal Share-Werte 23
2.3. Datenqualität der Autobesitzrate 25
2.4. Alter der jeweils aktuellsten Werte 26
2.5. Vollständigkeit der Datensätze nach Jahren 27
2.6. Bevölkerung nach Ländern (gesamt und in im Datensatz enthaltenen Städten) 27
2.7. Farbkodierung der im Datensatz enthaltenen Länder 28

3.1. Schema: Aspekte von Suffizienz im Sektor Mobilität 30
3.2. Schema: Aspekte von Suffizienz im Sektor Wohnen 31
3.4. Ökologische Bilanzierung der Verkehrsarten 33
3.5. Schema: Strategien für Suffizienz im innerstädtischen Personenverkehr 43
3.6. Veranschaulichung des Prinzips der Superblocks 49

4.1. Modal Share des Autoverkehrs 71
4.2. Modal Share des Autoverkehrs – zeitliche Entwicklung 73
4.3. Modal Share der aktiven Modi – zeitliche Entwicklung 75
4.4. Modal Share des Umweltverbunds 76
4.5. Autobesitzrate 77
4.6. Autobesitzrate – zeitliche Entwicklung 78
4.7. Länge des Radwegenetzes (relativ zur Bevölkerungsgröße) 79
4.8. Radverkehrsanteil vs. Länge des Radwegenetzes im Detail 80
4.9. Durchschnittliche pro-Kopf-Wohnfläche 82
4.10. Durchschnittliche pro-Kopf-Wohnfläche – zeitliche Entwicklung 83

5.1. Autobesitz und CO2-Emissionen im Verkehr nach ökonomischem Status 91
5.2. Exemplarischer Vergleich der Modal Split-Daten 93
5.3. Entwicklung der Autobesitzrate in deutschen und polnischen Städten 97

C.1. Mittlere Datenvollständigkeit relevanter Variablen nach Ländern (ähnlich wie Abbildung C.2, aber separat für Variablen der Bereiche Verkehr und Wohnen) 118
C.2. Mittlere Datenvollständigkeit relevanter Variablen nach Ländern 119
C.3. Modal Share des ÖPNV 120
C.4. Modal Share des ÖPNV – zeitliche Entwicklung 120
C.5. Modal Share des Motorradverkehrs 121
C.6. Modal Share des motorisierten Individualverkehrs 121
C.7. Modal Share des Radverkehrs 122
C.8. Modal Share des Radverkehrs – zeitliche Entwicklung 122
C.9. Modal Share des Fußverkehrs 123
C.10. Modal Share des Fußverkehrs – zeitliche Entwicklung 123
C.11. Modal Share der aktiven Modi 124

C.12. Modal Share des Umweltverbunds – zeitliche Entwicklung 125
C.13. Mittlere Länge des Arbeitswegs 126
C.14. Länge des Radwegenetzes (relativ zur Fläche) 126
C.15. Kosten für ein ÖPNV-Monatsticket 127
C.16. Kosten für ein ÖPNV-Monatsticket (relativ zum Einkommen) 127
C.17. Durchschnittliche Haushaltsgröße 128
C.18. Durchschnittliche Haushaltsgröße – zeitliche Entwicklung 128
C.19. Anteil der 1-Personen-Haushalte 129
C.20. Anteil der 1-Personen-Haushalte – zeitliche Entwicklung 129
C.21. Anteil der Haushalte in Häusern 130
C.22. Anteil leerstehender Wohnungen 130

Tabellenverzeichnis

2.1. Kriterien zur Bewertung von Indikatoren 19

3.1. Aspekte und Ziele von Suffizienz 34
3.2. Suffizienzindikatoren für den Verkehrssektor 59
3.3. Suffizienzindikatoren für den Wohnsektor 68

4.1. Schema der Auswertungsgrafiken zu den aktuellsten Daten 72
4.2. Schema der Auswertungsgrafiken zur zeitlichen Entwicklung 74

B.1. Liste aller Indikatoren des *Transport*-Datensatzes 113
B.2. Liste aller Indikatoren des *Living conditions*-Datensatzes 115
B.3. Korrelationskoeffizienten zwischen verschiedenen Indikatoren 116

Abkürzungsverzeichnis

CO / CO_2 / CO_{2e}	Kohlenmonoxid / Kohlendioxid / Kohlendioxid-Äquivalente
SO_2	Schwefeldioxid
PM_{10} / $PM_{2,5}$	Feinstaub (*particulate matter*) der Größen*klasse* 10 bzw. 2,5 μm
COP	Vertragsstaatenkonferenz (*Conference of the Parties*): höchstes Gremium einer internationalen Konvention
COP27	27. UN-Klimakonferenz in Scharm asch-Schaich (Ägypten, November 2022)
DPSIR	Driver-Pressure-State-Impact-Response(-Modell)
EFH / ZFH / MFH	Ein- / Zwei- / Mehrfamilienhaus / -häuser
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
GWB	Geschosswohnungsbau
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
MIV	motorisierter Individualverkehr
NO_X / NO_2	Stickoxide / Stickstoffdioxid
O_3	Ozon
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (*Organisation for Economic Co-operation and Development*)
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
Pkm	Personenkilometer
Pkw	Personenkraftwagen (ugs. auch Auto)
PSR	Pressure-State-Response(-Modell)
SUV	*Sport Utility Vehicle* (ugs. auch unnötig großes und schweres Auto)
WHO	Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization*)

Vorbemerkungen

Vorbemerkungen zu sprachlichen Konventionen und abweichendem Sprachgebrauch

1. In Fällen, in denen Personen unterschiedlichen Geschlechts im Sinne von Gender gemeint sind, wird entweder das Gendersternchen oder das generische Femininum verwendet – letzteres bevorzugt in Fällen, in denen das generische Maskulinum als besonders verbreitet bzw. das Gendern als besonders unüblich empfunden wird (z. B. ‚Arbeitgeber' und ‚Arbeitnehmer').

2. Die gängige Verwendung der Begriffe ‚Arbeitgeberin' und ‚Arbeitnehmerin' verkehrt das eigentliche Verhältnis des Gebens bzw. Produzierens und des Nehmens bzw. Konsumierens oder Einsetzens fremder Arbeit im Kontext von Lohnarbeitsverhältnissen in das Gegenteil. In dieser Arbeit wird den Leser*innen zugemutet, dass die Begriffe dem allgemeinen Sprachgebrauch entgegengesetzt und dem eigentlichen Verhältnis entsprechend verwendet werden. Demnach werden Angestellte als Arbeit*geber*innen* und anstellende Personen, Organisationen oder Institutionen als Arbeit*nehmer*innen* bezeichnet.

3. Wenn von Fußverkehr und zu Fuß gehen die Rede ist, sind hiermit auch Rollstuhlfahrer*innen gemeint. Die Anforderungen an die Fußverkehrsinfrastruktur (und auch an den ÖPNV) insbesondere mit Blick auf Barrierefreiheit sind insbesondere an den Bedürfnissen von Menschen, die auf einen Rollstuhl oder Rollator angewiesen sind, sowie außerdem von kleinen Kindern und Personen mit Kinderwagen auszurichten.

1. Einleitung

„*Our house is on fire*“. So begann Greta Thunberg im Januar 2019 ihre Rede auf dem Weltwirtschaftsforum in Davos (Thunberg 2019). Die Welt steht immer häufiger nicht nur im übertragenen Sinne, sondern buchstäblich in Flammen, aber die Bereitschaft zum angemessen entschlossenen Handeln ist auf den großen politischen Bühnen wie etwa bei der jüngsten Klimakonferenz COP27 nach wie vor nicht zu erkennen (Süddeutsche Zeitung 2022). Die Entwicklungen seit 2019 geben wenig Anlass zu mehr Optimismus, im Gegenteil: War die Klimakrise 2019 noch weit oben auf der politischen Agenda, rückte sie 2020 durch die globale Corona-Pandemie in den Hintergrund. Nur sehr kurz ging die Eindämmung der Pandemie mit einem Rückgang der wirtschaftlichen Aktivität und einer deutlichen Reduktion der globalen CO_2-Emissionen einher (Friedlingstein et al. 2022). Spätestens 2021 galt es, die Wirtschaft wieder kräftig anzukurbeln und die Einbußen wettzumachen – und die CO_2-Emissionen stiegen wieder auf das Niveau von 2019 (ebd.). Dabei wurde die Chance so gut wie komplett versäumt, Konjunkturprogramme konsequent auf eine nachhaltige Transformation auszurichten. Noch bevor die Corona-Pandemie nicht mehr als globale Krise bezeichnet wurde, löste die russische Invasion in der Ukraine im Februar 2022 die nächste globale Krise aus. Seitdem herrscht nicht nur Krieg in Europa: Die Spannungen zwischen der NATO und Russland haben zugenommen, (nicht nur) in Deutschland erwacht eine unheimliche Aufrüstungseuphorie, die an Kriegslust grenzt, und die Machtkämpfe zwischen den imperialistisch agierenden Kontrahenten USA / Europa / NATO auf der einen Seite und China und Russland auf der anderen Seite werden zunehmend offen geführt. In einer Situation, in der globale Kooperation unabdingbar ist, um die ökologischen Krisen globalen Ausmaßes noch einigermaßen abwenden zu können, bewegen sich ‚der Westen‘, China und Russland eher auf einen neuen Kalten Krieg zu als auf mehr Kooperation. Statt alles daran zu setzen, möglichst bald komplett aus der Förderung und Nutzung fossiler Energieträger auszusteigen, gibt es einen neuen Run auf Erdgas, werden neue langfristige Lieferverträge vereinbart, neue Fördergebiete erschlossen und neue fossile Infrastrukturen geplant und gebaut (SEI et al. 2021)[1].

Unser Haus brennt und wir versuchen nur halbherzig es zu löschen und zwar mit einem unsinnigen und gefährlichen Gemisch aus Wasser und Öl. Die Lage ist also mehr als ernst, aber nach dieser düsteren Bestandsaufnahme erscheint ein kleines Licht am Ende des Tunnels und möglicherweise naht Rettung in höchster Not: Suffizienzindikatoren.

[1] Der Production Gap Report 2021 (SEI et al. 2021) konstatierte bereits vor Beginn des russischen Angriffskriegs in der Ukraine und somit auch vor der aktuellen Energie(-sicherheits-)krise, dass die offiziell geplanten Fördermengen fossiler Brennstoffe im starken Widerspruch zu den Zielen des Pariser Klimaabkommens stehen. Seit Beginn des Krieges und dem damit verbundenen sprunghaften Anstieg der Energiepreise werden in zahlreichen Ländern in solchem Umfang zusätzliche Förderkapazitäten gesucht, geplant und erschlossen (Stockwell et al. 2022), dass Wissenschaftler*innen sogar von einem neuen Goldrausch sprechen (Fisher 2022)

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung von Suffizienzindikatoren für die Sektoren Verkehr und Wohnen auf der Ebene von Städten sowie mit der testweisen Anwendung solcher Suffizienzindikatoren in einem breit angelegten Vergleich europäischer Städte. Zunächst wird dafür einleitend erläutert, warum es Suffizienz braucht (Kap. 1.1), wie Suffizienz in dieser Arbeit verstanden wird (Kap. 1.2), warum es Indikatoren für Suffizienz braucht (Kap. 1.3), welcher konkrete Gegenstand in dieser Arbeit betrachtet und wie dieser abgegrenzt wird (Kap. 1.4) und was das Ziel der Arbeit ist (Kap. 1.5). Im nächsten Kapitel werden die in dieser Arbeit verwendeten Methoden einerseits zur Entwicklung der Suffizienzindikatoren (Kap. 2.1 und 2.2) und andererseits zur testweisen Anwendung der Indikatoren und der dafür durchgeführten Datenanalysen (Kap. 2.3) beschrieben. Kapitel 3 und 4 enthalten die Ergebnisse der Forschungsarbeit, wobei in Kapitel 3 systematisch Suffizienzindikatoren entwickelt und zusammengestellt und in Kapitel 4 die Ergebnisse des auf einer umfassenden Datenanalyse basierenden Vergleichs europäischer Städte mit Blick auf Suffizienz im Verkehrs- und Wohnsektor präsentiert werden. In Kapitel 5 werden die Methoden und Ergebnisse der Arbeit sowie die Limitationen und Herausforderungen reflektiert und diskutiert, bevor abschließend in Kapitel 6 ein Fazit gezogen und ein Ausblick auf mögliche an diese Arbeit anschließende Forschungsarbeiten geworfen wird.

1.1. Warum Suffizienz? Über die Insuffizienz von Effizienz und Konsistenz

Man könnte meinen, es müsste längst überflüssig sein zu begründen, warum Suffizienz unabdingbar ist, um mit Blick auf die sozial-ökologischen Krisen das Schlimmste zu verhindern und die Chance auf eine ausreichend schnelle und weitreichende gesellschaftliche Transformation zu wahren, aber da Suffizienz jenseits der akuten Energiekrise und gelegentlicher Mäßigungsappelle bisher weder im politischen noch im wissenschaftlichen noch in irgendeinem Mainstream angekommen ist, erscheint Suffizienz nach wie vor als begründungsbedürftig.

Der globale und existentielle Charakter der sich zuspitzenden anthropogenen ökologischen Krisen wird gut widergespiegelt im Konzept der ‚planetaren Grenzen' (*planetary boundaries*) (Rockström et al. 2009). Demnach sind die Biodiversitätskrise, die Veränderung der Phosphor- und Stickstoffkreisläufe sowie die Landnutzungsveränderung (Entwaldung) neben der Klimakrise die aktuell drängendsten Krisen, im Bezug auf die bereits 2015 ein kritischer Zustand erreicht war (ebd.). All diese ökologischen Krisen sind *sozial*-ökologische im doppelten Sinne: Sie sind sozial hervorgebracht, d. h. die Ursachen für diese Krisen liegen im Bereich menschlicher Aktivitäten, die wiederum stark durch gesellschaftliche Strukturen geprägt sind, und sie führen zu massiven negativen Auswirkungen für Individuen und Gesellschaften. Sozial-ökologische Krisen sind zugleich *Gerechtigkeits*krisen, da sie sowohl in ihren sozialen Ursachen als auch in den sozialen Auswirkungen hochgradig asymmetrisch entlang verschiedener Dimensionen sind: Die Menschen, die am wenigsten zur Verursachung

der ökologischen Krisen beitragen bzw. beigetragen haben, sind tendenziell am stärksten von deren Folgen betroffen. Eine solche Asymmetrie findet sich besonders stark entlang der Dimension des Wohlstands, also Einkommen und Vermögen (z. B. Chancel et al. 2022), aber auch entlang der Dimensionen *Race* (Gonzalez 2020) und *Gender* (Pearse 2017). Somit wirken sich sozial-ökologische Krisen tendenziell verstärkend auf bestehende Ungerechtigkeitsverhältnisse aus.

Die hegemoniale Antwort auf die ökologischen Krisen, die allerdings im politischen und allgemeinen gesellschaftlichen Diskurs allzu häufig auf die Klimakrise verengt werden, ist eine Strategie des ‚Grünen Wachstums', in der vor allem technische Innovationen und Optimierungen zu einer höheren *Effizienz* sowie zum Ersatz fossiler Energieträger und Rohstoffe durch regenaritve Energien und nachwachsende Rohstoffe (*Konsistenz*) führen sollen. Das Versprechen des Grünen Wachstums ist, durch die Entkopplung wirtschaftlicher Aktivität von Treibhausgasemissionen bzw. letztlich von allen negativen Umweltauswirkungen fortgesetztes Wirtschaftswachstum zu ermöglichen und so mehr Wohlstand zu schaffen bzw. Armut zu bekämpfen (Hickel und Kallis 2020). Für die Klimakrise, die vergleichsweise gut erforscht ist, haben sich die 195 Mitgliedsstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) völkerrechtlich bindend darauf verständigt, die globale Erderwärmung auf deutlich unter 2°C und möglichst unter 1,5°C zu begrenzen (Vereinte Nationen 2015). Für dieses international vereinbarte Ziel lassen sich globale Restbudgets für Treibhausgasemissionen berechnen. Hier wurde also eine planetare Grenze in einem politischen Prozess übersetzt in eine verbindliche, absolute Treibhausgasemissions-Obergrenze[2]. Entscheidend ist dabei zunächst nicht so sehr, wie groß genau das Restbudget ist, sondern dass es ein sehr endliches Restbudget gibt, das im Vergleich zu den historischen Emissionen sehr klein ist, denn für grünes Wachstum bedeutet das, dass selbst eine absolute Entkopplung[3] nur dann ausreichend wäre, wenn diese so schnell gelänge, dass das Restbudget nicht vor Erreichen der vollständigen Entkopplung aufgebraucht ist. Dafür, dass eine derart schnelle Entkopplung gelingen und das Versprechen des Grünen Wachstums eingehalten werden kann, gibt es bislang keine Beweise, sondern im Gegenteil: zahlreiche Studien kommen zu dem Ergebnis, dass eine Entkopplung in dem Umfang und der Geschwindigkeit, wie es notwendig wäre, so gut wie ausgeschlossen ist (z. B. Haberl et al. 2020; Jackson 2017; Parrique et al. 2019).

Die beiden technischen Nachhaltigkeitsstrategien der Effizienz und der Konsistenz sind absolut sinnvolle und notwendige Bausteine einer Nachhaltigkeitstransformation, aber sie sind anfällig für Re-

[2] Je nach dem, ob eine Erderwärmung von 2°C oder 1,5°C (oder ein Wert dazwischen) als Obergrenze der Erderwärmung herangezogen wird und je nach verwendeter Wahrscheinlichkeit, mit der diese Grenze nicht überschritten werden soll, können recht unterschiedlich große bzw. kleine Restbudgets dabei herauskommen.

[3] Unter relativer Entkopplung versteht man ein geringeres Wachstum der jeweils betrachteten negativen Umweltauswirkung oder des Ressourcenverbrauchs im Vergleich zum Wirtschaftswachstum. Dabei kann die Umweltauswirkung oder der Ressourcenverbrauch aber weiterhin absolut zunehmen. Dagegen bedeutet absolute Entkopplung, dass die Umweltauswirkung oder der Ressourcenverbrauch absolut sinkt, während die Wirtschaftsleistung weiter wächst. Darin steckt aber noch keine Aussage darüber, wie schnell der absolute Rückgang stattfindet bzw. ob er schnell genug verläuft, um ein bestimmtes Nachhaltigkeitsziel einhalten zu können. Im Fall von Treibhausgasemissionen muss mittelfristig eine vollständige Entkopplung gelingen, d. h. die Treibhausgasemissionen müssen auf Null reduziert werden (und dort bleiben), unabhängig davon, ob die Wirtschaftsleistung wächst, schrumpft oder stagniert.

bound-, Wachstums- und Verlagerungseffekte und sie sind ‚blind' für die Entwicklung des absoluten Verbrauchs. Unter Rebound-Effekten werden verschiedene Mechanismen verstanden, durch die der ökologische Gewinn, der aus der technischen Verbesserung oder Veränderung eines Produkts[4] resultieren *könnte*, mindestens teilweise, wenn nicht gar vollständig kompensiert oder sogar überkompensiert wird (*backfire*) (z. B. Sorrell et al. 2020). Dabei wird zwischen direkten und indirekten sowie makroökonomischen Rebound-Effekten unterschieden. Grundlage des Rebound-Mechanismus ist im Allgemeinen die Annahme, dass ein Produkt oder dessen Nutzung durch einen Effizienzgewinn günstiger wird, was dazu führen kann, dass das selbe Produkt verstärkt gekauft und/oder häufiger, intensiver und/oder mit geringerer Auslastung genutzt oder dass ein größeres und teureres (und umweltschädlicheres) Produkt der selben Kategorie gekauft bzw. genutzt wird als es im Vergleichsfall ohne den Effizienzgewinn der Fall gewesen wäre (ebd.). Hierbei würde es sich um einen direkten Rebound-Effekt handeln. Bei indirekten Rebound-Effekten wird dagegen das durch die relative (oder möglicherweise sogar nur angenommene) Ersparnis zusätzlich verfügbare Geld für andere Produkte oder Dienstleistungen ausgegeben, die ebenfalls mit negativen Umweltwirkungen einhergehen. Makroökonomische Rebound-Effekte können dadurch entstehen, dass Effizienzgewinne in der Produktion zu einem niedrigeren Preis des Produkts führen können, was wiederum die Nachfrage stimulieren und somit die positive Umweltwirkung durch die relative Verbesserung ganz oder teilweise aufheben kann, insbesondere wenn dadurch zusätzliches Wirtschaftswachstum stimuliert wird. Obwohl Rebound-Effekte meist in Verbindung mit ökonomischen Einsparungen durch die Verbesserung (meist der Effizienz) eines Produkts oder seiner Herstellung beschrieben werden, kann auch die sogenannte ‚moralische Buchhaltung' (*moral accounting* oder auch *moral licensing*) als Rebound-Effekt betrachtet werden, wenn die interne Begründung für die verstärkte Nutzung des selben oder eines anderen Produkts in Folge einer ökologischen Verbesserung weniger ökonomischer, sondern primär moralischer Art ist, wobei Sorrell et al. (2020) hier begrifflich zwischen (ökonomischen) Rebound-Effekten und (moralischen) *Spillover*-Effekten unterscheiden. So kann etwa die kurze Fahrt zum Bäcker mit dem Auto mit einem weniger schlechten oder sogar mit einem guten Gewissen verbunden sein, wenn ein Umstieg vom Verbrenner zum Elektroauto erfolgt ist, oder vegetarische Ernährung kann bei der Rechtfertigung einer Flugreise helfen[5].

Wachstumseffekte, die sich häufig mit Rebound-Effekten überlagern und die auf makroökonomischer Ebene empirisch schwer von Rebound-Effekten zu trennen sein können, beschreiben die Veränderung von Nutzungsmustern oder typischen Produkteigenschaften der genutzten Produkte im Kontext allgemeiner Wachstumsdynamiken (de Haan et al. 2015). Hierfür lassen sich von der Häufigkeit und

[4] Ein Produkt kann hier auch eine Dienstleistung oder Energiedienstleistung (wie Autofahren) sein.

[5] Dieses Beispiel zeigt, dass grundsätzlich auch Suffizienzansätze mit Rebound-Effekten einhergehen können, was der zentrale Gegenstand bei Sorrell et al. (2020) ist. Dort werden zudem Zeitnutzungs-Rebounds (*time-use rebounds*) beschrieben, also Rebound-Effekte, die auf mehr (oder weniger) verfügbarer Zeit in Folge der veränderten Nutzung eines Produkts oder einer veränderten sozialen Praktik basieren. Hierbei handelt es sich um Rebound-Effekte, die insbesondere Suffizienz betreffen, da Effizienz und Konsistenz gemäß dem hier zugrunde gelegten Verständnis in der Regel nicht mit veränderten sozialen Praktiken, sondern primär mit der technischen Veränderung der konsumierten Produkte verbunden sind.

Distanz von Urlaubsreisen über die Größe des Wohnraums bis zur Zahl (und den Eigenschaften) elektronischer Geräte oder der Auflösung digitaler Videos[6] geradezu unzählige Beispiele finden. Dabei können sich sowohl die Konsumgewohnheiten und -normen innerhalb bestimmter gesellschaftlicher Milieus und ökonomischer Schichten verschieben als auch verbunden mit Wohlstandszuwächsen die Schichten selbst im Bezug auf ihre Kaufkraft sowie auf die Anteile an der Gesamtbevölkerung. Ein sehr illustratives und im Kontext dieser Arbeit inhaltlich passendes Beispiel für Wachstumseffekte ist die Entwicklung des VW Golfs, also des ‚Archetyps' des Kleinwagens in Deutschland, sowie der Bestandszahlen und der technischen Merkmale der Neuzulassungen, die in Abbildung 1.1 dargestellt sind. Daraus geht anschaulich hervor, dass der VW Golf über die inzwischen acht Generationen hinweg fast ausnahmslos immer größer, d. h. länger (a), breiter und höher (b), immer schwerer (d) und immer stärker motorisiert (b) wurde. Aus Grafik (b) geht zudem hervor, dass der Pkw-Bestand in den vergangenen 30 Jahren um etwa 20 Millionen auf derzeit 48,5 Millionen Pkw zugenommen hat (Kraftfahrt-Bundesamt 2022b, Stand: 1. Januar 2022). Zugleich zeigt sich bei den Pkw-Neuzulassungen insgesamt eine Zunahme der durchschnittlichen Motorleistung sowie des durchschnittlichen Leergewichts auf zuletzt etwa 1650 kg. Das Leergewicht aktueller batterieelektrischer SUVs von BMW, Audi, Mercedes und Volvo liegt zwischen gut 2,4 und gut 2,8 Tonnen, die Motorleistung zwischen 230 und 400 kW[7]. Das entspricht dem 3- bis 3,5-fachen Gewicht des VW Golf der ersten Generation (oder dem mehr als 30-fachen des Körpergewichts einer*eines durchschnittlich schweren Deutschen) und etwa der 5- bis 6-fachen Leistung. Bei dem auffälligen Sprung in den Neuzulassungsdaten im Jahr 2009 handelt es sich übrigens nicht um fehlerhafte Daten, sondern um den sichtbaren Effekt der Umweltprämie, die häufig auch als ‚Abwrackprämie' bezeichnet wurde. Die Zahl der Neuzulassungen war 2009 deutlich höher als 2008 und 2010. Immerhin lag der Durchschnitt des Leergewichts und der Motorleistung in diesem Jahr etwas niedriger als in den benachbarten Jahren. Auffällig ist auch der deutliche Rückgang der Zulassungszahlen seit Beginn der Corona-Pandemie und der gleichzeitige deutliche Ansteig des durchschnittlichen Leergewichts. Hier liegt insofern die Vermutung nahe, dass der Neuwagenverkauf in den niederpreisigeren Segmenten sehr viel stärker eingebrochen ist als bei den größeren und teureren Modellen.

Mit Verlagerungseffekten ist hier gemeint, wenn eine Nachhaltigkeitsstrategie oder -maßnahme zu einer räumlichen, zeitlichen oder ökologischen Problemverschiebung führt bzw. zu einer Kombination räumlicher, zeitlicher und ökologischer Verlagerungen. Technologische Nachhaltigkeitsansätze gehen in der Regel mit einem erhöhten Bedarf an knappen und häufig unter problematischen sozialen und ökologischen Bedingungen gewonnenen Ressourcen und/oder mit einem hohen Flächenbedarf

[6] Während die Auflösung bei einer normalen DVD etwa 704 x 576, also ca. 400.000 Pixel beträgt, sind es bei Full-HD 1920 x 1080, also gut 2 Millionen Pixel, bei Ultra-HD 4K über 8 Millionen und bei Ultra-HD 8K über 33 Millionen Pixel. Wenn gleichzeitig noch die Bildrate von 25 auf 120 Bilder pro Sekunde erhöht wird, entspricht dies dem 400-fachen Informationsgehalt. ‚Bessere' Komprimierungsalgorithmen verhindern zwar, dass dies automatisch mit dem 400-fachen Datenvolumen einhergeht, allerdings erfordern diese auch deutlich mehr Rechenleistung und somit Energieaufwand beim Abspielen.

[7] Quelle: Wikipedia-Artikel zu den Modellen BMW iX, Audi Q8 e-tron, Mercedes-Benz EQS SUV und Volvo EX90, abgerufen am 6.12.2022.

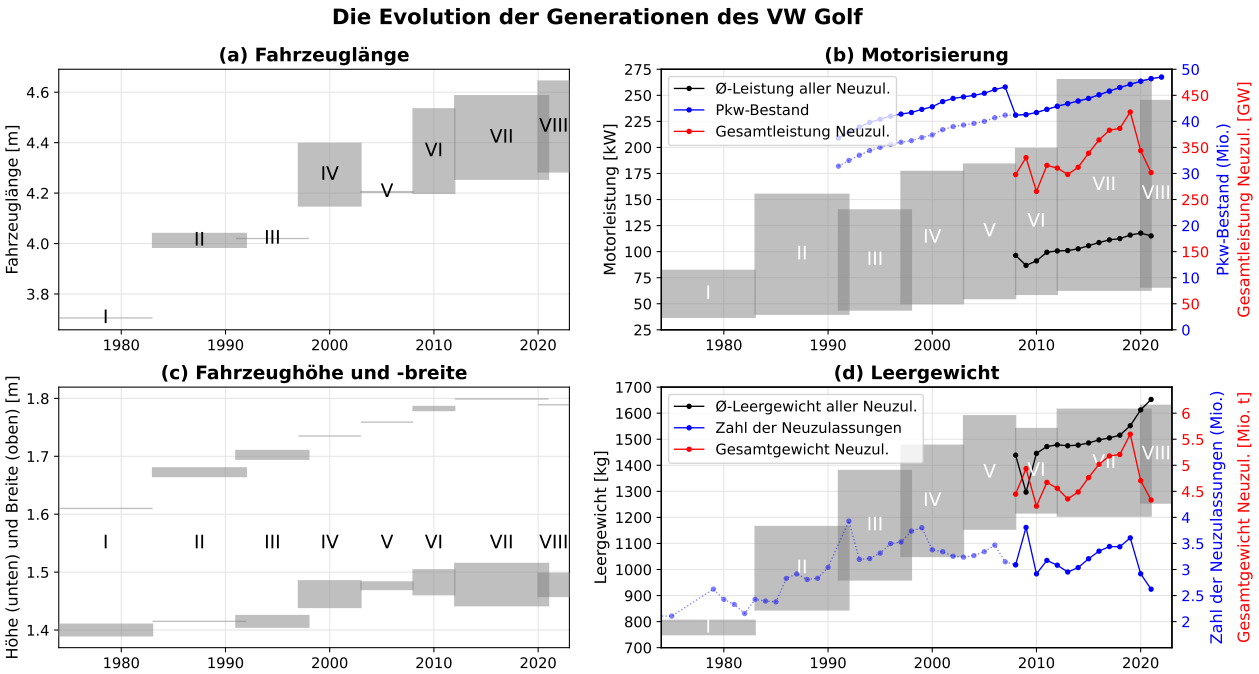


Abbildung 1.1.: Entwicklung der Maße, der Motorisierung und des Gewichts der VW Golf-Generationen I bis VIII und allgemeine Entwicklungen im Pkw-Segment in Deutschland. Jede graue Box symbolisiert in x-Richtung den Zeitraum, in dem die jeweilige Golf-Generation produziert wurde, und in y-Richtung die Spanne des jeweiligen technischen Merkmals innerhalb verschiedener Modellvarianten der jeweiligen Generation. **(a):** Fahrzeuglänge in Metern; **(b):** Motorleistung in Kilowatt. Die schwarze Linie entspricht dem Mittelwert über alle Neuzulassungen basierend auf Daten des Kraftfahrtbundesamtes (KBA), die blaue Linie dem Gesamtbestand an Pkw in Deutschland (blaue y-Achse, rechts) und die rote Linie der Gesamtleistung der jährlichen Pkw-Neuzulassungen (rote y-Achse, rechts). Von 2007 auf 2008 wurde die Zählweise beim Pkw-Bestand geändert. Bei der halbtransparenten blauen Linie wurde die Differenz zwischen 2008 und 2007 abgezogen; **(c):** Fahrzeughöhe (unten) und -breite (oben) in Metern; **(d):** Leergewicht in Kilogramm. Die schwarze Linie entspricht wiederum dem Mittelwert der Neuzulassungen, die blaue Linie der Zahl der jährlichen Neuzulassungen (blaue y-Achse, rechts), die rote Linie dem Gesamtgewicht der jährlichen Neuzulassungen (rote y-Achse, rechts). Datenquellen: technische Merkmale der VW Golf-Generationen: separate Wikipedia-Artikel zu den Golf-Modellen I bis VIII, abgerufen am 11.12.2022; Zahl, Leergewicht und Leistung der Neuzulassungen: Kraftfahrt-Bundesamt (2022a); Pkw-Bestand: Umweltbundesamt (2022a).

einher. So kann beispielsweise Atomenergie allenfalls dann als geeignete Nachhaltigkeitsstrategie erscheinen, wenn das nach wie vor ungelöste Problem der Endlagerung von Atommüll außer Acht gelassen und der Blick ausschließlich auf die (vermeintlich) CO_2-neutrale Energiegewinnung gerichtet wird. Bei den meisten Verlagerungseffekten sind unmittelbar Fragen der Gerechtigkeit berührt, denn die zeitliche, räumliche und ökologische Problemverlagerung geht so gut wie immer auch einher mit einer Verlagerung der Betroffenheit.

Das Beibehalten oder gar ein dauerhaft weiterer Anstieg der pro-Kopf-Energie-, Flächen- und Materialverbräuche im Globalen Norden sowie deren globale Verallgemeinerung ist mit starker Nachhaltigkeit in keiner Weise vereinbar. Die Beweispflicht liegt hier bei der gegenteiligen Behauptung. Während es also die technischen Lösungsansätze – allen voran erneuerbare Energien, Elektrifizierung und Wärmedämmung – unbedingt braucht, besteht die Aufgabe der Suffizienz darin, absolute Verbräuche im Globalen Norden auf ein Maß zu begrenzen, das sozial und ökologisch nachhaltig und global verallgemeinerbar zu erreichen ist. Jede Verbrauchsreduktion erhöht die Chance, den jeweiligen Bedarf auf nachhaltige Weise decken zu können und diesen Zustand möglichst bald zu erreichen. Die Energiewende dagegen in einem Umfeld des steigenden Verbrauchs erreichen zu wollen, ist wie einen Marathon in einer sehr ambitionierten Zeit laufen zu wollen und dabei festzustellen, dass das Ziel sich mit jeder Minute etwas weiter weg bewegt, sodass am Ende nicht ‚nur' 42, sondern vielleicht 52 Kilometer in der ohnehin sehr knappen Zeit geschafft werden müssten.

Neben der Möglichkeit, soziale Gerechtigkeit in den Blick zu nehmen, und der Tendenz, unter den drei Nachhaltigkeitsstrategien am ehesten geeignet zu sein, der Vielfalt und Gleichzeitigkeit diverser sozial-ökologischer Krisen gerecht zu werden, da Suffizienz eher mit *Co-Benefits* als mit Kollateralschäden bzw. Problemverlagerungen einhergeht, kann Suffizienz also Handlungsspielräume eröffnen bzw. vergrößern. Allerdings kann dabei eigentlich nur von Handlungsspielräumen relativ zu einem Szenario ohne Suffizienz die Rede sein, da mit Blick auf die planetaren Grenzen einerseits und die sozialen Untergrenzen andererseits wie im Doughnut-Konzept von Raworth (2012) zusammengeführt kaum noch Handlungsspielräumen bestehen, selbst im Falle weitreichender Einbeziehung von Suffizienz.

1.2. Welche Suffizienz? Suffizienz als politische Nachhaltigkeitsstrategie

Unter Suffizienz wird in dieser Arbeit eine *politische* Nachhaltigkeitsstrategie zur Einhaltung planetarer und sozialer Grenzen verstanden, die unter der Frage nach dem ‚*Genug*' die absoluten Produktions- und Konsumniveaus sowie die konsumierten Produkte und Dienstleistungen und die Bedürfnisse in den Blick nimmt, deren Befriedigung der Konsum dieser Produkte und Dienstleistungen dient, wobei *genug* hier im doppelten Sinne zu verstehen ist: als genug im Sinne von nicht zu wenig, also im Einklang mit sozialen Untergrenzen, und im Sinne von nicht zu viel, also mit ökologischen Obergrenzen vereinbar (vgl. Fischer 2020; Jungell-Michelsson und Heikkurinen 2022; Schneidewind und Zahrnt 2013). Anders als bei Effizienz und Konsistenz geht es also nicht darum, den Konsum und/oder die Produktion von Produkten und Dienstleistungen durch technische Veränderungen weniger umweltschädlich zu machen, sondern Suffizienz zielt auf die Veränderung sozialer Praktiken der Bedürfnisbefriedigung (vgl. Böcker et al. 2022). Dies umfasst sowohl die veränderte Nutzung von Produkten und Dienstleistungen bis hin zum vollständigen Verzicht als auch das damit häufig ein-

hergehende Ausweichen auf alternative Produkte und Dienstleistungen zur Befriedigung der selben Bedürfnisse umfassen. Die sozialen Praktiken, die aus einer Suffizienzperspektive in den Blick genommen werden, sind in hohem Maße geprägt durch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, in die sie eingebettet sind, das heißt durch materielle, institutionelle und mentale Infrastrukturen (Welzer 2011). Das Verständnis von Suffizienz als politischer Nachhaltigkeitsstrategie bedeutet, dass es als Aufgabe (und bestenfalls Ziel) politischen und administrativen Handelns betrachtet wird (bzw. werden sollte), materielle und institutionelle Infrastrukturen so zu designen, dass suffiziente soziale Praktiken durch diese Rahmenbedingungen ermöglicht, erleichtert und gefördert und nicht-suffiziente Praktiken, Produkte und Produktionsweisen erschwert werden (Schneidewind und Zahrnt 2013). So werden suffiziente Lebensstile, zumindest jenseits einer Nische von Suffizienzpionier*innen, hier eher als Folge erfolgreicher suffizienzpolitischer Maßnahmen betrachtet denn als das direkt zu adressierende Ziel von Suffizienz. Wie suffizient oder nicht-suffizient eine soziale Praktik ist, ist dabei immer kontextabhängig und sehr schwer, absolut festzulegen. Vielmehr können suffiziente soziale Praktiken und Lebensstile relativ suffizient gegenüber zuvor ausgeübten Praktiken und Lebensstilen oder auch relativ zu den jeweiligen Rahmenbedingungen sein. Dieser Aspekt ist für die Bewertung bzw. Messbarmachung von Suffizienz durchaus relevant, denn er gilt prinzipiell auch für die Bewertung von Städten hinsichtlich der ‚Statistik der sozialen Praktiken' der Menschen, die in den Städten leben und sich in ihnen bewegen.

Die sozialen Untergrenzen gelten prinzipiell auf allen Ebenen bis zu einzelnen Individuen, wohingegen die Obergrenzen sich zunächst von den planetaren Grenzen ableiten und somit auf globaler, aber nicht notwendigerweise auf individueller Ebene eingehalten werden müssen. In Anbetracht der im vorigen Unterkapitel beschriebenen ökologischen Notwendigkeit von Suffizienz sowie der Asymmetrie zwischen Verursachung und Resilienz einerseits und Exposition und Vulnerabilität andererseits werden aber aus einer konsequenten Suffizienzperspektive im hier erläuterten Sinne unweigerlich auch Fragen der Verteilungsgerechtigkeit aufgeworfen, wodurch die globale Ebene der ökologischen Obergrenzen mit allen darunter liegenden Ebenen verknüpft wird. In diesem Sinne kommt mit Blick auf die *Statistik* der sozialen Praktiken in einer Stadt oder auf einer anderen Betrachtungsebene der *Verteilung* der sozialen Praktiken eine wichtige Bedeutung zu. Der World Inequality Report 2022 (Chancel et al. 2022) macht deutlich, wie extrem unterschiedlich beispielsweise die von den wohlhabendsten 10 Prozent und der ärmeren Hälfte der Bevölkerung verursachten Treibhausgasemissionen sind: innerhalb der Regionen Ostasien, Europa, Nordamerika, Süd- und Südostasien, Russland und Zentralasien, mittlerer Osten und Nordafrika, Lateinamerika und Sub-Sahara-Afrika sind die pro-Kopf-Emissionen der reichsten 10 Prozent zwischen etwa 6- und fast 15-Mal so hoch wie der ärmeren Hälfte der Bevölkerung; global betrachtet ist es sogar fast das 20-fache, wobei das global reichste 1 Prozent pro Kopf wiederum etwa 3,5-Mal so viele Treibhausgasemissionen wie die wohlhabendsten 10 Prozent (ebd.). Vor diesem Hintergrund sollten aus einer Suffizienzperspektive die höchsten Verbräuche in besonderem Maße adressiert werden, während zugleich überprüft werden muss, ob die durchschnittlichen Verbräuche mögliche Unterversorgungen verschleiern.

In der Systematik von Lage (2022), wo unterschiedliche Suffizienzverständnisse auf die implizit jeweils damit verbundene Konzeption von gesellschaftlichem Wandel untersucht werden, entspricht das hier beschriebene Suffizienzverständnis dem Typ 2, das heißt dem Politikansatz (*policy-making approach*). Die dieser Arbeit zugrundeliegende Annahme, dass eine durch politische Entscheidungen und/oder administrative Gestaltung bewirkte Veränderung der materiellen und institutionellen Rahmenbedingungen zu Veränderungen sozialer Praktiken führen bzw. führen können, sofern die verschiedenen Veränderungen konsistent in eine Richtung weisen, geht einher mit der Annahme, dass sich mentale Infrastrukturen, also etwa kulturelle Leitbilder, Normen und Normalitätsvorstellungen, gewissermaßen ko-evolutionär, aber ein Stück weit den Veränderungen materieller und institutioneller Infrastrukturen und sozialer Praktiken folgend, ebenfalls verändern würden. Dabei ist jedoch ganz grundsätzlich die Frage, inwiefern die Veränderung mentaler Infrastrukturen nicht nur als ein begünstigender Faktor, sondern als eine notwendige Voraussetzung für das Zustandekommen entsprechender suffizienzorientierter politischer Entscheidungen und/oder administrativer Maßnahmen betrachtet werden muss, die als Teil einer dezidierten Suffizienzstrategie auf die Veränderung sozialer Praktiken hinwirken. Daher soll, auch wenn es in dieser Arbeit ganz überwiegend um Suffizienz*politik* im Sinne einer gezielten Transformation der infrastrukturellen Rahmenbedingungen sozialer Praktiken geht, an dieser Stelle auf die gleichzeitige Notwendigkeit sozialer Bewegungen und Kämpfe (Typ 3, *social movement approach*) sowie der Erprobung und Verbreitung suffizienter Praktiken und Lebensstile auf individueller Ebene bzw. in gesellschaftlichen Nischen (Typ 1, *bottom-up approach*) hingewiesen werden.

1.3. Warum Indikatoren? Gründe für die Quantifizierung von Suffizienz

Indikatoren sind quantitative und vergleichsweise gut messbare „Anzeiger für Sachverhalte“ (Burzan 2022), die häufig schwer direkt zu messen und komplex sind. Sie können verschiedene Zwecke erfüllen und finden in verschiedensten Kontexten von Wissenschaft über Politik bis zum Unternehmensmanagement Anwendung. Zentrale Aufgaben von Indikatoren sind die Messbarmachung teils schwer messbarer Sachverhalte sowie die Reduktion der Komplexität sowohl der Erfassung des jeweiligen Sachverhalts als auch der Kommunikation darüber Bowen und Riley (2003). Sie können so der Evaluation des Status quo und der Beobachtung der zeitlichen Entwicklung eines Sachverhalts dienen. Auf ihrer Grundlage können Ziele definiert und Fortschritte hinsichtlich dieser Ziele beobachtet werden. Sie ermöglichen außerdem bei ausreichend standardisierten Erhebungsmethoden den Vergleich zwischen verschiedenen geografischen Kontexten, also etwa zwischen verschiedenen Städten oder Ländern. Zudem finden etablierte Indikatoren auch häufig Verwendung im Kontext von Modellszenarien, teilweise als dem Modell vorgegebene Input-Parameter bzw. Randbedingungen und teilweise als die Ergebnisse der Modellierung beschreibende Output-Parameter.

Neben den genannten Funktionen haben Indikatoren aber auch eine performative Dimension: die Entwicklung, Anwendung und Analyse von Indikatoren ist performativ in dem Sinne, dass schon die symbolische Repräsentation bestimmter Sachverhalte durch Indikatoren selbst Auswirkungen auf die gesellschaftliche Wirklichkeit haben kann, unabhängig vom eigentlichen Informationsgehalt der Indikatoren (Hale et al. 2019). Allein durch die Definition von Indikatoren und die Erhebung der entsprechenden Daten erhalten die Aspekte, die von den jeweiligen Indikatoren repräsentiert werden, Sichtbarkeit. Es ist kein Zufall, dass Jan Gehl, eine der großen Ikonen sozial-ökologisch progressiver Stadtplanung, immer wieder damit zitiert wird, dass das Messen dessen, was uns wichtig ist („*measure what we care about*"), ein elementarer Schritt in Richtung einer menschenfreundlicheren (und nebenbei automatisch ökologischeren – man könnte auch sagen: suffizienteren) Stadtplanung ist[8]. Indikatoren können also die unbewusste Wahrnehmung der Welt beeinflussen und das bewusste gewahr Werden von und das Kommunizieren über bestimmte Aspekte dieser Welt ermöglichen bzw. erleichtern. Dabei liegen Indikatoren fast immer implizite normative Annahmen bzw. Setzungen zugrunde, die durch die Verwendung der Indikatoren reproduziert werden: ein wachsendes Bruttoinlandsprodukt ist gut, ein Anstieg der CO_2-Emissionen, der globalen Durchschnittstemperatur oder des Meeresspiegels ist schlecht, ein steigender Anteil der Erneuerbaren an der Energieerzeugung ist gut, ein Rückgang der Zahl der reproduktionsfähigen Nashörner ist schlecht, usw. Coron (2020) untersucht beispielsweise die performative Wirkung eines 2018 von der französischen Regierung eingeführten *equal pay index*, der seitdem jährlich von Unternehmen erhoben und veröffentlicht werden muss.

Mit Blick auf Suffizienz, die im (Mainstream-)Nachhaltigkeitsdiskurs noch weitgehend ein Schattendasein führt, kann die Entwicklung und Anwendung verständlicher und anschlussfähiger Indikatoren also möglicherweise einen bescheidenen Beitrag dazu leisten, nicht nur das Verständnis dessen zu verbessern, was mit Suffizienz gemeint ist und durch Suffizienz adressiert werden kann, sondern zugleich die bisher allzu oft übersehene Möglichkeit von Verbrauchsreduktionen zu erkennen und die Legitimität bzw. Akzeptanz von Suffizienz zu erhöhen.

1.4. Gegenstand und Umfang der Arbeit: Wohnen und Verkehr in europäischen Städten

Wie schon der Titel der Arbeit erkennen lässt, werden für die Entwicklung und Anwendung von Suffizienzindikatoren konkret die Sektoren Verkehr und Wohnen und zwar auf der Ebene von Städten in den Blick genommen. Besonders im Bereich der Energiesuffizienz sind diese Sektoren von zentraler Bedeutung: 2019 entfielen auf die privaten Haushalte ca. 27 Prozent und auf den Verkehr gut 30 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland (AG Energiebilanzen e. V. 2022), aber auch in

[8] Ein Originalzitat dieses Mottos wurde nicht gefunden. Zitiert wird es z. B. bei Herson (2014) und Valdez Young (2018)

den Bereichen Flächen- und Ressourcenverbrauch spielen diese Sektoren eine große Rolle. Sie eignen sich zudem als anschauliche Beispiele für die Entwicklung und Diskussion von Suffizienzindikatoren.

Städte sind aus verschiedenen Gründen eine geeignete und spannende Betrachtungsebene: Sie sind der Lebensraum eines großen Teils der Bevölkerung in Deutschland, in Europa und weltweit. Menschen wohnen, arbeiten und bewegen sich in Städten. Städte stellen also für sehr viele Menschen das unmittelbare Umfeld und die unmittelbare Umwelt im Alltag dar und insofern prägen städtische Infrastrukturen in besonderer Weise die sozialen Praktiken der Menschen, insbesondere in den hier betrachteten Sektoren Mobilität und Wohnen. Es wird angenommen, dass nicht nur zwischen verschiedenen Ländern deutliche Unterschiede mit Blick auf Suffizienz im Verkehr und beim Wohnen bestehen, sondern auch zwischen den Städten innerhalb einzelner Länder. Der Blick auf die sub-nationale Ebene verspricht daher ein differenzierteres Bild und ermöglicht potentiell, Zusammenhänge zu erkennen, die auf nationaler Ebene durch die Aggregation sehr unterschiedlicher Kontexte nicht sichtbar sind. Wenngleich der Gestaltungsspielraum hinsichtlich der materiellen und insbesondere der institutionellen Infrastrukturen auf kommunaler Ebene begrenzt und vielfach durch Rechtsordnungen auf höheren Ebenen geprägt ist, so ist er doch groß genug, sodass innerhalb ein und der selben Stadt und vor dem Hintergrund der selben übergeordneten Rahmenbedingungen sehr unterschiedliche Szenarien mit Blick auf Suffizienz in den Bereichen Mobilität und Wohnen möglich wären.

Um den Umfang der Arbeit zu begrenzen, werden recht enge Sektorgrenzen gezogen. Beim Verkehr wird ausschließlich der innerstädtische Personenverkehr betrachtet. Der Güterverkehr sowie Verkehre außerhalb der Städte sind nicht Gegenstand dieser Arbeit, auch wenn sie ebenfalls von manchen der in den folgenden Kapiteln diskutierten Aspekte betroffen sind. Auch die Beziehungen zwischen Stadt und Umland werden hier nicht explizit adressiert, obwohl diese in vielen Ballungsgebieten sowohl für den Verkehr als auch im Bereich des wohnbedingten Flächen- und Ressourcenverbrauchs durchaus relevant sind. Im Bereich Wohnen wird in dieser Arbeit sehr klar abgegrenzt zwischen dem Wohnen im Sinne der Befriedigung des Grundbedürfnisses nach (angemessenem) Wohnraum (inklusive angemessener Klimatisierung) und allen anderen Verbräuchen und Konsumgütern auf Haushaltsebene, die der Befriedigung anderer Bedürfnisse dienen. Der private Konsum auf Haushaltsebene inklusive dem Konsum von Energie(-dienstleistungen) wird hier als ein eigener, vom Wohnen weitgehend unabhängiger Bereich aufgefasst, da für diesen tendenziell ganz andere institutionelle Rahmenbedingungen ausschlaggebend sind, die zudem überwiegend auf höheren Ebenen als der kommunalen anzusiedeln sind.

Die Begrenzung auf *europäische* Städte hängt einerseits damit zusammen, dass sich für europäische Städte mit den *Cities and greater cities*-Daten vom Statistischen Amt der Europäischen Union (Eurostat) ein recht gut geeigneter Datensatz finden ließ, auf den die zu entwickelnden Indikatoren probeweise angewendet werden können, und so ein breit angelegter Vergleich europäischer Städte mit Blick auf Suffizienz in Mobilität und Verkehr möglich ist. Andererseits wird Suffizienz hier zwar als eine Nachhaltigkeitsstrategie nicht nur im ökologischen, sondern auch im sozialen Sinne verstanden und

bei der Frage nach dem Genug werden auch soziale Untergrenzen mitgedacht, aber der Blick richtet sich in dieser Arbeit dennoch primär auf die Länder des Globalen Nordens, wo die Konsumniveaus in großen Teilen der Bevölkerungen so hoch sind, dass aus einer Suffizienzperspektive hauptsächlich die Reduktion von Verbräuchen anvisiert werden muss.

1.5. Was ist das Ziel der Arbeit? Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse

Während es zahlreiche Nachhaltigkeitsindikatoren und entsprechende Indikatorensets für verschiedene Sektoren und administrative Ebenen gibt, von denen nicht wenige auch mit Suffizienz in Verbindung gebracht werden können, gibt es bisher kaum Ansätze für explizite Suffizienzindikatoren (vgl. Kapitel 2.2.1): In Zimmermann (2018) wird eine umfassende Bewertungsmatrix für Suffizienz im Gebäudebereich entwickelt und damit auf der Mikroebene Pionierarbeit geleistet, in einem unveröffentlichten Hintergrundpapier listen Best et al. (2021) weitgehend unsystematisch einige „Straw Man Proposals“ für „Indikatoren regionaler Nachhaltigkeit aufbauend auf dem Suffizienzansatz“ auf, Bierwirth und Thomas (2019) schätzen in einem Konzeptpapier Suffizienzpotentiale im Wohnsektor basierend auf Indikatoren in den vier Kategorien Raum (*space*), Design und Konstruktion (*design & construction*), Ausstattung (*equipment*) und Nutzung (*use*) und Gynther und Eichhammer (2021) befassen sich auf Basis verfügbarer nationaler Daten zu Wohnfläche und Autoverkehr mit der Messbarkeit und Potentialen von Energiesuffizienz. Insgesamt aber konnten kaum Arbeiten gefunden werden, in denen umfassend und systematisch Suffizienzindikatoren entwickelt und/oder angewendet werden.

Das zentrale Ziel dieser Arbeit ist, einen Beitrag zur Entwicklung einer konsistenten und geeigneten Indikatorik für Suffizienz zu leisten, konkret bezogen auf das Beispiel des im vorigen Abschnitt beschriebenen Gegenstands. Ein wichtiger Zwischenschritt in diese Richtung ist dabei die Erarbeitung eines methodischen Ansatzes zur *systematischen* Entwicklung dezidierter Suffizienzindikatoren. Neben der zentralen Fragestellung nach einem geeigneten Ansatz hierfür soll dieser dann in der Entwicklung möglicher Suffizienzindikatoren für Verkehr und Wohnen auf der Ebene von Städten Anwendung finden. Die Frage nach der ‚Performance‘ verschiedener europäischer Städte mit Blick auf Suffizienz kann sowohl aufgrund des Entwurfscharakters der entwickelten Indikatorensets als auch aufgrund der Limitationen des verwendeten Datensatzes im Rahmen dieser Arbeit nur versuchsweise adressiert und entsprechend vorsichtig beantwortet werden. Hinter diesen konkreten Fragestellungen dieser Arbeit liegt ein allgemeineres Erkenntnisinteresse zur Mess- und Bewertbarkeit von Suffizienz und zu der Frage, ob das Anknüpfen an die durchaus auch kritisch diskutierbare Tendenz der „Quantifizierung des Sozialen“ (Mau 2017) dabei helfen kann, die Rolle von Suffizienz im Nachhaltigkeitskurs und in Nachhaltigkeitspolitik zu stärken, und so ein konstruktiver Beitrag im Sinne einer sozial-ökologischen Transformation sein kann.

2. Methoden

In diesem Kapitel wird das methodische Vorgehen dieser Arbeit erläutert. Dabei werden zunächst in Abschnitt 2.1 verschiedene gängige Indikatorensysteme kurz vorgestellt, aus denen dann ein eigenes, etwas abweichendes Indikatorensystem für diese Arbeit abgeleitet wird. In Abschnitt 2.2 wird beschrieben, wie in dieser Arbeit Indikatoren für Suffizienz in den Bereichen Personenverkehr und Wohnen mit einem Fokus auf die Ebene von Städten entwickelt werden. Da im Rahmen dieser Arbeit nicht nur Suffizienzindikatoren entwickelt, sondern diese auch, soweit auf Grundlage verfügbarer Daten möglich, testweise auf europäische Städte angewendet werden, befasst sich Abschnitt 2.3 mit der Beschreibung des verwendeten Datensatzes, der Datenaufbereitung und schließlich der Datenanalyse.

2.1. Konzeption eines Indikatorensystems

Gemäß der OECD (1993) zeichnet sich ein erfolgreicher bzw. guter Indikator dadurch aus, dass er die Zahl der eigentlich zur exakten Beschreibung des Zustands eines bestimmten Gegenstands notwendigen Maße reduziert und zugleich die Kommunikation über den Gegenstand und dessen Zustand mit Stakeholdern und (Zivil-)Gesellschaft erleichtert. Die Zahl einzelner regelmäßig zu erhebender Variablen und die daraus resultierende Menge an Daten sollte demnach so gering wie möglich sein, während andererseits ein ausreichendes Maß an Komplexität und somit eine ausreichende Zahl geeigneter Indikatoren gewährleistet werden muss, um den Gegenstand angemessen beschreiben zu können (Bowen und Riley 2003). Damit die Entwicklung (und spätere Anwendung) geeigneter Indikatoren erfolgreich sein kann, müssen der Zweck, der Kontext und die Fragen, auf die die Indikatoren Antwort geben sollen, klar definiert werden (ebd.).

Im Rahmen dieser Arbeit sollen Indikatoren bzw. Indikatorensets entwickelt werden, mit deren Hilfe eine quantitative Evaluierung und ggf. ein kontinuierliches Monitoring mit Blick auf Suffizienz möglich ist – und zwar im Kontext europäischer Städte in den Sektoren Personenverkehr und Wohnen. Gemäß dem in Kapitel 1.2 beschriebenen Suffizienzverständnis, das dieser Arbeit zugrunde liegt, ist es sinnvoll und konsequent, im Rahmen der Evaluierung zum Beispiel des Verkehrs in einer Stadt hinsichtlich Suffizienz nicht nur den Zustand, also gewissermaßen die Statistik der jeweils maßgeblichen sozialen Praktiken zu beschreiben, sondern auch die infrastrukturellen Rahmenbedingungen, durch die die entsprechenden sozialen Praktiken geprägt sind. Die zentrale Frage, die mit den in dieser Arbeit entwickelten Indikatoren schließlich beantwortbar sein soll, kann also folgendermaßen formuliert werden: Wie suffizient oder nicht-suffizient ist eine Stadt bzw. welche ungehobenen Suffizienzpotentiale gibt es? Dabei ist „eine Stadt“ hier auf zweierlei Weise zu verstehen: einerseits als die Menschen, die in einer Stadt leben bzw. sich in ihr bewegen, sodass die formulierte Frage in erster

Linie auf die Suffizienz der sozialen Praktiken dieser Menschen abzielt, und andererseits im Sinne einer Verwaltungseinheit mit gestaltbaren physisch-technischen und institutionellen Rahmenbedingungen, die an Suffizienz orientiert sein können oder eben nicht und dementsprechend suffiziente soziale Praktiken mehr oder weniger effektiv fördern oder behindern können.

2.1.1. Indikatorensysteme

Mihyeon Jeon und Amekudzi (2005) unterteilen etablierte Bezugssysteme (*frameworks*) für Nachhaltigkeitsindikatoren in drei Kategorien: (1) zusammenhangbasiert (*linkages-based*), (2) auswirkungsbasiert (*impact-based*) und (3) einflussorientiert (*influence-oriented*). Zusammenhangbasierte Bezugssysteme erfassen demnach in erster Linie die Beziehungen zwischen ursächlichen Faktoren, Folgen und korrigierenden Maßnahmen, auswirkungsbasierte Indikatorensysteme fokussieren auf die verschiedenen ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen und deren jeweiliges Ausmaß, die zusammengenommen die Nachhaltigkeit eines Systems bestimmen, und einflussorientierte Systeme zielen auf die Handlungsmöglichkeiten, die eine verantwortliche Verwaltungsstelle oder Organisation mit Blick auf Maßnahmen, die auf Nachhaltigkeitkeit ausgerichtet sind, hat (ebd.).

Ein weit verbreitetes Beispiel für ein zusammenhangbasiertes System ist das maßgeblich von der OECD (1993) bekannt gemachte *pressure-state-response*-Modell (PSR), das konzeptionell davon ausgeht, dass menschliche Aktivitäten Belastungen (*pressures*) auf die Umwelt ausüben, die den Zustand (*state*) der Umwelt und die natürlichen Ressourcen (einschließlich natürlicher Senken) qualitativ oder quantitativ beeinflussen, was gesellschaftliche Reaktionen (*responses*) auf verschiedensten Ebenen hervorrufen kann, die wiederum dazu führen sollen, dass die Belastung der Umwelt verändert, d.h. bestenfalls reduziert wird. Eine inzwischen noch verbreitetere Erweiterung des PSR-Modells durch die Europäische Kommission und Eurostat (1999), bei der Belastungen in Treiber (*driving forces / drivers*) und Belastungen (*pressures*) und Zustand in Zustand (*state*) und Auswirkung (*impact*) aufgeteilt sind, ist das DPSIR-Modell (*driver-pressures-state-impact-response*), das von den meisten EU-Mitgliedsstaaten, der Europäischen Umweltagentur (EEA) sowie dem Statistischen Amt der Europäischen Union (Eurostat) übernommen wurde (Mihyeon Jeon und Amekudzi 2005).

Ein gängiges Beispiel für ein auswirkungsbasiertes Indikatorensystem ist das auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit ausgerichtete Bezugssystem, das ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen des betrachteten Systems oder Gegenstands in den Blick nimmt (ebd.). Ein inzwischen sehr prominentes Beispiel eines Indikatorensystems, das nach dem Schema von Mihyeon Jeon und Amekudzi (2005) mutmaßlich zu den auswirkungsbasierten Indikatorensystemen gezählt worden wäre, ist das Konzept der Planetaren Grenzen (Rockström et al. 2009), mit dem versucht worden ist und weiterhin wird, geeignete Indikatoren für die Stabilität des globalen Öko- und Klimasystems einschließlich von Grenzwerten zu definieren, die nicht dauerhaft überschritten werden dürfen, um das Risiko potentiell katastrophaler Auswirkungen (*impacts*) gering zu halten.

Bei einflussorientierten Indikatorensystemen kann zwischen drei Ebenen unterschieden werden: auf der Zustandsebene soll der Zustand eines Systems mit Blick auf ein Ziel oder eine Vision erfasst werden, Verhaltensindikatoren beziehen sich auf Akteure und Stakeholder, deren Aktivitäten den Zustand beeinflussen, und operationelle Indikatoren zielen auf die der unmittelbaren Kontrolle einer Verwaltungsstelle oder Organisation unterliegenden Aspekte des jeweiligen Systems ab (Mihyeon Jeon und Amekudzi 2005).

Die Indikatorensysteme dieser drei von Mihyeon Jeon und Amekudzi (2005) vorgestellten Kategorien führen keineswegs zu grundsätzlich verschiedenen Indikatoren und Indikatorensets und schließen einander auch nicht aus. Vielmehr können sie als analytische Perspektive dabei helfen, unterschiedliche Schwerpunkte und Ausrichtungen verschiedener Indikatorensysteme zu identifizieren und bei der Entwicklung neuer Indikatoren bewusste Entscheidungen zu treffen. Mihyeon Jeon und Amekudzi (2005) betonen auch die Wichtigkeit einer angemessenen Balance zwischen Input- bzw. kausalen und Outcome- bzw. Auswirkungsindikatoren. Darin weicht die Bedeutung von „Input“ etwas von der häufig im Kontext von Performance-Indikatoren anzutreffenden Verwendung des Begriffs ab, denn beispielsweise innerhalb des Input-Output-Outcome-Impact-Systems der Weltbank (Segnestam 1999) oder des Input-Output-Result-Impact-Systems der EU-Kommission (Europäische Kommission 2021) wird mit „Input“ primär der Einsatz von Geld, materiellen Ressourcen und Arbeitszeit im Rahmen eines Projekts oder einer Initiative adressiert.

2.1.2. Verwendetes Indikatorensystem: Input- und Output-Indikatoren

Im Rahmen dieser Arbeit geht es den oben formulierten Fragen entsprechend darum, Indikatorensets zu entwickeln, die einerseits den Zustand (*state*) mit Blick auf Suffizienz und andererseits die infrastrukturellen Rahmenbedingungen des Zustandekommens dieses Zustands quantitativ erfassbar machen sollen. Die sozial-ökologischen Auswirkungen (*impacts*) des Zustands werden hier als im wesentlichen nicht direkt relevant betrachtet, da einerseits ohnehin kaum isoliert von sozialen und insbesondere ökologischen Auswirkungen von Suffizienz oder Nicht-Suffizienz gesprochen werden kann, sondern allenfalls von den Auswirkungen eines nachhaltigen bzw. nicht-nachhaltigen Verkehrs- oder Wohnsektors, d.h. inklusive Effizienz und Konsistenz, und da andererseits bereits viele Indikatoren etabliert sind, die solche Auswirkungen adressieren, z. B. CO_2-Emissionen oder Konzentrationen von Luftschadstoffen. Da davon ausgegangen wird, dass die infrastrukturellen Rahmenbedingungen einen kausalen Einfluss auf den Zustand haben, auch wenn dieser teilweise nicht trivial nachzuweisen und nur sehr schwer zu quantifizieren sein kann, werden die entsprechenden Indikatoren hier in Anlehnung an Mihyeon Jeon und Amekudzi (2005) als Input- oder auch als Infrastrukturindikatoren bezeichnet. Dementsprechend werden Indikatoren, die den Zustand beschreiben, als Output-Indikatoren bezeichnet. In einigen wenigen Fällen werden dafür Indikatoren verwendet, die tatsächlich sozial-ökologische Auswirkungen beschreiben und insofern auch als Impact-Indikatoren bezeichnet werden können. Da sie im Rahmen dieser Arbeit nur insofern auftauchen, als sie geeignet oder notwendig

sind, um den Zustand beschreiben zu können, werden Impact-Indikatoren hier als Unterkategorie von Output-Indikatoren betrachtet.

Es ist wichtig anzumerken, dass die Kategorien der Input- und Output-Indikatoren zwar eine Strukturierung und Einordnung ermöglichen sollen, dass aber eine eindeutige Zuordnung eines Indikators als Input- oder Output-Indikator in vielen Fällen nicht möglich ist. Dies gilt insbesondere dadurch, dass sich Suffizienz häufig positiv auf verschiedene ökologische Dimensionen auswirkt, aber dennoch mit Blick auf einzelne Dimensionen betrachtet werden oder darauf ausgerichtet sein kann. Beispielsweise kann ein Indikator, der den Zustand des Verkehrssektors in der Dimension des Flächenverbrauchs beschreibt, der also demnach ein Output-Indikator ist, zugleich als Einflussgröße mit Blick auf den Energieverbrauch des Verkehrssektors, also als Input-Indikator betrachtet werden.

2.2. Entwicklung der Suffizienzindikatoren

2.2.1. Literaturrecherche

Zunächst ergab eine systematische Literaturrecherche via Web of Science nach den Schlagworten „sufficiency“, „indicator*“ und „sustainab*“[1] unter Ausschluss von „self-“(sufficiency) 62 Treffer. Es zeigte sich jedoch, dass in keiner dieser Studien dezidiert Indikatoren zur Messung von Suffizienz entwickelt oder angewendet werden. Auch durch andere Suchanfragen sowie im Bereich der grauen Literatur konnte keine Publikation zu einer dezidierten Suffizienzindikatorik gefunden werden. Profijt (2018) stellt fest, dass es bisher „weder eine Definition noch eine Möglichkeit zur Messung der Mobilitätssuffizienz“ gebe und erarbeitet einen Ansatz zur Messung von Mobilitätssuffizienz auf individueller Ebene. Bierwirth und Thomas (2019) präsentieren einige Indikatoren für Suffizienz im Bereich Wohnen, leiten diese aber nicht her. Insofern gab es für diese Arbeit keine direkte methodische Referenz zur Entwicklung suffizienzspezifischer Indikatoren. Hingegen fanden sich zahlreiche Quellen, in denen allgemeine Nachhaltigkeitsindikatoren für Städte (oder für andere Verwaltungsebenen) aufgelistet, untersucht und diskutiert werden. Darunter befinden sich natürlich auch viele Indikatoren, die mit Suffizienz in Verbindung gebracht und potentiell als Suffizienzindikatoren werden können. Zwar war das Herausfiltern und Sammeln solcher Indikatoren ein guter Einstieg und half dabei, diverser Gesichtspunkte, die im Rahmen einer Suffizienzindikatorik berücksichtigt werden könnten oder sollten, gewahr zu werden, jedoch entstand so zunächst eine recht zufällig wirkende, unstrukturierte Sammlung möglicher Indikatoren. Daher wurde zur Genese einer dezidierten Suffizienzindikatorik bzw. als ein explorativer Schritt in diese Richtung inkrementell ein eigenes Vorgehen entwickelt, das im Folgenden kurz beschrieben und dessen konkrete Ausführung in Kapitel 3 ausführlich dargelegt wird.

[1] Der Suchbegriff „sustainab*“ wurde hinzugefügt, um viele irrelevante Publikationen u.a. aus den Bereichen Biologie und Medizin auszuschließen.

2.2.2. Entwicklung der Indikatorensets

Mit dem Ziel, die verschiedenen Dimensionen von Suffizienz möglichst vollständig zu erfassen, wurden im Rahmen der entwickelten Systematik zunächst auf der Grundlage eigenen Wissens und des in Kapitel 1.2 beschriebenen Suffizienzverständnisses acht bzw. sieben zentrale Aspekte von Suffizienz identifiziert[2], in eine möglichst konsistente und kompakte Form gebracht und in einem Schema zueinander in Beziehung gesetzt (s. Abbildung 3.1 für Verkehr und Abb. 3.2 für Wohnen). Das Ergebnis dieses ersten Schrittes wie auch der weiteren Schritte der entwickelten Methode hat keinen objektiven, zwingenden Charakter, sondern ist als einer unter vielen möglichen konzeptuellen Ansätzen zu verstehen, sich einer Suffizienzindikatorik zu nähern. Zur Entwicklung geeigneter Output-Indikatoren wurden anschließend die fünf zentralen Aspekte, die als physikalische Aspekte bezeichnet und als tendenziell gut mit Hilfe von Indikatoren quantifizierbar betrachtet werden, systematisch auf konkrete Unteraspekte untersucht, für die dann mögliche geeignete Indikatoren gesucht und diskutiert wurden. Für die systematische Herleitung geeigneter Input-Indikatoren wurden von den fünf zentralen physikalischen Aspekten eher abstrakte Suffizienzziele, daraus dann konkretere strategische Ziele und schließlich Strategien abgeleitet. Für diese Strategien wurden dann systematisch Input-Indikatoren entwickelt, mit deren Hilfe sich evaluieren lässt, ob bzw. wie konsequent die jeweilige Strategie verfolgt wird.

2.2.3. Kriterien zur Beurteilung der Eignung von Indikatoren

Unabhängig davon, auf welchem Wege Indikatoren entwickelt werden, gilt es spätestens nach der Sammlung möglicher Indikatoren deren jeweilige Eignung systematisch zu evaluieren. Dafür müssen verschiedene Kriterien herangezogen und betrachtet werden. In der Literatur finden sich verschiedene, aber in vielen Punkten sehr ähnliche Kriterienkataloge zur Evaluierung geeigneter Indikatoren. In Tabelle 2.1 sind die Kriterien aus vier Quellen aufgeführt. Daraus wird ersichtlich, dass zwar die Zahl und genaue Bezeichnung der Kriterien abweicht, insgesamt aber dennoch größtenteils übereinstimmende Eigenschaften angesprochen werden. In dieser Arbeit werden die in Kapitel 3 entwickelten Indikatoren anhand der „RACER“-Kriterien (Europäische Kommission 2021) bewertet. Allerdings handelt es sich dabei nur um eine erste, eher beispielhaft vorgenommene Bewertung. Für eine fundiertere Bewertung wäre einerseits das Anwendungsgebiet der Indikatoren genauer festzulegen und andererseits sollte die Bewertung möglichst nicht durch eine Einzelperson, sondern unter Beteiligung mehrerer Expert*innen und Stakeholder erfolgen.

[2] Bei einem der acht identifizierten zentralen Aspekte handelt es sich um die Kostenintensität der Mobilität bzw. des Wohnens. Dieser Aspekt wird hier nicht als eindeutig unter Suffizienz zu fassen, aber auch nicht als eindeutig nicht dazugehörend betrachtet.

Tabelle 2.1.: Kriterien zur Bewertung von Indikatoren gemäß verschiedenen Quellen

Kriterienkatalog, Kriterium	**Quelle(n)**, Erläuterung oder zu bewertende Aussage
RACER-Kriterien	**Europäische Kommission (2021, S. 362)**
relevant (*relevant*)	enge Verknüpfung mit definiertem Ziel / zu beobachtendem Aspekt
akzeptiert (*accepted*)	Akzeptanz unter Expert*innen und Stakeholdern
glaubwürdig (*credible*)	Glaubwürdigkeit, Eindeutigkeit und einfache Interpretation
einfach zu messen (*easy to monitor*)	Erhebung mit geringen finanziellen und personellen Ressourcen
robust (*robust*)	Robustheit gegenüber Manipulation
(Alonso et al. 2015)	**Alonso et al. (2015, S. 583)**
Zielrelevanz (*target relevance*)	klarer Bezug zu einem Aspekt des Gegenstands
Validität (*validity*)	Angemessenheit für das, was gemessen werden soll
Transparenz (*transparency*)	leichte Verständlichkeit
Sensitivität (*sensitivity*)	Veränderungen im Bezug auf den Gegenstand werden gut erfasst
Eindeutigkeit (*unambiguous*)	kein Interpretationsspielraum bzw. -bedarf
Datenqualität	Daten müssen verfügbar bzw. messbar und zuverlässig sein
(SDG-Indikatoren)	**Jossin et al. (2020, S. 26ff.)**
Validität	„Der Indikator [...] bildet das [...] Teilziel inhaltlich zutreffend ab.“
Datenverfügbarkeit	„Die benötigten Daten sind zentral [...] verfügbar und werden regelmäßig [...] erhoben. Sie sind ohne größeren Aufwand zu beschaffen [...]. Zudem existiert ein zentrales Datenerhebungskonzept, sodass Daten aus verschiedenen lokalen Quellen einheitlich sind.“
Datenqualität	„Die ausgewählten Daten ‚messen‘ den jeweiligen Indikator genau und verlässlich. Sie sind vollständig oder repräsentativ und werden nicht durch Messfehler verzerrt.“
	Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

2.3. Testweise Anwendung der Suffizienzindikatoren

Von einer testweisen Anwendung der in dieser Arbeit entwickelten Suffizienzindikatoren kann insofern nur bedingt gesprochen werden, weil dieser Versuch von vornherein durch die Verfügbarkeit geeigneter Daten limitiert ist. Es handelt sich also eher um den Versuch, die entwickelten Indikatoren so gut wie möglich auf vorhandene Daten zu übertragen und anhand dieser einen Vergleich europäischer Städte mit Blick auf Suffizienz in den Sektoren Wohnen und Verkehr anzustellen.

	Fortsetzung von Tabelle 2.1
Kriterienkatalog, Kriterium	**Quelle(n)**, Erläuterung oder zu bewertende Aussage
(Energie-Effizienz-Indikatoren)	**Diekmann et al. (2013, S. 121f.)**
Datenverfügbarkeit	„Die erforderlichen Daten sollen [...] leicht verfügbar sein oder mit möglichst geringem Aufwand [...] erhoben werden können.“
Datenqualität	„hohe Datengüte bzw. möglichst geringe stochastische Streuungen oder systematische Verzerrungen“
Aktualisierbarkeit	„Die [...] zugrundeliegenden Daten sollen ohne großen Aufwand regelmäßig fortgeschrieben werden können. Hierbei werden in der Regel vollständige Zeitreihen mit Jahresdaten angestrebt.“
Vergleichbarkeit	„sachlich, zeitlich bzw. räumlich vergleichbar“
Verständlichkeit	Ind. „sollten so formuliert werden, daß sie leicht verständlich sind und [...] Ergebnisse leicht vermittelt werden können.“
Konsistenz	Indikatoren sollen „konsistent formuliert und quantifiziert werden. Datenbasis und methodische Ansätze sollen widerspruchsfrei sein.“
Überprüfbarkeit	„Die Ergebnisse [...] müssen grundsätzlich überprüfbar sein. Dies gilt sowohl für die verwendete Datenbasis als auch für die Berechnungsmethoden.“
Analytische Fundierung	„Indikatorensysteme sollen hinsichtlich der Auswahl und Systematik von Indikatoren sowie der Spezifizierung der einzelnen Indikatoren analytisch fundiert sein.“
Problemrelevanz	Indikatoren sollen „speziell mit Blick auf die wesentlichen Fragestellungen ausgewählt und konkretisiert werden.“

2.3.1. Verwendete Daten

Für den Vergleich europäischer Städte in Bezug auf Suffizienz wurde ein geeigneter, frei zugänglicher Datensatz gesucht, in dem für den Forschungsgegenstand geeignete Größen mindestens für einige Städte aus verschiedenen europäischen Ländern zusammengetragen sind. Der geeignetste Datensatz, der hier gefunden werden konnte, wird vom Statistischem Amt der Europäischen Union, Eurostat, bereitgestellt. Gemeinsam mit der Generaldirektion für Regionalpolitik und Stadtentwicklung der EU-Kommission und den nationalen Statistikbehörden erhebt und sammelt Eurostat eine Reihe von Daten zu verschiedenen Aspekten des städtischen Lebens bzw. städtischer Lebensqualität. Die Datenverfügbarkeit variiert je nach Thema und Jahr sowie je nach Land und teilweise auch innerhalb einzelner Länder stark, da die Städtedaten auf freiwilliger Basis erhoben werden. Die *City statistics*-Datenbank ist untergliedert in zwei weitgehend die gleichen Datensätze umfassenden geografische Ebenen: *Cities and greater cities* sowie *Functional urban areas*, die die *Commuting zone*, also den

Einzugsbereich von Pendler*innen, einschließen[3]. In dieser Arbeit werden aufgrund der besseren Datenlage lediglich die *Cities and greater cities*-Datensätze verwendet.

Von den verfügbaren Datensätzen[4] werden für diese Arbeit in erster Linie die Datensätze *Transport* für den Verkehrssektor und *Living conditions* für den Bereich Wohnen verwendet. Zudem werden Bevölkerungsdaten (*Population on 1 January by age groups and sex*) zur Gewichtung einzelner Indikatoren herangezogen. Des weiteren enthält der *Environment*-Datensatz einige wenige für Suffizienz relevante Indikatoren (etwa den Flächenanteil der Verkehrsinfrastruktur oder den Anteil der Bevölkerung, der einem bestimmten Ausmaß an Verkehrslärm ausgesetzt ist), die aber nur so unvollständig vorliegen, dass dieser Datensatz in dieser Arbeit letztlich nicht verwendet wird. Tabellen mit allen in den Datensätzen *Transport* und *Living conditions* enthaltenen Indikatoren sind im Appendix zu finden (Tabelle B.1 und B.2).

2.3.2. Datenqualität und -aufbereitung

Die verwendeten Datensätze umfassen jeweils gut 900 geografische Entitäten, davon 30 Staaten und etwa 870 Städte, und die Jahre von 1989 bis 2022. Da für die Jahre 2021 und 2022 aber noch praktisch keine Daten vorliegen, werden in dieser Arbeit die Jahre von 1990 bis 2020 betrachtet, wobei die Datenverfügbarkeit von 1990 bis 2000 noch so gering ist, dass im Wesentlichen der Zeitraum von 2001 bis 2020 Beachtung findet. Die nationalen Daten innerhalb der *City statistics*-Datensätze werden hier nicht betrachtet. Da die einzelnen Datensätze der *City statistics*-Datenbank zwar jeweils etwa die gleiche und zum Teil auch die selbe Zahl geografischer Entitäten umfassen, jedoch aus kaum nachvollziehbaren Gründen nicht genau die selben Städte und Länder, war es zunächst notwendig, die Datensätze in eine einheitliche Form, d.h. die selben Städte umfassend, zu überführen.

Zwar enthalten die Metadaten zur *City statistics*-Datenbank Abschnitte zu Qualitätsmanagement und Datenvalidierung (Eurostat 2022, Abschnitte 11 und 18.4)[5], jedoch wurden zum Teil bei einer systematischen Untersuchung der Daten auf Plausibilität und zum Teil im Zuge der Datenauswertung einige Probleme offenkundig. Die Datensätze *Transport* und *Living conditions* enthalten zum Einen offensichtliche Fehler, unplausible Sprünge in der zeitlichen Entwicklung und Inkonsistenzen etwa zwischen miteinander verwandten Indikatoren, zum Anderen ist generell fraglich, inwieweit die Daten städte- und länderspezifisch auf so unterschiedliche Weise erfasst werden, dass Vergleiche auf europäischer Ebene zumindest mit einiger Vorsicht interpretiert werden sollten.

Der Umgang mit offensichtlichen Fehlern wie etwa Modal Share-Werten über 100 Prozent oder ein mittleres Haushaltseinkommen von mehreren Hunderttausend oder gar Millionen Euro ist vergleichs-

[3] Zur genaueren Definition von *cities*, *greater cities* und *functional urban areas* siehe Appendix A.1

[4] *Population on 1 January by age groups and sex; Population structure; Population by citizenship and country of birth; Fertility and mortality; Living conditions; Education; Culture and tourism* (nur bei *Cities and greater cities*); *Labour market; Economy and finance* (nur bei *Cities and greater cities*); *Transport; Environment*

[5] In Abschnitt 18.4 werden diverse *checks* aufgelistet, die vor Veröffentlichung der Daten durchgeführt würden. Die Liste der *checks* ist auch zu finden in Appendix A.2

weise einfach: Diese Daten werden maskiert und finden keine weitere Berücksichtigung. Schwieriger ist es, in weniger eindeutigen Fällen eine Plausibilitätsgrenze festzulegen. Hierbei erscheint einerseits eine eher konservative Herangehensweise sinnvoll, d.h. fragwürdige Daten im Zweifelsfall eher unberücksichtigt zu lassen. Andererseits besteht gerade bei einer fälschlichen Filterung besonders hoher oder niedriger Werte die Gefahr einer Verzerrung im Ergebnis. Im Folgenden werden einige Indikatoren und Fälle unplausibler Daten exemplarisch näher beleuchtet.

Modal Split bzw. Modal Share

Im *Transport*-Datensatz gibt es sechs Indikatoren, die hier als Annäherung für den Modal Split bzw. für die Modal Shares der Modi Auto, ÖPNV, Motorrad, Fahrrad, Fuß und MIV aufgefasst werden: *Share of journeys to work by (1) car, (2) public transport*, (3) *motor cycle*, (4) *bicycle*, (5) *foot*, (6) *car or motor cycle*, jeweils in Prozent. Neben dem Herausfiltern einzelner Werte über 100 Prozent wird angenommen, dass der Modal Share des MIV (*car or motor cycle*) der Summe der Modal Shares von Auto und Motorrad entsprechen sollte (sofern alle drei Werte vorliegen) und dass sich die Modal Shares von Auto, ÖPNV, Motorrad, Fahrrad und Fuß ((1) bis (5)) bzw. die Modal Shares von ÖPNV, Fahrrad, Fuß und MIV ((2), (4), (5) und (6)) zu 100 Prozent summieren sollten. Für dieses Kriterium wird aber eine Toleranz von +/- 3 Prozent zugelassen. Weiter wird angenommen, dass es nicht plausibel ist, wenn Daten für einzelne, aber nicht für alle Modi vorliegen. Eine Ausnahme bilden hierbei die Modi Auto, Motorrad und MIV. Hier wird gefordert, dass entweder der MIV-Wert oder die Werte für Auto und Motorrad vorliegen, aber nicht notwendigerweise alle drei.

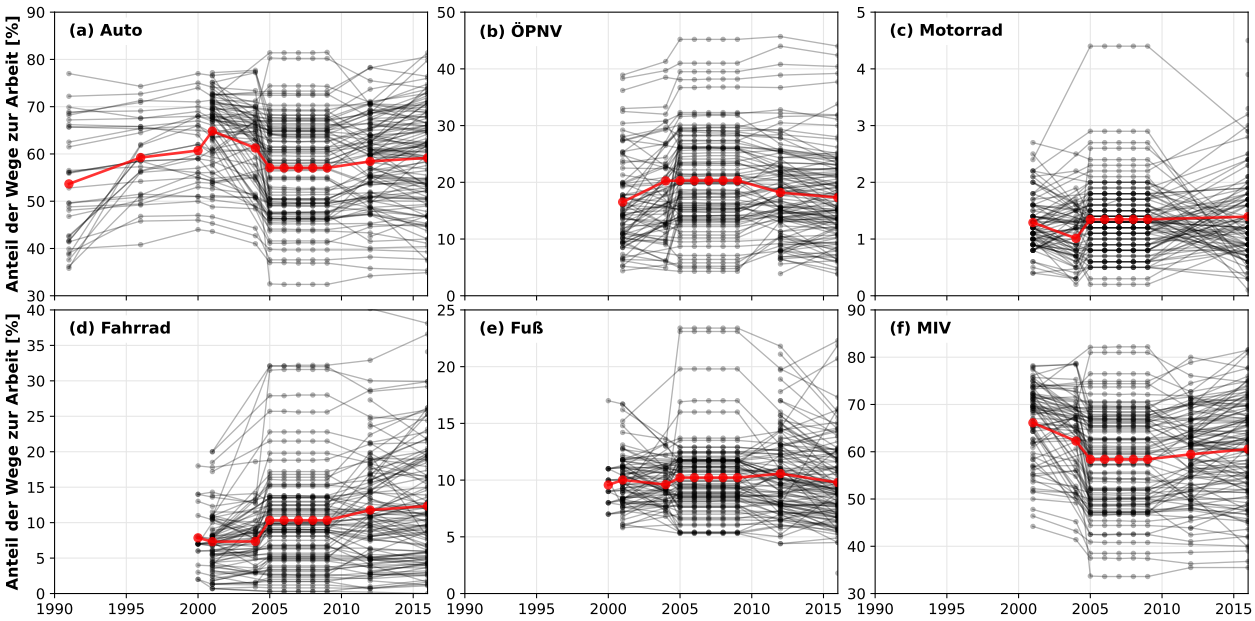


Abbildung 2.1.: Zeitlicher Verlauf der sechs Modal Share-Indikatoren (Anteil der Wege zur Arbeit) in den 127 deutschen Städten (schwarze Linien) und des jeweiligen ungewichteten Mittelwerts aller deutschen Städte (rote Linien).

In Abbildung 2.1 ist exemplarisch der zeitliche Verlauf aller ungefilterten Modal Share-Daten deutscher Städte dargestellt. Hieraus werden einige Probleme mit Blick auf die Datenqualität deutlich: vor 2000 liegen nur Daten für den Anteil des Autoverkehrs vor, von 2005 bis 2009 sind in allen Städten konstante Werte angegeben und im Kontrast dazu zeigen sich im zeitlichen Verlauf in vielen Städten und bei allen sechs Modal Share-Indikatoren massive Sprünge zwischen benachbarten Werten. In der Konsequenz werden für die 127 deutschen Städte die Jahre 2005 bis 2009 komplett herausgefiltert, da bei aller fragwürdigen Variabilität der übrigen Daten identische Werte in fünf aufeinander folgenden Jahren offensichtlich ein Artefakt sind. Die hohe Variabilität der Werte in den einzelnen Städten legt nahe, dass die Modal Share-Daten zumindest in den deutschen Städten einer recht großen Ungenauigkeit unterliegen. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass die Modal Share-Indikatoren generell

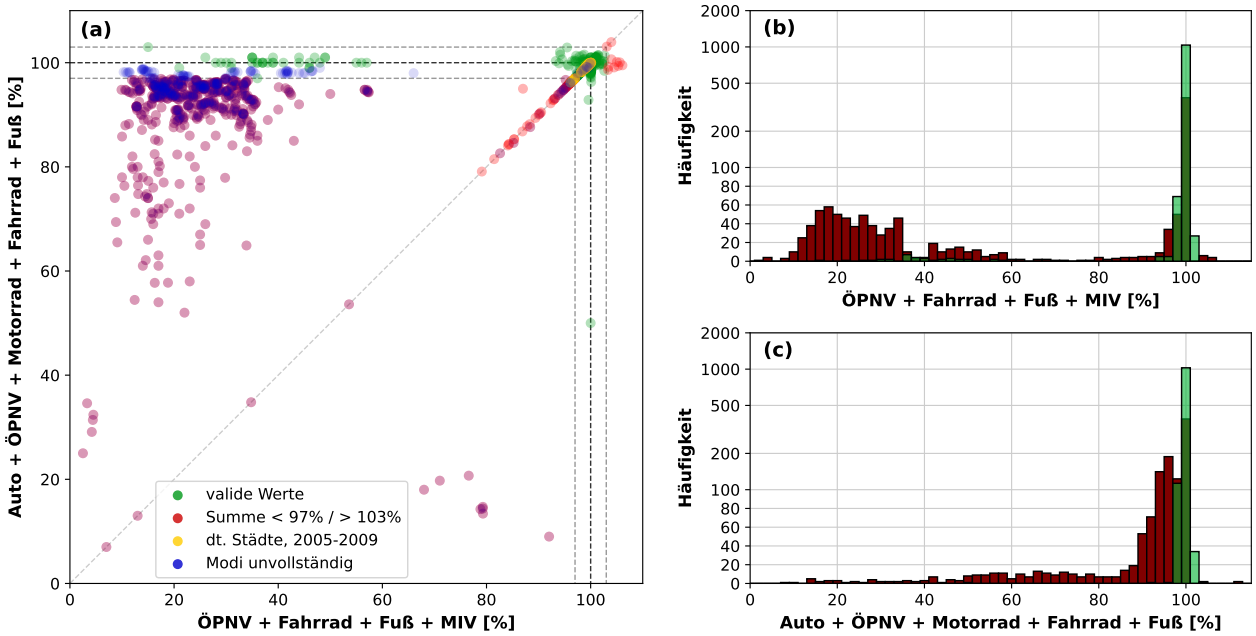


Abbildung 2.2.: **(a)** Summe der Modal Shares der verschiedenen Modi mit Auto und Motorrad einzeln vs. mit Auto und Motorrad unter MIV zusammengefasst. Grüne Punkte repräsentieren valide Daten, alle anderen werden nach einem der folgenden Kriterien gefiltert: Die Summe der Modal Share-Werte weicht um mehr als 3 Prozent von 100 Prozent ab (rot); zu mindestens einem Modus liegen keine Daten vor (blau); deutsche Städte in den Jahren 2005-2009 (gelb). Einige Punkte erscheinen aufgrund der Halbtransparenz der Punkte violett, wenn sowohl Summen- als auch Vollständigkeitskriterium nicht erfüllt sind. Wenn sowohl die Modal Shares von Auto und Motorrad als auch vom MIV vorliegen, sollten die Datenpunkte auf der diagonalen gestrichelten Linie liegen. Die horizontalen und vertikalen gestrichelten Linien markieren den Sollwert von 100 Prozent sowie das Toleranzintervall von +/- 3 Prozent. **(b)** und **(c)** Histogramme der auf die zwei beschriebenen Weisen berechneten Summen der Modal Shares. Rote Balken repräsentieren abgelehnte Werte, grüne Balken repräsentieren valide Werte. Zu beachten ist die semilogarithmische Skala auf der y-Achse in den beiden Histogrammen: Von 0 bis 100 ist die Skala linear, ab 100 ist die Skala logarithmisch.

vergleichsweise aufwendig und nur schwer mit hoher Genauigkeit zu erfassen sind. Abbildung 2.2 veranschaulicht die Filterung der Modal Share-Daten aufgrund der verschiedenen Kriterien (links) und zeigt die Häufigkeitsverteilung der gefilterten und als valide eingestuften Daten (rechts).

Radwegenetz

Bei der Länge des Radwegenetzes fiel auf, dass diese in niederländischen Städten insbesondere relativ zur Einwohnerzahl oder Stadtfläche um mehr als eine Größenordnung höher angegeben ist als in allen anderen Ländern und zudem von 2019 auf 2020 kometenhafte Wachstumsraten aufweist. Zwar erscheint es nicht überraschend, dass die Niederlande als eines der fahrradfreundlichsten Länder der Welt über vergleichsweise umfassende städtische Radwegenetze verfügen, aber das Ausmaß des Vorsprungs vor anderen Ländern und die Verfielfachung von 2019 auf 2020 boten Anlass für eine kurze Recherche zur Überprüfung der angegebenen Werte. Dabei wurde schnell deutlich, dass die Eurostat-Daten in diesem Fall als nicht glaubhaft eingestuft werden müssen. In Amsterdam beispielsweise betrug 2019 die Länge des Radwegenetzes laut Eurostat-Daten 2.026 km und 2020 sogar 5.553 km, wohingegen andere Quellen die Länge des Radwegenetzes 2020 auf etwa 515 km bezifferten (AmsterdamTips.com 2020; I amsterdam o. J.). Aus diesem Grund können die Radwegenetzdaten der niederländischen Städte hier leider nicht berücksichtigt werden.

Autobesitzrate

Da die Zahl der zugelassenen Autos sowie die Zahl der Einwohner*innen und somit auch die Autobesitzrate in den meisten europäischen Städten kontinuierlich erfasst werden und recht genau bekannt sein dürfte, weist dieser Indikator eine vergleichsweise gute Datenlage und -qualität auf. Allerdings zeigen sich auch hier vereinzelt unplausibel hohe oder niedrige Werte sowie als fehlerhaft – und zwar nicht in einem normativen Sinn, sondern mit Blick auf die Korrektheit der Daten – einzuordnende zeitliche Entwicklungen. In Abbildung 2.3 ist die Häufigkeitsverteilung (links) der ungefilterten Autobesitzrate zu sehen sowie (rechts) die zeitliche Entwicklung in einigen ausgewählten Städten, die Auffälligkeiten aufweisen. Bemerkenswert sind hier insbesondere die beiden norditalienischen Städte Trient (Trento) und Bozen (Bolzano). Bis 2011 weisen diese eine relativ konstante Autobesitzrate von 570 bis 600 bzw. etwa 530 Autos pro 1.000 Einwohner*innen auf. Dann zeigen beide Städte einen steilen, mehr oder weniger linearen Anstieg auf etwa 2.500 (!) im Jahr 2017, woraufhin der Wert in Bozen bis 2020 wieder auf knapp unter 2.000 sinkt und in Trient bis auf 3.500 Autos pro 1.000 Einwohner*innen weiter ansteigt. Ob der extreme Anstieg und die extrem hohen Werte mit einem realen Phänomen zusammenhängen oder schlichtweg fehlerhaft sind, kann hier nicht geklärt werden. Da aber nicht davon auszugehen ist, dass die Menschen in Trient und Bozen im Durchschnitt zwei bis vier Autos pro Kopf besitzen, werden die hohen Werte als im Sinne dieser Arbeit fehlerhaft gewertet.

Basierend auf der Häufigkeitsverteilung der Autobesitzrate wird zudem eine untere und eine obere Plausibilitätsgrenze von 100 bzw. 900 Autos pro 1.000 Einwohner*innen festgelegt.

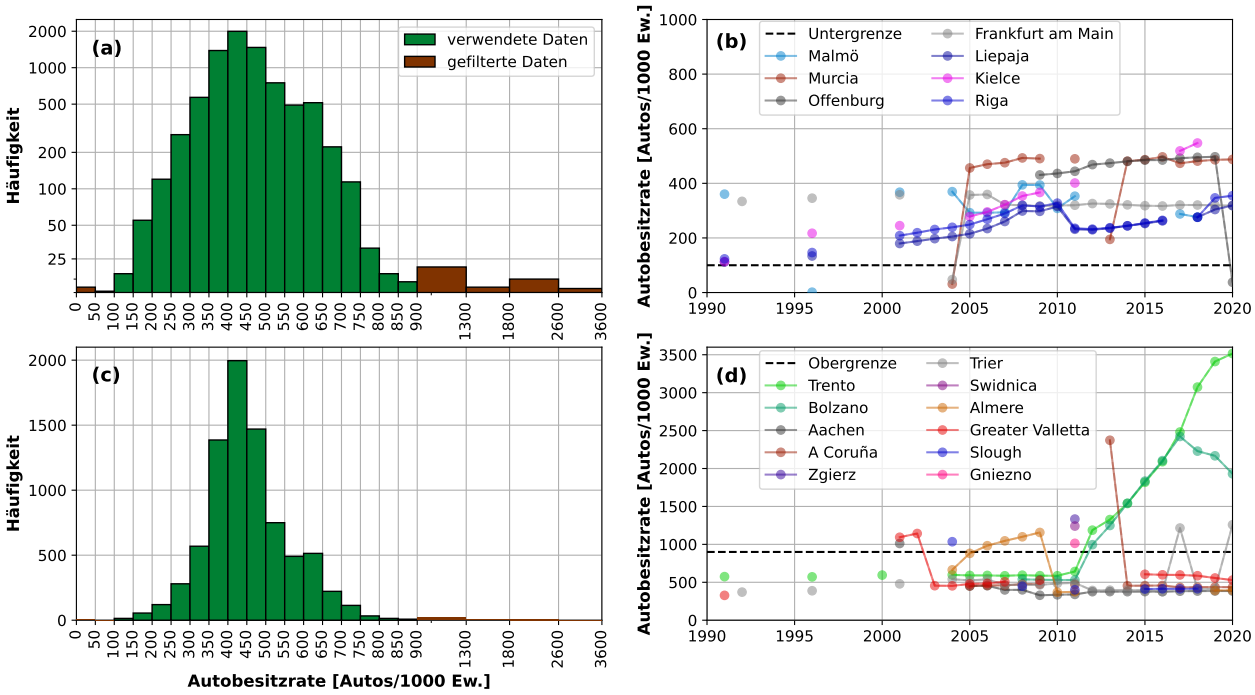


Abbildung 2.3.: **(a)** und **(c):** Histogramme der ungefilterten Autobesitzrate, in (a) mit semi-logarithmischer y-Achse (0 bis 100 linear, darüber logarithmisch), in (c) mit linearer y-Skala. Beide x-Achsen sind bis 1000 linear und ab 1000 logarithmisch. Zu beachten ist, dass die Breite der Balken ab 900 wesentlich größer ist als von 0 bis 900, wodurch in die darüberliegenden Intervalle vergleichsweise mehr Werte fallen. **(b)** und **(d):** Zeitlicher Verlauf der Autobesitzrate in ausgewählten Städten zur Veranschaulichung diverser mutmaßlicher Artefakte in den Daten. Die gestrichelten horizontalen Linien markieren jeweils den Wert, unterhalb dessen in (b) bzw. oberhalb dessen in (d) Werte gefiltert werden.

2.3.3. Datenvollständigkeit und Farbkodierung

Nach eingänglichem Herausfiltern aller Städte der Türkei, Luxemburgs und Islands, da die Städte dieser Länder zwar in den verwendeten Datensätzen vorkommen, von denen aber kaum oder gar keine Daten vorliegen, verbleiben Städte aus 29 Ländern. Für die Städte dieser 29 Länder wird die Datenvollständigkeit der jeweils für diese Arbeit relevantesten sechs Variablen für die Bereiche Verkehr und Wohnen untersucht. Dabei handelt es sich zum Teil um in der Form verwendete Indikatoren wie etwa den Modal Share des ÖPNV oder die Länge des Arbeitsweges und zum Teil um Variablen wie die Länge des Radwegenetzes, den Preis eines ÖPNV-Monatstickets, die Zahl der zugelassenen Autos und die Zahl der tödlichen Verkehrsunfälle, die als Grundlage für verwendete Indikatoren dienen, aber noch mit anderen Variablen wie etwa der Bevölkerung, der Fläche oder dem mittleren Haushaltseinkommen kombiniert werden.

Abbildung C.2 zeigt die über die je sechs Variablen aus den Sektoren Verkehr und Wohnen und über alle Städte der einzelnen Länder gemittelte Vollständigkeit der vorhandenen Daten, aufgeschlüsselt nach Ländern. Als Konsequenz dieser Untersuchung der Datenvollständigkeit werden die Daten der sieben in Abbildung C.2 rot markierten Länder nicht oder nur unter *sonstige* zusammengefasst betrachtet. Obwohl es sich dabei um rund ein Viertel der 29 Länder handelt, betrifft dies nur etwa 7 Prozent der 848 Städte, da es sich um überwiegend kleine Länder handelt (insbesondere Zypern und Malta, die ohnehin mit nur je einer Stadt im Datensatz vorkommen). Aufgrund der geringen Datenvollständigkeit in diesen Ländern werden weniger als 3 Prozent der vorhandenen Daten ignoriert bzw. unter *sonstige* zusammengefasst.

In Abbildung 2.4 ist für die selben je sechs Indikatoren aus den Bereichen Verkehr und Wohnen ein Histogramm dargestellt, aus dem hervorgeht, für wie viele Städte die jeweils aktuellsten Daten der sechs Indikatoren aus einem bestimmten Jahr stammen. So ist darin beispielsweise zu sehen, dass sich die Daten zum Modal Split (bzw. zu den einzelnen Modal Shares der verschiedenen Modi) für die meisten Städte auf das Jahr 2011 beziehen, wohingegen die aktuellsten Daten zur Autobesitzrate größtenteils aus den Jahren 2018 und 2020 stammen.

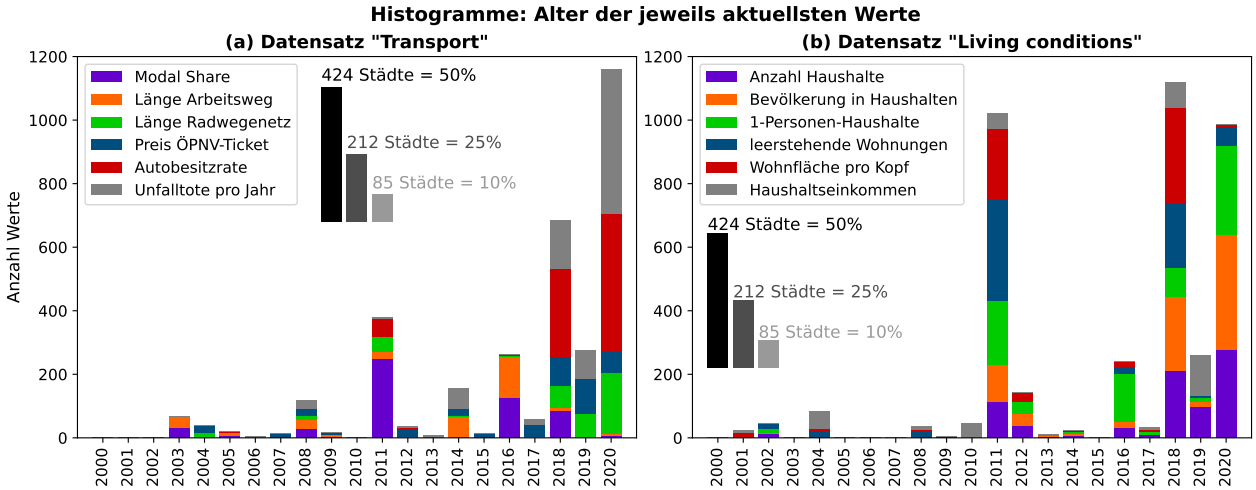


Abbildung 2.4.: Histogramme der Jahre, aus denen die jeweils aktuellsten Daten von je sechs relevanten Indikatoren der Sektoren Verkehr (a) und Wohnen (b) stammen. Hat ein einfarbiges Balkensegment in einem Jahr eine ‚Länge' von 424 Werten, bedeutet dies, dass der aktuellste Wert für den entsprechenden Indikator für die Hälfte der 848 Städte aus diesem Jahr stammt. Die beschrifteten schwarzen bzw. grauen Balken dienen hierfür als Legende.

Abbildung 2.5 zeigt für die selben je sechs Indikatoren die relative Vollständigkeit nach Jahren an. Ein Wert von 100 Prozent würde bedeuten, dass für das entsprechende Jahr aus jeder der 848 Städte ein Wert für jeden der sechs Indikatoren vorliegt. Daraus geht beispielsweise hervor, dass für die Autobesitzrate seit 2004 in den meisten Jahren aus mindestens rund 50 Prozent der Städte Daten vorliegen, wohingegen die Vollständigkeit der Modal Split-Daten lediglich 2011 in die Nähe von 50 Prozent kommt und sonst immer darunter liegt.

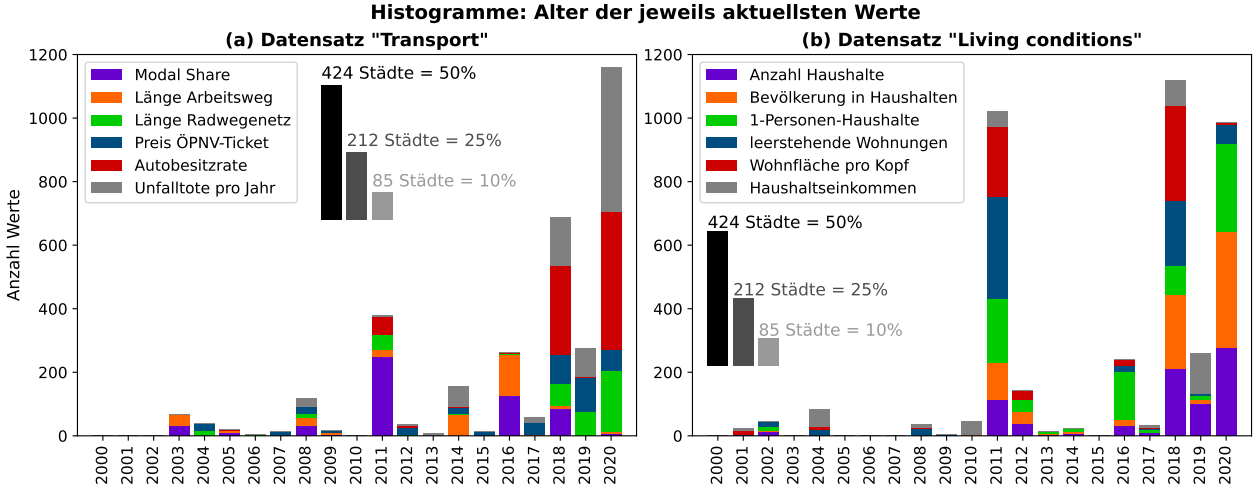


Abbildung 2.5.: Balkendiagramme der relativen Vollständigkeit pro Jahr bezogen auf je sechs relevante Indikatoren der Sektoren Verkehr (a) und Wohnen (b). Wenn ein einfarbiges Balkensegment in einem Jahr eine ‚Höhe' von 16,7% (also einem Sechstel von 100%) hat, liegt für den entsprechenden Indikator in diesem Jahr aus jeder der 848 Städte ein Wert vor. Die beschrifteten schwarzen bzw. grauen Balken dienen hierfür als Legende.

Abbildung 2.6 zeigt für alle betrachteten Länder die Gesamtbevölkerung sowie jeweils die Summe der in den im Datensatz enthaltenen Städten lebenden Menschen. Zusammengenommen haben die 848 (bzw. 787) betrachteten Städten eine Bevölkerung von etwa 212 (bzw. 195) Millionen Menschen. Das entspricht rund 40 Prozent (41 Prozent) der 525 (bzw. 475) Millionen Menschen, die insgesamt in den betrachteten Ländern leben.

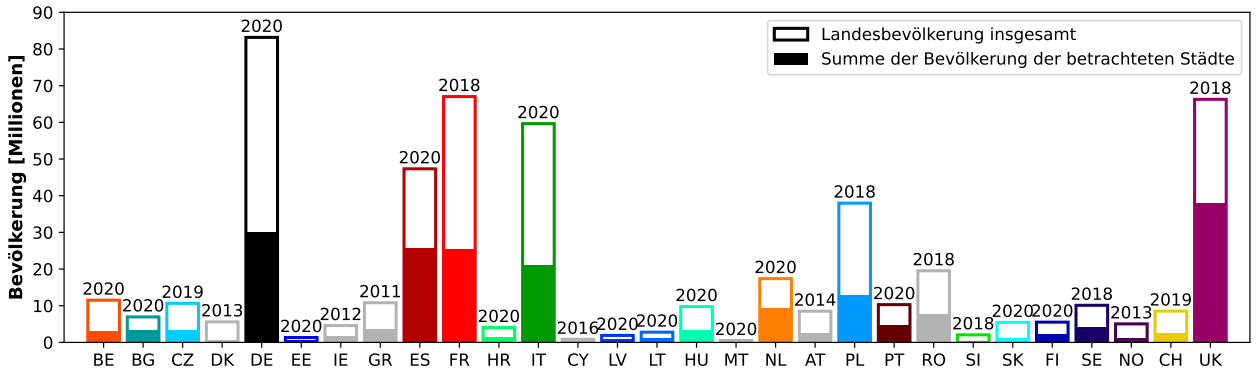


Abbildung 2.6.: Gesamtbevölkerung (hohle Balken) sowie Summe der in den im Datensatz enthaltenen Städten lebenden Menschen (ausgefüllte Balken). Die Zahl über den Balken steht für das jeweils aktuellste Jahr, für das Bevölkerungsdaten im jeweiligen Land bzw. den Städten des jeweiligen Landes vorliegen.

Abbildung 2.7 zeigt die Farbkodierung der Länder (Farbskala und Kartendarstellung rechts) sowie eine Beispielgrafik (links), in der die Farbkodierung in ähnlicher Weise wie in den folgenden Kapiteln zur Anwendung kommt. Da es kaum möglich ist, 22 bzw. 23 Farben zu definieren, die sich vor

weißem Hintergrund gut abheben und zugleich voneinander gut zu unterscheiden wären, wird ein Farbschema verwendet, das zwar nicht in jedem Fall eine zuverlässige Zuordnung von Datenpunkten oder Linien zu einem Land ermöglicht, aber doch zumindest zu einer Region. Deutschland wird mit schwarz kodiert und nimmt im Farbschema insofern eine Sonderrolle ein. Der Grund hierfür ist die etwas hervorgehobene Bedeutung im Rahmen dieser Arbeit, da für Deutschland mehr Kontextwissen vorliegt und somit theoretisch eine tiefergehende Einordnung und Diskussion der Ergebnisse möglich ist. Um Deutschland herum folgt die Farbkodierung im Wesentlichen dem folgenden Schema: von rot im Südwesten (Frankreich, Spanien, Portugal) gehen die Farben im Uhrzeigersinn (also über Westen und Nordwesten) über zu blau im Nordosten (Finnland, Estland) und weiter im Uhrzeigersinn zu grün im Süden (Italien). Länder, die von Deutschland aus gesehen in der selben Richtung liegen wie andere Länder, aber weiter entfernt sind, sind tendenziell dunkler kodiert (Spanien, Portugal, Bulgarien). Dabei wurde versucht zu gewährleisten, dass Länder mit vergleichsweise vielen Städten und guter Datenverfügbarkeit (insbesondere Deutschland, Frankreich, Italien und Großbritannien) möglichst gut zu erkennen und möglichst intuitiv zuzuordnen sind.

2.3.4. Datenanalyse

Im Zuge der Datenanalyse kommen einfache Methoden der deskriptiven Statistik zur Anwendung. So findet etwa die Berechnung von teilweise mit der Bevölkerungsgröße gewichteten Mittelwerten

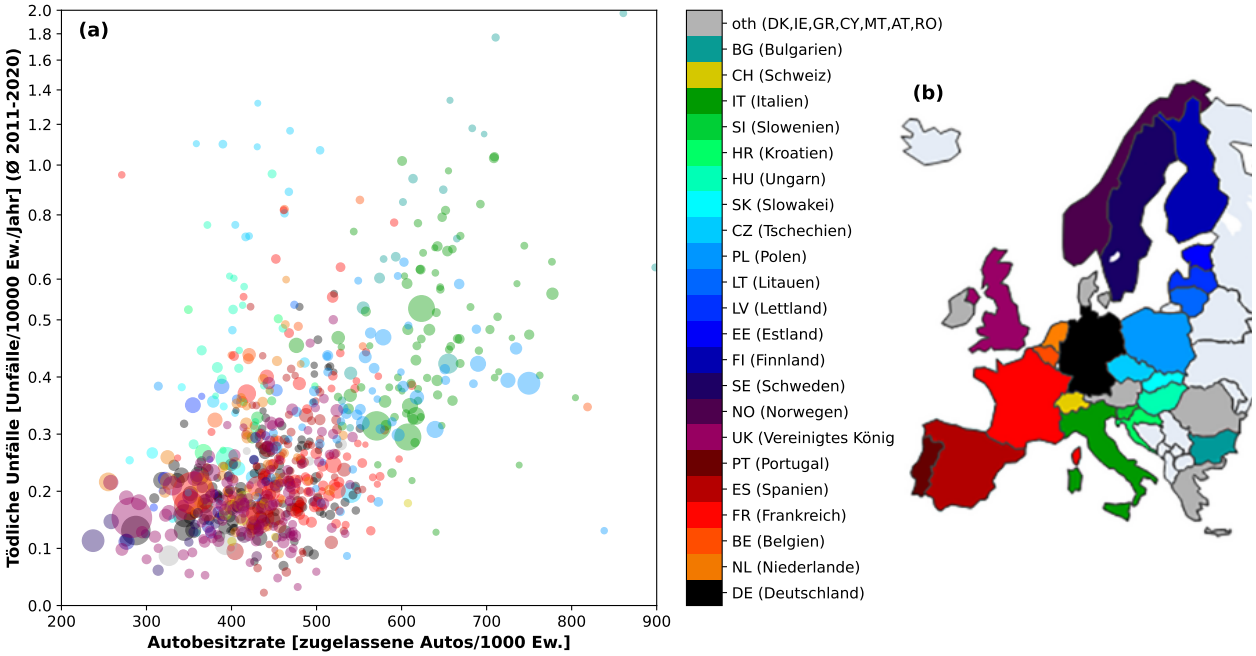


Abbildung 2.7.: Links: Beispielgrafik für die Farbkodierung der betrachteten Länder. Mitte: Farblegende mit ISO-Codes und Ländernamen. Rechts: Übersichtskarte Europas zur Veranschaulichung der Farbkodierung (ohne Malta und Zypern).

häufige Verwendung. Des weiteren werden Korrelationsanalysen (unter Verwendung der Pearson-Korrelation) und lineare Regressionsanalysen nach der Methode der kleinsten Quadrate (*least squares*) durchgeführt. Hierfür wurden größtenteils die innerhalb von Python dafür vorgesehen Pakete und Algorithmen verwendet. Sofern nicht anders angegeben wurden alle Datenauswertungsgrafiken eigenständig mit Python angefertigt.

3. Entwicklung der Suffizienzindikatoren

In Kapitel 3.1 werden zunächst verschiedene Aspekte von Suffizienz in den Bereichen Verkehr und Wohnen identifiziert. Damit wird zugleich eine konzeptionelle Struktur geschaffen, auf deren Basis dann systematisch Suffizienzindikatoren entwickelt werden können. So werden in Kapitel 3.2 zunächst Output-Indikatoren zur Beschreibung des Status quo mit Blick auf Suffizienz im innerstädtischen Personenverkehr entwickelt. In Kapitel 3.3 wird der Versuch unternommen, die Input-Indikatoren zur quantitativen Beschreibung der Rahmenbedingungen für Suffizienz bzw. des Zustandekommens des Status quo zu entwickeln und in Kapitel 3.4 werden die vorgeschlagenen Suffizienzindikatoren für den Verkehrssektor zusammengefasst. In den Abschnitten 3.5, 3.6 und 3.7 geschieht dies dann analog für den Sektor Wohnen.

3.1. Suffizienz in den Bereichen Verkehr und Wohnen

Wird Suffizienz häufig mit einzelnen Begriffen wie „Reduktion“ oder „weniger“ umschrieben (vgl. Schneidewind und Zahrnt 2013), so umfasst sie doch auch innerhalb einzelner Sektoren mehrere Aspekte. Um Suffizienz messbar machen zu können, müssen also zunächst möglichst alle Aspekte, die aus einer Suffizienzperspektive mitgedacht bzw. adressiert werden sollten, identifiziert werden. Wie

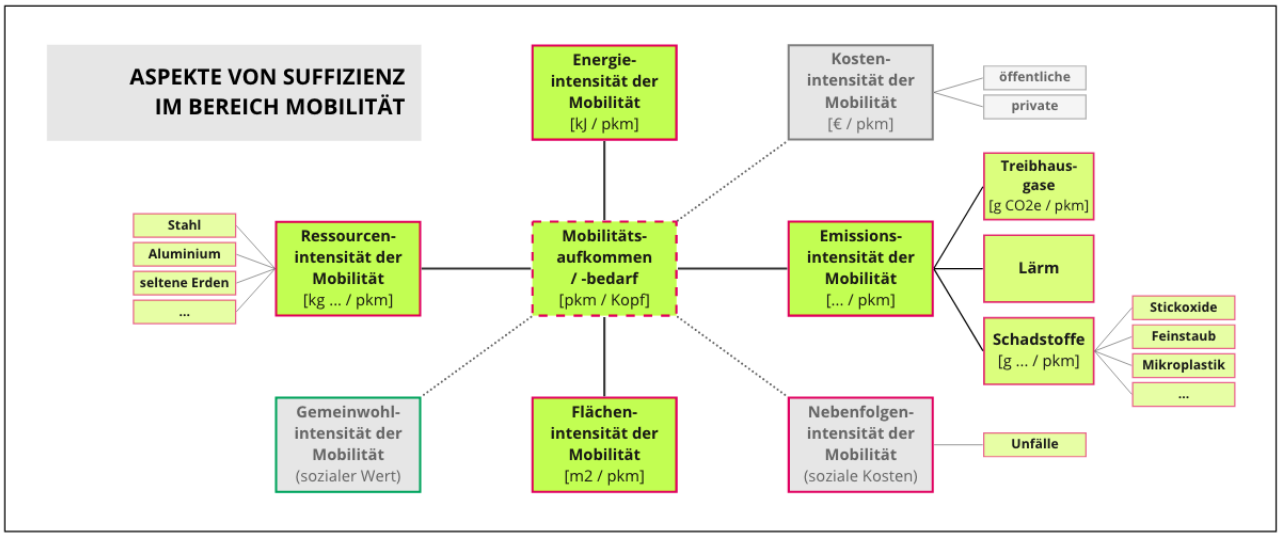


Abbildung 3.1.: Schematische Übersicht der Aspekte von Suffizienz im Personenverkehr. Gelbgrüne Kästchen enthalten physikalische Aspekte, graue Kästchen beinhalten soziale Aspekte. Rot umrahmte Aspekte sind aus einer Suffizienzperspektive möglichst zu minimieren, während der grüne Rahmen um die „Gemeinwohlintensität“ verdeutlichen soll, dass bei diesem Aspekt im Gegensatz zu den ‚Negativintensitäten‘ eine höhere Intensität erstrebenswert ist.

in Abbildung 3.1 und 3.2 dargestellt, wird der Bedarf nach bzw. das Gesamtaufkommen an Mobilität bzw. Wohnen im Einklang mit den Arbeiten von Profijt (2018) bzw. Bierwirth und Thomas (2019) als der jeweils zentrale Aspekt von Suffizienz identifiziert[1]. Hier ist dieser Schritt damit begründet, dass dieser jeweils zentrale Aspekte als einziger unter den physikalischen Aspekten (gelbgrüne Kästchen) ausschließlich aus der Perspektive der Suffizienz und nicht durch Effizienz oder Konsistenz adressiert werden kann. Die physikalischen Aspekte Energie-, Ressourcen- und Flächenverbrauch sowie Emissionen, die mit der Mobilität bzw. dem Wohnen verbunden sind, werden in Form von Intensitäten bezogen auf den zentralen Aspekt des Gesamtaufkommens dargestellt. So ergibt sich daraus in Kombination mit der jeweiligen Intensität die Gesamtwirkung der Mobilität bzw. des Wohnens mit Blick auf Energie, Ressourcen, Flächen und Emissionen. Die Intensität entspricht dabei physikalisch dem Reziproken der Effizienz: während die Energie*intensität* der Mobilität auszudrücken ist als Energieverbrauch pro Personenkilometer, ist die Energie*effizienz* der Mobilität in Einklang mit der Definition in der Energieeffizienzrichtlinie der EU zu bestimmen als Personenkilometer pro Energieverbrauch[2]. Der Aspekt der Ressourcenintensität kann pauschal betrachtet oder konzeptuell noch in einzelne Ressourcen (z. B. Stahl, Aluminium, seltene Erden, ...) oder Ressourcengruppen (Metalle, Kunststoffe, ...) unterteilt werden. Bei der Emissionsintensität sollte zumindest zwischen den recht verschiedenen Gruppen Treibhausgase, Schadstoffe und Lärm unterschieden werden.

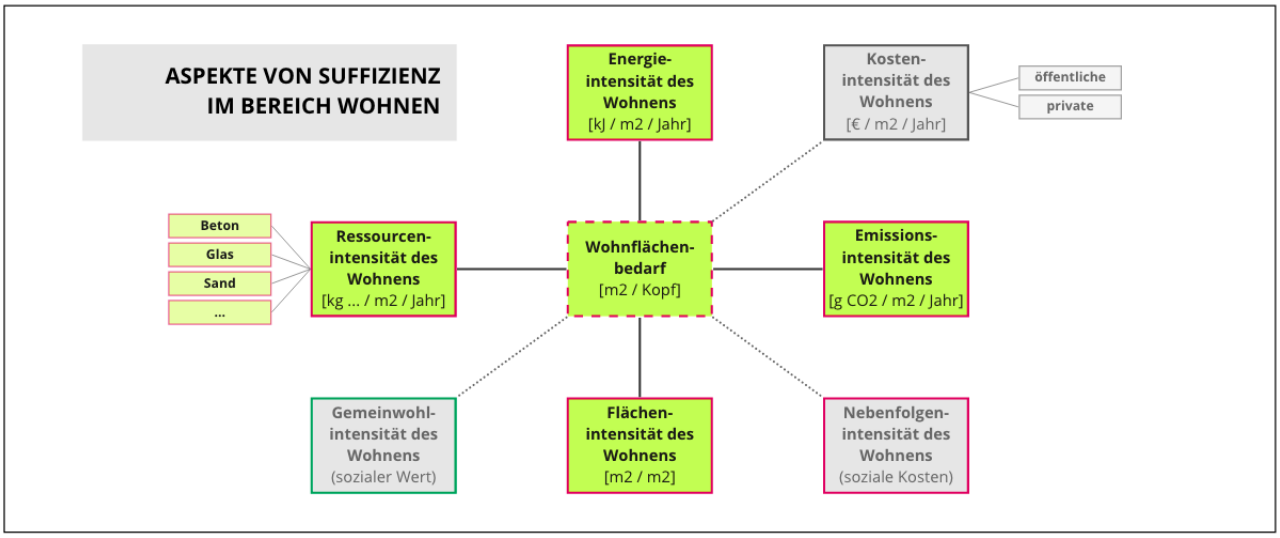


Abbildung 3.2.: Schematische Übersicht der Aspekte von Suffizienz im Bereich Wohnen. Farbkodierung wie in Abbildung 3.1.

[1] In Anlehnung an Lambrecht et al. (2013) operationalisiert Profijt (2018) die Messung von Mobilitätssuffizienz auf individueller Ebene als das Produkt aus der durchschnittlichen Weglänge, der durchschnittlichen Zahl der Wege pro Tag und der durchschnittlichen CO_2-Intensität pro Wegstrecke. Das Produkt der ersten zwei Faktoren entspricht dabei genau dem hier als zentralem Aspekt herausgestellten (pro-Kopf-)Mobilitätsaufkommen. Bierwirth und Thomas (2019) verwenden die pro-Kopf-Wohnfläche als zentralen Indikator, auf Basis dessen sie versuchen Suffizienzpotentiale im Wohnsektor zu quantifizieren.

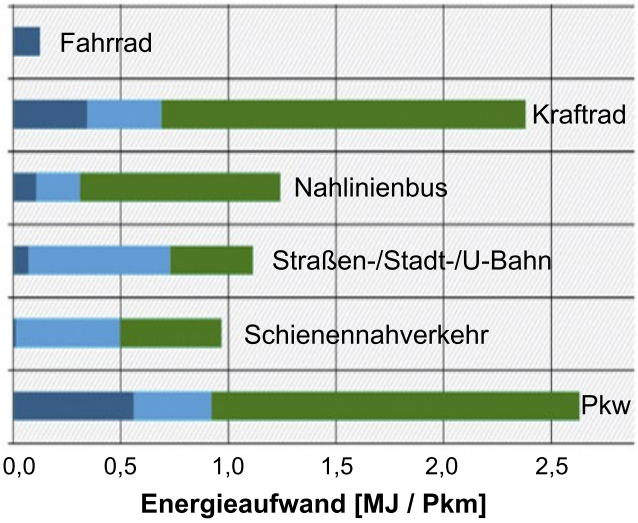
[2] Gemäß der Definition in der Energieeffizienzrichtlinie der EU ist „‚Energieeffizienz‘ das Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zu Energieeinsatz“ (Europäisches Parlament und Europäischer Rat 2012).

Während mit Blick auf die Intensitäten eine Richtungseindeutigkeit in dem Sinne besteht, dass deren Reduktion im Rahmen des physikalisch Möglichen aus sozial-ökologischer Sicht prinzipiell uneingeschränkt wünschenswert wäre (rote Umrandung der Kästchen), ist bei dem zentralen Aspekt des Bedarfs offensichtlich, dass es sozial bedingte Untergrenzen gibt, unterhalb derer die Lebensqualität deutlich verschlechtert oder gar Grundbedürfnisse untererfüllt würden, sodass hier zwar mit Blick auf den Status quo in den meisten europäischen Städten davon ausgegangen werden kann, dass eine Reduktion ohne Verlust an Lebensqualität möglich und sinnvoll ist, aber hier kann die Reduktion nicht als uneingeschränkt wünschenswert betrachtet werden (gestrichelt rote Umrandung). Bei den in den schematischen Abbildungen 3.1 und 3.2 aufgeführten Aspekten der „Gemeinwohl-“ und „Nebenfolgenintensität“ der Mobilität bzw. des Wohnens handelt es sich um soziale Aspekte der Auswirkungen der Mobilität bzw. des Wohnens. Gemäß dem eingangs dargelegten Suffizienzverständnis werden aus einer Suffizienzperspektive nicht nur ökologische, das heißt physikalisch-naturwissenschaftlich beschreibbare Aspekte angesprochen, sondern auch soziale. Wenn sie auch schwer zu quantifizieren sind, soll zumindest konzeptuell deutlich gemacht werden, dass unterschiedliche Arten der Organisation der Mobilität und des Wohnens unterschiedlich effektiv zum Gemeinwohl beitragen und unterschiedlich intensiv mit gemeinwohlschädigenden Nebenfolgen verbunden sein können. Insbesondere die negativen Nebenfolgen hängen natürlich eng mit den physikalisch beschreibbaren Auswirkungen zusammen. Im Folgenden werden diese Aspekte bei der Entwicklung der Indikatoren nur noch vereinzelt explizit aufgegriffen. Ähnliches gilt für die ökonomische Kostenintensität der Mobilität bzw. des Wohnens, wenn auch mit dem Unterschied, dass hier grundsätzlich zu diskutieren wäre, inwiefern dieser Aspekt überhaupt als Gegenstand von Suffizienz betrachtet werden sollte.

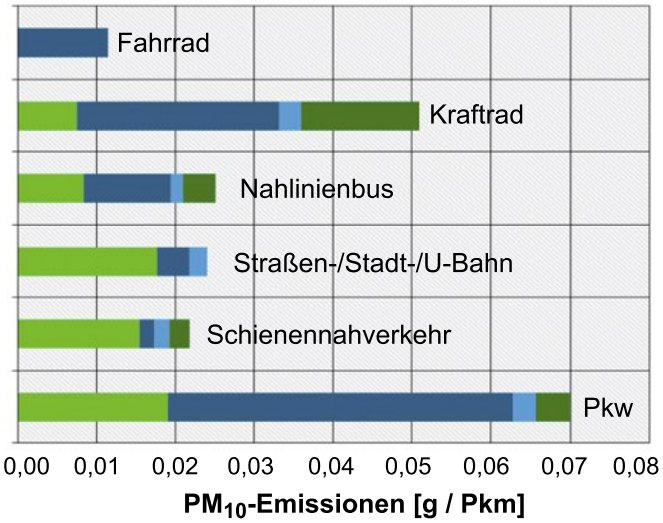
Aus den physikalischen Aspekten werden Ziele abgeleitet und kodifiziert (s. Tab. 3.1), um später Indikatoren den hier aufgelisteten Aspekten zuordnen zu können. Alle zu entwickelnden Indikatoren müssen mindestens einem dieser Ziele zugeordnet werden können, um nachvollziehbar als *Suffizienz*indikatoren gelten zu können. Hierbei handelt es sich um eine notwendige, nicht aber um eine hinreichende Bedingung, da auch Effizienz- und Konsistenzindikatoren den genannten physikalischen Aspekten mit Ausnahme des zentralen Aspekts zugeordnet werken könnten.

Abbildung 3.3.: Umweltauswirkungen der verschiedenen Verkehrsarten in Deutschland im Jahr 2017. Grafiken in überarbeiteter Version übernommen aus Allekotte et al. (2020, S. 122-150). Die Farben der Balken symbolisieren jeweils die Beiträge der Infrastruktur, der Fahrzeuge, der Energiebereitstellung (WTT=,*well-to-tank*‘), des Betriebs (TTW=,*tank-to-wheel*‘) und des Flächenverbrauchs zum Energieaufwand (a), zu den Feinstaubemissionen (b), zu den Umweltkosten (c), zu den Treibhausgasemissionen (d) und zum Rohstoffaufwand der verschiedenen Verkehrsarten. Die Einheiten und abgebildeten Werte in (a) bis (e) entsprechen den (modusspezifischen) Intensitäten der Mobilität. In (f) ist die durchschnittliche Flächenbelegung der verschiedenen Verkehrsarten dargestellt. Zur Datengrundlage und Berechnungsmethode siehe Allekotte et al. (2020).

(a) Kumulierter Energieaufwand im Personenverkehr

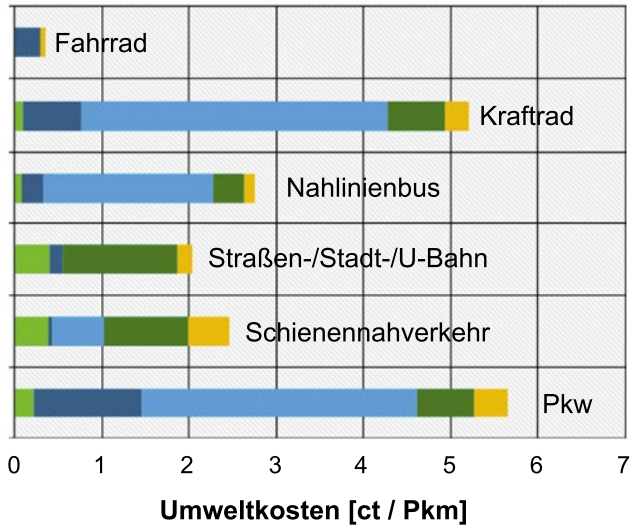


(b) PM_{10}-Emissionen im Personennahverkehr

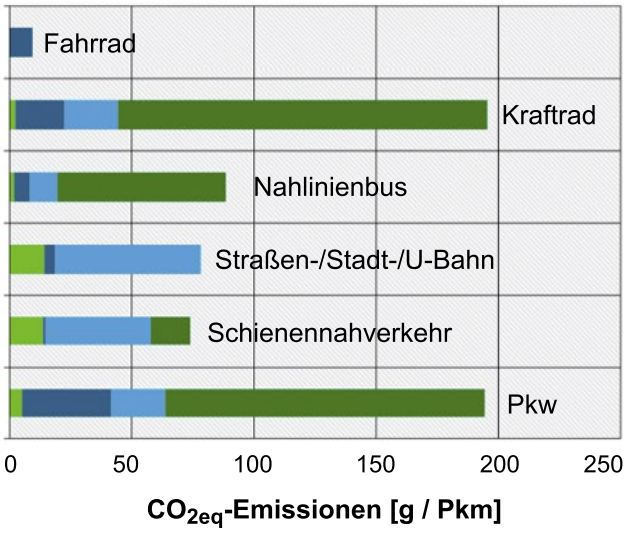


LEGENDE Infrastruktur | Fahrzeug | Energiebereitstellung (WTT) | Betrieb (TTW) | Fläche

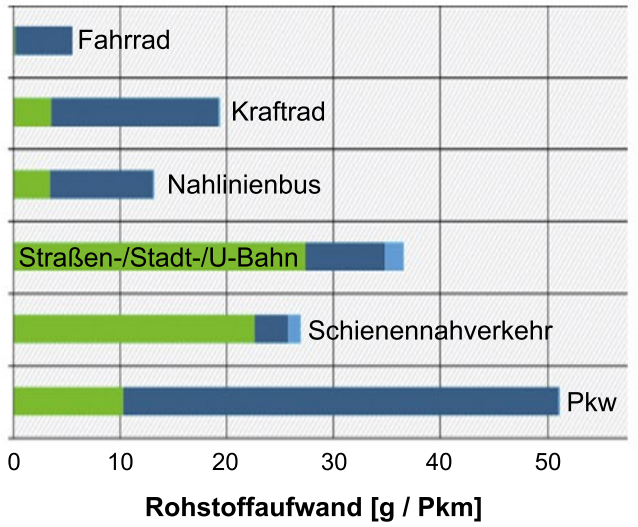
(c) Umweltkosten des Personennahverkehrs



(d) Klimawirkung des Personenverkehrs



(e) Kumulierter Rohstoffaufwand (metallisch) im Personenverkehr



(f) Durchschnittliche Flächenbelegung im Personennahverkehr, Variante B

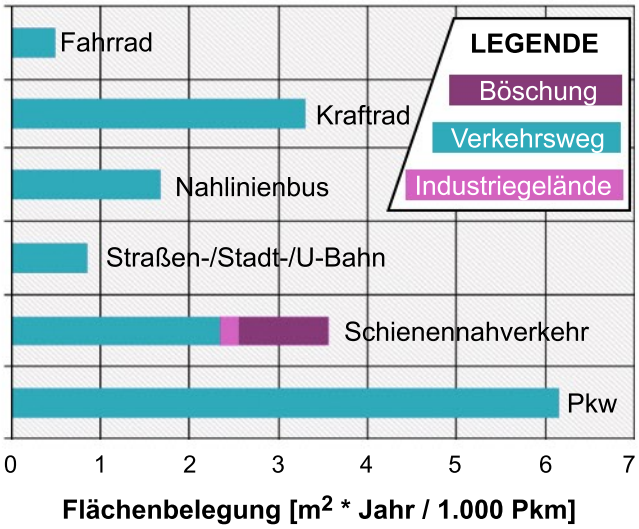


Tabelle 3.1.: Aspekte sowie zugeordnete Ziele und Ziel-Codes von Suffizienz in den Sektoren Verkehr (hier steht „x“ für pkm) und Wohnen (hier steht „x“ für m^2 Wohnfläche).

Suffizienzaspekt	**Ziel**	**Ziel-Code / kurz**
Gesamtbedarf pro Kopf [x]	reduzieren (bei Einhaltung der Untergrenze)	BED
Energieintensität [kJ/x]	reduzieren	INT-ene / ene
Emissionsintensität [.../x]	reduzieren	INT-emi / emi
Treibhausgasintensität [g CO_2e/x]	reduzieren	INT-emi$_{THG}$ / emi$_{THG}$
Lärmintensität	reduzieren	INT-emi$_{Lärm}$ / emi$_{Lärm}$
Schadstoffintensität [μg .../x]	reduzieren	INT-emi$_{Sch}$ / emi$_{Sch}$
Ressourcenintensität [kg .../x]	reduzieren	INT-res / res
Flächenintensität [m^2/x]	reduzieren	INT-area / area

3.2. Output-Indikatoren für Verkehr

In Abbildung 3.4 sind einige der Ergebnisse einer Studie des Umweltbundesamtes (Allekotte et al. 2020) zu den Umweltauswirkungen bzw. -intensitäten der verschiedenen Modi des Personennahverkehrs dargestellt, allerdings ohne den Fußverkehr. Dessen Umweltauswirkungen sind aber in allen Belangen tendenziell noch kleiner sein als die des Fahrradverkehrs bzw. in einigen Dimensionen nahezu Null. Insgesamt zeigt sich ein sehr eindeutiges Bild: der Motorisierte Individualverkehr geht mit den höchsten (Negativ-)Intensitäten einher, das Fahrrad ist das umweltfreundlichste Verkehrsmittel und der ÖPNV liegt in allen Bereichen dazwischen.

Würde man das Schema aus Abbildung 3.1 nach einzelnen Modi differenziert betrachten, so würden dabei folglich der Auto- bzw. motorisierte Individualverkehr bei allen Intensitätsaspekten mit Abstand am schlechtesten und die aktiven Modi, also Fuß- und Radverkehr, am besten abschneiden. Zu den mit Abstand geringsten negativen Umweltauswirkungen kommen noch die positiven sozialen und gesundheitlichen Effekte der aktiven Mobilität (vgl. Koszowski et al. 2019). Das bedeutet, dass eine absolute Reduktion des Autoverkehrs durch Verlagerung hin zum ÖPNV und insbesondere zu den aktiven Modi allen in Tabelle 3.1 aufgeführten (und auch den darin nicht aufgeführten sozialen) Intensitätszielen zugeordnet werden kann. Die zentralen Suffizienzindikatoren im Bereich des städtischen Personenverkehrs zielen also neben dem Gesamtbedarf an Mobilität in erster Linie auf den motorisierten Individualverkehr und dessen Anteil am Modal Split ab.

Im Folgenden werden die einzelnen Suffizienzaspekte näher beleuchtet, um systematisch geeignete Output- bzw. Impact-Indikatoren im Bereich des Gesamtaufkommens der Mobilität sowie in den verkehrsbedingten Energie-, Ressourcen- und Flächenverbräuchen und Emissionen. Am Ende jedes der folgenden Unterkapitel werden stichwortartig die jeweils abgeleiteten Indikatoren aufgelistet.

3.2.1. Gesamtaufkommen innerstädtischer Mobilität

Das Gesamtaufkommen der innerstädtischen Mobilität, gemessen in Personenkilometern und gewichtet mit der Bevölkerungsgröße, wäre ein geeigneter und wünschenswerter Output-Indikator für Suffizienz im Bereich des innerstädtischen Personenverkehrs. Diese Größe in guter Näherung, d. h. über eine möglichst repräsentative Stichprobe, zu erheben, erfordert jedoch einigen Aufwand. Wünschenswert wäre zudem eine Erfassung der Personenkilometer nach einzelnen Modi und bestenfalls auch nach Zweck. Grundsätzlich gilt für diesen wie für alle Output-Indikatoren, dass eine jährliche Erfassung (nach möglichst gleichbleibender und standardisierter Methode) wertvoll ist, um Entwicklungen und die Auswirkungen etwaiger Maßnahmen früh erkennen zu können.

Output-Indikator:

- (innerstädtische) Personenkilometer pro Einwohner*in
  - möglichst nach Modi differenziert zu erheben (für streckenbasierten Modal Split)

3.2.2. Energieverbrauch innerstädtischer Mobilität

Konzeptuell lässt sich der Energieverbrauch im innerstädtischen Personenverkehr E_{PV} als folgende Summe beschreiben:

$$E_{PV} = \underbrace{E_{Auto} + E_{mZ}}_{E_{MIV}} + E_{ÖPNV} + E_{Rad} + E_{Fuß} + E_{Mikro} + E_{Infrastruktur} + E_{Fahrzeuge} \tag{3.1}$$

Dabei sind E_{Auto}, E_{mZ}, E_{MIV}, $E_{ÖPNV}$, E_{Rad}, $E_{Fuß}$ und E_{Mikro} die Energieverbräuche des Autoverkehrs, der motorisierten Zweiräder (Motorräder, Motorroller, Mopeds etc.), des motorisierten Individualverkehrs, des ÖPNV, des Radverkehrs (inklusive E-Bikes und Pedelecs), des Fußverkehrs und der Mikromobilität; $E_{Infrastruktur}$ und $E_{Fahrzeuge}$ umfassen alle Energieverbräuche für Bau und Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur bzw. der Fahrzeuge. Da hier mit Energieverbräuchen nur die Verbräuche extern zugeführter Energie in Form von Strom oder Kraftstoffen gemeint ist (und nicht Energie, die über Muskelkraft aufgebracht wird), ist $E_{Fuß} = 0$. Zudem kann angenommen werden, dass trotz steigender Nutzungszahlen im Bereich der E-Bikes und der Mikromobilität E_{Rad} und E_{Mikro} in europäischen Städten sehr viel kleiner sind als E_{Auto} und $E_{ÖPNV}$. Daher gilt in sehr guter Näherung:

$$E_{PV} \approx E_{Auto} + E_{mZ} + E_{ÖPNV} + E_{Infrastruktur} + E_{Fahrzeuge} \tag{3.2}$$

In welchem Verhältnis die verbliebenen Größen zueinander stehen, kann nicht pauschal beurteilt werden. Es ist aber anzunehmen, dass E_{Auto} in aller Regel deutlich größer ist als die übrigen Summanden, insbesondere wenn man die hohe Energieintensität des Autoverkehrs (vgl. Abb. 3.4) sowie dessen in den meisten Städten hohen Anteil an der gesamten Verkehrsleistung bedenkt (vgl. Kap. 4.1.1). Daher und aufgrund der bereits eingangs in Kapitel 3.2 formulierten Rolle des Autoverkehrs im Kontext von Suffizienz im innerstädtischen Personenverkehr soll dessen Energieverbrauch im Folgenden mit einer ‚Kaya-Zerlegung'[3] auf zwei verschiedene Weisen in einzelne Faktoren zerlegt werden:

$$E_{Auto} = B \cdot \frac{Pkm_{gesamt}}{B} \cdot \frac{Pkm_{Autos}}{Pkm_{gesamt}} \cdot \frac{1}{q_{Auto}} \cdot m_{Auto} \cdot \frac{p_{Auto}}{m_{Auto}} \cdot \hat{E}_{Auto} \tag{3.3}$$

oder

$$E_{Auto} = B \cdot \frac{N_{Autos}}{B} \cdot \frac{Fkm_{Autos}}{N_{Autos}} \cdot m_{Auto} \cdot \frac{p_{Auto}}{m_{Auto}} \cdot \hat{E}_{Auto} \tag{3.4}$$

Dabei steht B für die Bevölkerungsgröße, Pkm_{gesamt} für das gesamte jährliche innerstädtische Mobilitätsaufkommen, Pkm_{Autos} für die mit Autos (innerstädtisch) zurückgelegten Personenkilometer, q_{Auto} für die durchschnittliche Besetzungsquote pro Auto, m_{Auto} für das durchschnittliche Fahrzeuggewicht der Autos, p_{Auto} für die durchschnittliche Motorleistung, sodass p_{Auto}/m_{Auto} der spezifischen Motorisierung entspricht, und $\hat{E}_{Auto}$ für den durchschnittlichen spezifischen Energieverbrauch pro Fahrzeuggewicht, spezifischer Motorisierung und gefahrener Strecke. Außerdem ist N_{Autos} die Anzahl der zugelassenen Autos und Fkm_{Autos} die mit Autos innerhalb eines Jahres innerstädtisch gefahrene Strecke (Fahrzeugkilometer). Teilt man die mit Autos zurückgelegten Personenkilometer Pkm_{Autos} durch die durchschnittliche Besetzungsquote q_{Auto}, so erhält man die mit Autos gefahrenen Fahrzeugkilometer Fkm_{Autos}, wodurch die Äquivalenz beider Gleichungen ersichtlich wird.

Alle Faktoren der Gleichungen 3.3 und 3.4 abgesehen von der Bevölkerungsgröße können und sollten durch Suffizienzpolitik adressiert werden: Der Quotient Pkm_{gesamt}/B entspricht der bereits in Abschnitt 3.2.1 behandelten Gesamtmobilität pro Kopf und Pkm_{Autos}/Pkm_{gesamt} entspricht dem (streckenbezogenen) Modal Share des Autoverkehrs, N_{Autos}/P entspricht der Fahrzeugbesitzrate und Fkm_{Autos}/N_{Autos} der durchschnittlich pro Auto gefahrenen Strecke pro Jahr. Das Fahrzeuggewicht und die spezifische Motorisierung sind insofern ebenfalls relevant aus Suffizienzperspektive, als sie den spezifischen Energieverbrauch pro Strecke beeinflussen. Der letzte Faktor, $\hat{E}_{Auto}$, wird wesentlich durch technische Merkmale wie die Antriebsart (z. B. Elektro-, Diesel- oder Benzinmotor) und den Wirkungsgrad des Motors bestimmt, hängt aber zu einem gewissen Grad auch von dem durch Regulierung und Verkehrsmanagement beeinflussbaren Fahrverhalten (z. B. Geschwindigkeit,

[3] Mit ‚Kaya-Zerlegung' ist hier in Anlehnung an Kaya und Yokobori (1997) die Zerlegung einer Größe Z in verschiedene Faktoren nach dem Schema $Z = P \cdot \frac{X}{P} \cdot \frac{Y}{X} \cdot \frac{Z}{Y}$ gemeint, wobei Z üblicherweise im weitesten Sinne ein Maß für eine Umweltauswirkung und P die Bevölkerungsgröße des jeweils betrachteten Systems ist. Im Englischen wird diese Gleichung auch als *Kaya identity* bezeichnet. Bei Kaya und Yokobori (1997) wurden die globalen anthropogenen (und genau genommen nur energiebedingten) CO_2-Emissionen nach diesem Schema als das Produkt der Weltbevölkerung, Bruttoweltprodukts pro Kopf, der Energieintensität des Bruttoweltprodukts und der Emissionsintensität der Energieerzeugung konzeptualisiert.

Beschleunigungs- und Bremsverhalten) ab. Abgesehen von diesem letzten (ohnehin sehr schwer zu ermittelnden) Faktor eignen sich alle der hier aufgeführten Faktoren als Output-Indikatoren.

Die Gleichungen 3.3 und 3.4 lassen sich analog auf motorisierte Zweiräder (E_{mZ}), den motorisierten Individualverkehr insgesamt (E_{MIV}) und den ÖPNV anwenden. Während der motorisierte Zweiradverkehr in praktisch jeder Hinsicht das sozial-ökologisch „kleinere Übel“ ist als der Autoverkehr, ist er doch als tendenziell sozial-ökologisch nachteilhaft gegenüber dem ÖPNV und insbesondere den aktiven Modi einzuordnen.

Die Energieverbräuche für Bau und Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeuge (s. die letzten zwei Terme in den Gleichungen 3.1 und 3.2) sind einerseits schwierig zu messen und andererseits schwierig bilanziell auf jeweils ein Jahr herunterzubrechen. Allerdings ist es auch gar nicht notwendig, alle dem Personenverkehr zuzurechnenden jährlichen Energieverbräuche detailliert zu bestimmen, um diese Verbräuche präsent zu haben und sie mit suffizienzorientierten Transformationsansätzen im Verkehr zu adressieren. Insbesondere der Bau von Infrastruktur und Fahrzeugen ist auch eng mit Ressourcenverbräuchen verknüpft und die Infrastruktur insbesondere des Straßenverkehrs hängt eng mit dem Flächenverbrauch zusammen. Es ist plausibel anzunehmen, dass beispielsweise der Umfang des Straßennetzes einer Stadt (z. B. gemessen als Fläche oder als Straßen- bzw. Spurkilometer relativ zur Bevölkerungsgröße) mit den mit der Straßenverkehrsinfrastruktur verbundenen Ressourcen- und Energieverbräuchen (jeweils relativ zur Bevölkerungsgröße) recht stark korreliert ist. Der Umfang des Straßennetzes ist also ein geeigneter Indikator, der am direktesten den Flächenverbrauch, aber zugleich impliziert auch den Ressourcen- und Energieverbrauch der Straßenverkehrsinfrastruktur adressiert.

Was den Energieverbrauch für Bau und Instandhaltung der Fahrzeuge betrifft, so ist dieser zu einem gewissen Grad bereits implizit in der Autobesitzrate abgebildet. Allerdings spielt hierbei auch die Erneuerungsrate eine wichtige Rolle, also die Frage, wie lange ein Auto im Schnitt genutzt wird, bevor es durch ein neues ersetzt wird. Hierfür kann das durchschnittliche Alter der Fahrzeuge als vergleichsweise unaufwendig zu erhebender Indikator herangezogen werden. Je höher das durchschnittliche Alter, desto geringer ist die Erneuerungsrate und somit der mit dem Fahrzeugbau verbundene Energieaufwand. Bei diesem Indikator ist allerdings zu bedenken, dass er mit anderen Suffizienz- und Nachhaltigkeitszielen und selbst mit dem Ziel der Reduktion der Energieintensität des Verkehrs konfligieren kann, da etwa die Antriebswende zu einem geringeren Energieverbrauch pro Fahrzeugkilometer führt[4] und da ältere Fahrzeuge tendenziell höhere Schadstoffemissionen haben als neuere.

[4]Elektroautos haben bei ansonsten vergleichbaren Parametern wie Gewicht, Größe und Motorisierung einen deutlich geringeren Endenergieverbrauch als Verbrenner. Bei Verbrennungsmotoren werden im Durchschnitt nur 12-30% der chemisch im Kraftstoff gebundenen Energie auf die Räder übertragen, wohingegen der Wirkungsgrad bei Elektroautos bei über 77% liegt (U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy o. J.). Über die gesamte Prozesskette inklusive Kraftstoffproduktion und Stromerzeugung kann dieser Unterschied allerdings geringer ausfallen. Der Energieverbrauch typischer Elektroautos liegt zwischen 15 und 30 kWh pro 100 Kilometer (Electric Vehicle Database o. J.). Der Energiegehalt von einem Liter Diesel bzw. Benzin beträgt etwa 11 bzw. 9 kWh (vgl. U.S. Energy Information Administration o. J.).Typische Kraftstoffverbrauchswerte von 6 bis 12 Litern auf 100 Kilometer entsprechen demnach Energieverbräuchen zwischen etwa 45 und 132 kWh pro 100 Kilometer. Im Stadtverkehr

Aus Sicht der Ressourcenintensität sollte das durchschnittliche Fahrzeugalter also möglichst hoch sein, aus Sicht der Emissionsintensität insbesondere bezogen auf Schadstoffe tendenziell eher gering und aus Sicht der Energieintensität ist es uneindeutig. Daher wird auf einen Indikator verzichtet, der dediziert den mit dem Fahrzeugbau verbundenen Energieverbrauch adressiert.

Output-Indikatoren: *(nach Bereichen geordnet)*

- *soziale Praktiken der Mobilität bzw. Statistik der Mobilitätspraktiken*
  - Personenkilometer pro Kopf
  - Modal Split (strecken- oder wegebasiert, mit den einzelnen Anteilen des Auto- und Zweiradverkehrs und/oder des MIVs, sowie des ÖPNVs, des Fahrrad- und Fußverkehrs und optional der Mikromobilität)
  - Besetzungsquote (durchschnittliche Zahl der Insassen pro Auto)
  - Fahrzeugkilometer pro Auto (redundant bzw. äquivalent zu Personenkilometern pro Kopf, multipliziert mit dem Modal Share des Autoverkehrs und dividiert durch die mittlere Besetzungsquote)
- *Statistik des Konsumverhaltens und der Produkteigenschaften im Bezug auf „Mobilien“*
  - Autobesitzrate (bzw. Kfz-Besitzrate)
  - durchschnittliches Fahrzeuggewicht
  - durchschnittliche spezifische Motorisierung
  - durchschnittliches Fahrzeugalter
- *Infrastruktur*
  - Straßenfläche oder Straßen- bzw. Spurkilometer (relativ zur Bevölkerung oder Gesamtfläche der Stadt)

3.2.3. Emissionen der innerstädtischen Mobilität

Treibhausgasemissionen der innerstädtischen Mobilität

Solange der Großteil des motorisierten Individualverkehrs von Verbrennungsmotoren angetrieben wird, sind die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen eng mit dem Energieverbrauch verknüpft. Auch hier lässt sich feststellen, dass neben der grundsätzlichen Vermeidung von Verkehr der Modal Split den größten Einfluss hat. Es bedarf daher zur Formulierung von Zielen nicht notwendigerweise zusätzlicher Indikatoren über die in den Abschnitten 3.2.1 und 3.2.2 bereits hergeleiteten Indikatoren hinaus. Wären die verkehrsbedingten CO_2-Emissionen auf Stadtebene mit vertretbarem Aufwand zu erfassen oder abzuschätzen, so wäre dies dennoch ein interessanter Impact-Indikator.

ist der Unterschied im Energieverbrauch tendenziell noch größer, da Verbrennungsmotoren in der Regel für höhere Geschwindigkeiten optimiert sind, bei denen sie einen höheren Wirkungsgrad haben als bei niedrigen Geschwindigkeiten, wohingegen der Wirkungsgrad von Elektromotoren auf einem hohen Niveau weitgehend drehzahl- und tempounabhängig ist.

Lärmemissionen der innerstädtischen Mobilität

Verkehrsbedingter Lärm ist primär eine soziale und höchstens sekundär eine ökologische Nebenwirkung des Verkehrs. Es handelt sich zwar um ein physikalisches Phänomen, aber anders als etwa für Luftschadstoffe lässt sich für Lärm keine Menge oder Konzentration bestimmen, sodass die Lärmintensität des Verkehrs zunächst als eine eher abstrakte, konzeptionelle Größe zu verstehen ist. Neben der hohen Flächen- und Ressourcenintensität des motorisierten Individualverkehrs ist die von diesem ausgehende Lärmbelastung einer der Hauptgründe dafür, dass eine reine Antriebswende von Verbrennungs- zu Elektromotoren aus sozial-ökologischer Sicht ungenügend – *insuffizient* – ist, denn anders als häufig angenommen und behauptet, geht auch eine vollständig elektrifizierte Automobilität mit erheblichen Lärmemissionen einher, da schon bei vergleichsweise niedrigen Geschwindigkeiten die auch bei Elektroautos unvermeidbaren Abrollgeräusche der Reifen lauter sind als die Motorengeräusche bei Verbrennern (vgl. Marbjerg 2013, S. 8).

Der *Environment*-Datensatz der Eurostat *Cities and greater cities*-Datenbank enthält zwei Indikatoren, die Verkehrslärm beschreiben: jeweils den Anteil der Einwohner*innen, die (1) Verkehrslärm von tagsüber mehr als 65 dB(A) bzw. (2) nachts mehr als 55 dB(A) ausgesetzt sind. Die Umweltlärmdirektive der EU (Environmental Noise Directive – END, 2002/49/EC) schreibt den Mitgliedsländern vor, die Zahl der Menschen, die Lärmniveaus ab 55 dB im ganztägigen Mittel bzw. nachts ab 50 dB ausgesetzt sind (in 5 dB-Intervallen), im Abstand von fünf Jahren zu erfassen und an die EU zu berichten. In den *Environmental Noise Guidelines for the European Region* der WHO (2018) wird dringend empfohlen, den Straßenverkehrslärm unterhalb von 53 dB im ganztägigen Durchschnitt und nachts unter 45 dB zu begrenzen.

Impact-Indikator:

- Anteil der Bevölkerung, der einem bestimmten Niveau an Verkehrslärm ausgesetzt ist

Schadstoffemissionen der innerstädtischen Mobilität

Für die Erfassung der unter anderem verkehrsbedingten Luftschadstoffe (z. B. Stickoxide, Feinstaub, Kohlenstoffmonoxid) gibt es etablierte Indikatoren, bei denen meist die Schadstoffkonzentration in der Luft gemessen wird. Weniger Beachtung findet dagegen der Eintrag fester Schadstoffe in die Umwelt durch den Abrieb von Reifen, Kupplungen und Bremsen. Der Reifenabrieb wird in einer Review-Studie von Wagner et al. (2018) [QUELLE!] auf EU-weit 1,33 Millionen Tonnen pro Jahr geschätzt – etwa ein Zehntel davon in Deutschland. Der Großteil des Reifenabriebs landet dabei in Form von Mikroplastik in der Umwelt, d. h. im Abwasser, in straßennahen Böden oder in Fließgewässern, ein kleiner Teil des Reifenabriebs gerät in Form von Feinstaub in die Luft und macht dabei aber etwa die Hälfte der verkehrsbedingten Feinstaubemissionen aus. Hinzu kommt zusätzlich der Eintrag von Bitumen durch Fahrbahnabrieb. Gemäß Bertling et al. (2018) entfallen drei der größten zehn Emissionsquellen von Mikroplastik in Deutschland auf den Straßenverkehr: Mit etwa 1230 Gramm pro

Kopf und Jahr macht allein der Reifenabrieb knapp 43% der berechneten 2880 Gramm bzw. gut 30% der geschätzten 4000 Gramm pro Kopf und Jahr aus. Hinzu kommen etwa 230 Gramm durch den Abrieb von Bitumen im Asphalt und 90 Gramm durch den Abrieb von Fahrbahnmarkierungen – zusammengenommen also 54% der berechneten bzw. knapp 40% der geschätzten Mikroplastikemissionen. Zwar fällt Reifenabrieb auch im Fahrradverkehr sowie durch Mikromobilität an, jedoch ergibt sich durch Kombination der Daten von Bertling et al. (2018) mit Fahrleistungsdaten des Umweltbundesamtes (UBA 2022) für Pkw und Fahrräder ein durchschnittlicher Abrieb von etwa 135 Gramm pro 1000 Kilometer für Pkw gegenüber etwa 30 Gramm bei Fahrrädern. Auch der Fußverkehr trägt durch Sohlenabrieb zum Mikroplastikeintrag bei – mit knapp 250 Gramm pro 1000 Kilometer ist die Abriebintensität hier scheinbar am höchsten.

Die ohnehin erhobenen Schadstoffkonzentrationen können als zusätzliche Impact-Indikatoren verwendet werden. Wegen des engen Zusammenhangs zwischen diesen Indikatoren und dem Umfang des (verbrennungs-)motorisierten Individualverkehrs würde eine Verbesserung in den in Abschnitt 3.2.2 entwickelten Indikatoren mit einer Verringerung der Schadtstoffemissionen und -einträge einhergehen.

Impact-Indikatoren:

- Feinstaubkonzentration (PM_{10} und $PM_{2,5}$): Jahresdurchschnitt und/oder Anzahl der Tage, an denen geltende Grenzwerte[5] überschritten werden
- Stickoxidkonzentration (NO_x): Jahresdurchschnitt und/oder Grenzwertüberschreitungstage[5]

3.2.4. Flächenverbrauch der innerstädtischen Mobilität

Die Verkehrsinfrastruktur nimmt in typischen europäischen Städten der Gegenwart einen signifikanten Anteil der städtischen Gesamtfläche und einen beträchtlichen Teil des öffentlichen Raums ein. Dabei ist der Flächenbedarf des motorisierten Individualverkehrs einschließlich des sogenannten ruhenden Verkehrs besonders groß (vgl. Abb. 3.4). Sowohl in Anbetracht der ökologischen Problematik der Flächenversiegelung als auch mit Blick auf die gerechte Verteilung sowie eine gemeinwohldienliche Nutzung der begrenzten Flächen in Städten ist eine geringe Flächenintensität des Verkehrs erstrebenswert.

Den Aspekt des Flächenverbrauchs betreffend bieten sich mehrere Output-Indikatoren an, die jedoch zumindest teilweise zugleich als Input-Indikatoren für Zielgrößen wie den Modal Split oder die Autobesitzrate geeignet sind. Die Gesamtfläche der Verkehrsinfrastruktur ist eine zentrale Grundgröße, die, gewichtet mit der Bevölkerungsgröße, der gesamten Stadtfläche oder der gesamten innerstädtischen Mobilität (Personenkilometer), drei verschiedene relevante Indikatoren ergibt, wobei die letzte der

[5] Die WHO (2021) empfiehlt in ihren *global air quality guidelines* folgende Grenzwerte: 5 (15) μg/m^3 für lungengängigen Feinstaub ($PM_{2,5}$) für den jährlichen (24-stündigen) Mittelwert, 15 (45) μg/m^3 für Feinstaub der Partikelgröße PM_{10}, 10 (25) μg/m^3 für Stickstoffdioxod (NO_2), 60 (100) μg/m^3 für Ozon (O_3), 40 μg/m^3 für Schwefeldioxid (SO_2) und 4 μg/m^3 für Kohlenmonoxid (CO)

drei Varianten der Flächenintensität der Mobilität und damit direkt einem der in Kapitel 3.2 beschriebenen und in Abbildung 3.1 dargestellten Aspekte von Suffizienz im Bereich Mobilität entsprechen würde. Darüber hinaus sind die jeweiligen Anteile der den verschiedenen Modi gewidmeten Flächen interessante Indikatoren[6][7]. Sofern die innerstädtischen Personenkilometer nach einzelnen Modi erfasst werden, kann in Kombination mit den Flächenanteilen der jeweiligen Modi die Flächenintensität des Verkehrs modusspezifisch differenziert und unter den Modi verglichen werden.

Da es sich bei den Verkehrsflächen überwiegend um gebaute Infrastruktur handelt, sind die den Flächenverbrauch adressierenden Indikatoren als relativ träge, d. h. langsamen Veränderungsraten unterliegend einzuordnen, weshalb eine jährliche Erfassung nicht unbedingt notwendig erscheint. Andererseits gibt es nicht- oder einfache bauliche Maßnahmen wie etwa Pop-up-Radwege, die eine Umwidmung bzw. Umverteilung von Verkehrsflächen bewirken können, sodass zumindest theoretisch auch schnelle Veränderungen in den flächenbezogenen Indikatoren möglich sind. Eine umfassende Erhebung der jeweiligen Verkehrsflächen könnte beispielsweise alle fünf Jahre erfolgen. Zwischen diesen Erhebungen könnten Flächenveränderungen mit überschaubarem Aufwand durch eine zuständige Stelle der Stadtverwaltung kontinuierlich erfasst werden.

Output-Indikatoren:

- Flächenverbrauch der städtischen Verkehrsinfrastruktur insgesamt (kann mit Bevölkerungsgröße oder Stadtfläche gewichtet werden sowie ggf. mit der Gesamtmobilität in Personenkilometern)
- Flächenanteile der verschiedenen Modi der Mobilität (eher Input- als Output-Indikatoren)
  - MIV (unterteilt in Flächen für den fließenden und für den ruhenden Verkehr)
    - Alternativ oder zusätzlich zur Fläche bzw. zum Flächenanteil des fließenden und ruhenden MIVs können der Umfang des Straßennetzes in Straßen- oder Spurkilometern und die Zahl der öffentlichen Parkplätze als mit dem Flächenverbrauch eng verwandte Indikatoren verwendet werden.
  - ÖPNV (möglichst unterteilt nach exklusiv vom ÖPNV genutzter Fläche und mit MIV geteilt oder anderen Modi geteilt genutzter Fläche)
  - Radverkehr (ggf. auch unterteilt in fließenden und ruhenden Verkehr)
    - Auch hier kann alternativ oder zusätzlich die Länge des Radwegenetzes in Kilometern oder Spurkilometern erhoben werden.
  - Fußverkehr

[6] Flächen, die von verschiedenen Verkehrsformen geteilt genutzt werden, bringen hier eine methodische Herausforderung mit sich. Während Fahrbahnen, die von Radfahrenden mitgenutzt werden dürfen oder sogar müssen, ebenso wie beispielsweise Zebrastreifen vollständig dem Kfz-Verkehr zugerechnet werden sollten, könnte die geteilte Nutzung der Fahrbahn durch den MIV und den ÖPNV in Form von Bussen und Straßenbahnen mit einem festzulegenden Schlüssel den Modi MIV und ÖPNV zugerechnet werden.

[7] Die Flächenanteile der verschiedenen Modi sind eher als Input- denn als Output-Indikatoren zu betrachten. Sie werden zwar in diesem Kapitel aufgelistet, da sie hier hergeleitet wurden, in der alle hier hergeleiteten Indikatoren zusammenfassenden Tabelle 3.2 tauchen sie aber unter den Input-Indikatoren auf.

3.2.5. Ressourcenverbrauch der innerstädtischen Mobilität

Der nicht-energetische Ressourcenverbrauch der Mobilität hängt einerseits eng mit den Verkehrsmitteln, d. h. mit den Fahrzeugen, und andererseits mit der gebauten Verkehrsinfrastruktur, also mit asphaltierten, gepflasterten oder betonierten Wegen, Straßen und (Park-)Plätzen sowie mit Schienen, Brücken, Tunneln, Haltestellen etc., zusammen. Diese Ressourcenverbräuche genau zu bestimmen und bilanziell jeweils auf ein Jahr herunterzurechnen ist methodisch zu aufwendig für geeignete, in der Breite und regelmäßig zu erhebende Indikatoren. Es gilt daher, Indikatoren zu identifizieren, in denen der Aspekt des Ressourcenverbrauchs enthalten ist.

Der über alle Materialien summierte Ressourcenverbrauch des MIV ist wesentlich durch die Zahl der produzierten Fahrzeuge sowie durch deren durchschnittliches Gewicht und Alter bestimmt. Letzteres ist ein Indikator für die Erneuerungsrate der Fahrzeuge. Alle drei Indikatoren – Autobesitzrate, Fahrzeuggewicht und -alter – wurden schon als Indikatoren für die mit dem MIV verbundenen Energieverbräuche in Abschnitt 3.2.2 entwickelt. Mit Blick auf die Begrenztheit von Ressourcen, problematische Produktionsbedingungen und globale Verteilungsgerechtigkeit wäre eine Ausdifferenzierung nach unterschiedlichen Ressourcen sinnvoll. Die Unterteilung der Autobesitzrate nach Antriebsart ermöglicht eine grobe Einschätzung hinsichtlich der Verbräuche beispielsweise von Lithium, Kobalt, Gold und seltenen Erden, die insbesondere in Elektroautos zum Einsatz kommen, oder auch Platin und Palladium, die für Verbrennungsmotoren benötigt werden (Umweltbundesamt 2022b). Der Ressourcenverbrauch durch Verschleiß beispielsweise von Reifen und Bremsbelägen hängt stark von der Nutzungsintensität ab. Insofern ist die ebenfalls in Abschnitt 3.2.2 bereits aufgelistete Fahrleistung ein guter Indikator, um den Ressourcenverbrauch des MIV im Betrieb abzubilden.

Der mit der Verkehrsinfrastruktur verbundene Ressourcenverbrauch hängt ähnlich wie der damit verbundene Energieverbrauch eng mit den Verkehrsflächen zusammen. Das gilt insbesondere für den Kraftverkehr, für den Rad- und Fußverkehr sowie für den straßengebundenen ÖPNV.

Output-Indikatoren: (werden hier nicht aufgelistet, da ausschließlich Wiederholungen)

3.3. Input-Indikatoren für Verkehr

Ziel der Entwicklung von Input-Indikatoren ist die Erfassung und Evaluierung der infrastrukturellen Rahmenbedingungen, unter denen die durch die im vorigen Unterkapitel entwickelten Output- und Impact-Indikatoren beschriebenen Zustände zustande kommen. Dabei sind Eigenschaften der physisch-technischen Infrastruktur tendenziell besser quantitativ zu erfassend als Aspekte institutioneller Infrastrukturen wie beispielsweise Gesetze, Verordnungen, Förderbestimmungen und Subventionsregime. Zudem werden in dieser Arbeit primär jene Aspekte beleuchtet, die im Einflussbereich kommunaler Gestaltung liegen, wobei dieser Einflussbereich wiederum länderspezifisch sehr unterschiedlich sein kann.

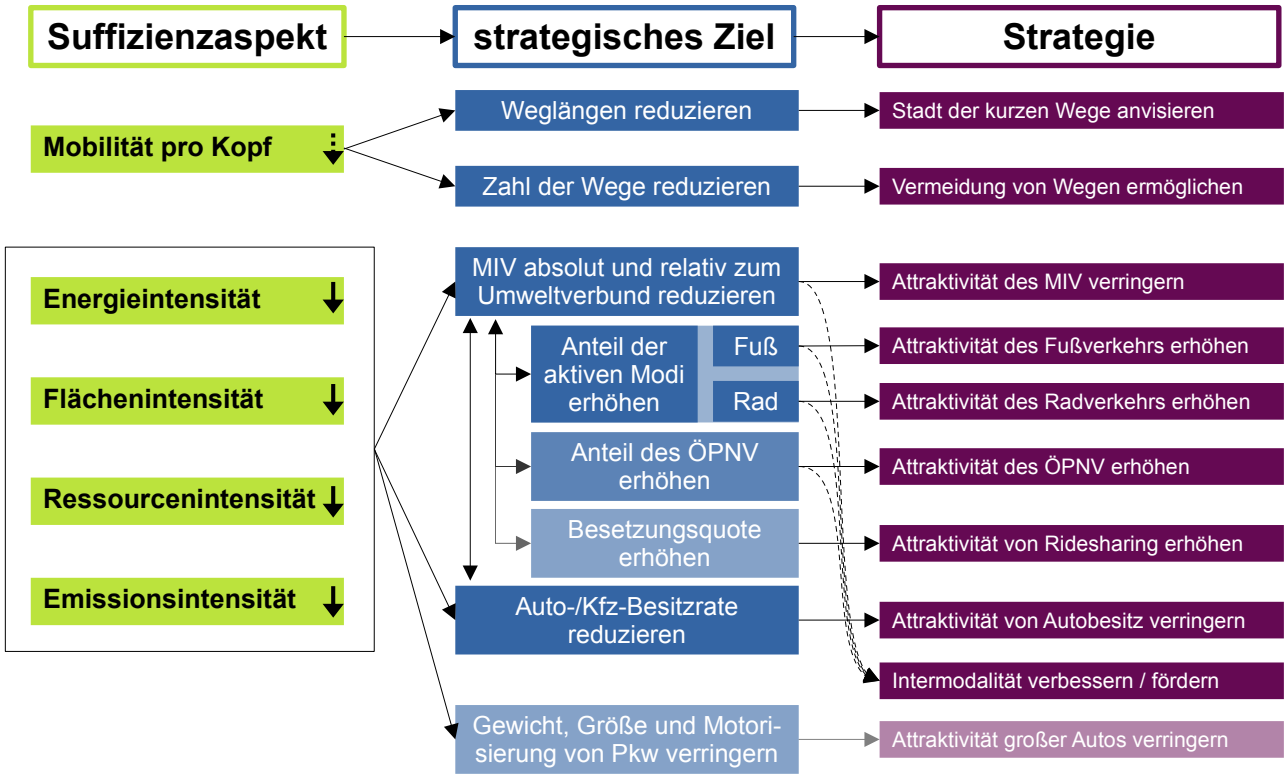


Abbildung 3.5.: Schema der Ableitung übergeordneter Strategien für eine suffizienzorientierte Transformation im innerstädtischen Personenverkehr.

Zur Identifikation geeigneter Input-Indikatoren werden zunächst strategische Ziele aus den fünf physikalischen bzw. physikalisch beschreibbaren Aspekten von Suffizienz abgeleitet (s. Abb. 3.5, blaue Boxen). Profijt (2018, S. 81) leitet aus verschiedenen Quellen zu Suffizienz im Verkehrssektor ab, dass Mobilitätssuffizienz aus drei Handlungsoptionen entsteht: „a) Wege mit verhaltensbedingt geringerem Emissionsfaktor zurücklegen“, „b) Wegelänge verkürzen“ und „c) Wegeanzahl verringern“. Die hier identifizierten strategischen Ziele aus einer Suffizienzperspektive sind damit gut in Einklang zu bringen: Die Optionen b und c werden hier explizit als strategische Ziele aufgeführt, die verhaltensbedingte Verringerung des Emissionsfaktors (Option a) findet hier ihren Ausdruck in verschiedenen strategischen Zielen, die zur Verringerung des Emissionsfaktors bzw. der Emissionsintensität führen[8]. Die hier aus den Umweltauswirkungsintensitäten abgeleiteten strategischen Ziele betreffen den Modal Split, das heißt die jeweiligen Anteile des Auto- bzw. motorisierten Individualverkehrs, der aktiven Modi und des ÖPNV, sowie die Besetzungsquote, die Besitzrate und die technischen Merkmale Ge-

[8]Hier werden zwei leichte Unterschiede in der Herangehensweise zwischen dieser Arbeit und Profijt (2018) deutlich: Einerseits wird Suffizienz bei Profijt (2018) stärker über individuelles Verhalten konzipiert, wohingegen sich der Blick hier stärker auf den politischen Rahmen richtet. Das drückt sich auch aus in den Begriffen „Handlungsoptionen“ gegenüber „strategischen Zielen“. Andererseits wird Mobilitätssuffizienz bei Profijt (2018, S. 81) (zumindest explizit) an dieser Stelle nur mit der ökologischen Dimension der Treibhausgasemissionen verknüpft, wohingegen hier ein breiterer Blick auf ökologische Auswirkungen der Mobilität geworfen wird. Dank der Eigenschaft von Suffizienz, in der Regel nicht mit Problemverlagerungen verbunden zu sein, sondern im Gegenteil eher positive Nebeneffekte mit sich bringt, kann man aber davon ausgehen, dass beide Herangehensweisen zu sehr ähnlichen konkreten Suffizienzstrategien und -maßnahmen führen.

wicht, Größe und Leistung von Pkw. Im nächsten Schritt wurden aus den strategischen Zielen jeweils (politische) Strategien zur Erreichung dieser Ziele abgeleitet (s. Abb. 3.5, violette Boxen). Neben der Ermöglichung von weniger und kürzeren Wegen bestehen diese vor allem darin, die Attraktivität von Autoverkehr und -besitz (relativ und absolut) zu verringern und gleichzeitig die Attraktivität der Modi des Umweltverbunds (relativ und absolut) zu erhöhen und die Möglichkeiten der Intermodalität zu verbessern. Die Attraktivität zu verringern bzw. zu erhöhen schließt dabei ein, Kosten und Hürden zu erhöhen bzw. zu senken.

Es gilt nun, geeignete Indikatoren zu identifizieren, die als quantitativ erfassbare Einflussgrößen für die genannten Suffizienzstrategien, also für die Weglängen und die Zahl der innerstädtischen Wege sowie für die jeweilige Attraktivität der verschiedenen Modi der Mobilität betrachtet werden können. In den folgenden Unterkapiteln werden die in Abbildung 3.5 aufgeführten Strategien einzeln betrachtet und entsprechende Input-Indikatoren entwickelt. Am Ende jedes Unterkapitels werden die entwickelten Indikatoren stichwortartig aufgelistet.

3.3.1. Stadt der kurzen Wege

Das stadtplanerische Leitbild der „Stadt der kurzen Wege“ zielt darauf ab, dass die Distanzen zwischen Orten des alltäglichen Bedarfs wie Wohnen, Arbeit, Nahversorgung, Gesundheitsversorgung und Bildungseinrichtungen für möglichst viele Stadtbewohner*innen möglichst gering sind, um eine gute Erreichbarkeit zu Fuß oder mit dem Fahrrad zu gewährleisten. Gute, aber recht aufwendig zu erhebende Indikatoren sind demnach die mittleren Distanzen zwischen der Wohnung und den verschiedenen Orten des täglichen Bedarfs.

Input-Indikatoren:

- Durchschnittliche kürzeste Weglänge zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, allgemeinärztlicher Praxis, Apotheke, Grundschule, Kindergarten und Nahversorger

3.3.2. Vermeidung von Wegen

Neben allgemeinen Anreiz- und Erschwerungsstrukturen zur Vermeidung von Fahrten mit dem Auto bzw. MIV, die nicht notwendigerweise komplett wegfallen, sondern stattdessen auch mit anderen Verkehrsmitteln getätigt (Modal Shift, s. folgende Unterkapitel) oder gebündelt oder geteilt stattfinden können (Vermeidung von Wegen), können einzelne Aspekte gezielt betrachtet und ggf. durch politische Maßnahmen adressiert werden. Besonders die Möglichkeit und Nutzung von Homeoffice sowie die Zahl der Begleitfahrten[9] sind hier mögliche Ansatzpunkte.

[9] Mit Begleitfahrten sind Autofahrten gemeint, die (ausschließlich) dazu dienen, andere Personen von einem zu einem anderen Ort zu bringen bzw. sie wieder abzuholen.

Geeignete Indikatoren zur Erfassung der Homeoffice-Möglichkeit und -Nutzung wären beispielsweise der Anteil der möglichen, d. h. von den Arbeitnehmerinnen gestatteten Arbeitstage im Homeoffice an der Gesamtzahl der Personenarbeitstagen sowie der mittlere Anteil der tatsächlich im Homeoffice verbrachten Arbeitstage. Ein Input-Indikator gewissermaßen zweiter Ordnung wäre der gesetzlich vorgeschriebene Mindestanteil der Arbeitstage im Homeoffice, die Arbeitnehmerinnen ihren Angestellten im Falle dafür geeigneter Tätigkeiten einräumen müssen. Die Entwicklung des Arbeitens von Zuhause ist aus einer kritisch-emanzipatorisch verstandenen Suffizienzperspektive jedoch aufmerksam zu verfolgen, da das Arbeiten im Homeoffice eine gewisse Gefahr der systematischen und unausgeglichenen Externalisierung von Kosten für Arbeitsmittel (z. B. Raum, Raumwärme, technische Geräte) von Arbeitnehmerinnen zu Arbeitgeber*innen birgt.

Die Vermeidung von Begleitfahrten ist nicht nur aus ökologischer Sicht wünschenswert, sondern geht potenziell einher mit mehreren positiven Nebeneffekten: Einerseits ermöglicht es im Falle von Kindern und Jugendlichen diesen ein höheres Maß an Autonomie und Selbständigkeit. Sofern das Gefahrenwerden durch aktive Mobilität ersetzt wird, geht dies zudem mit mehr körperlicher Aktivität einher. Beides hat positive Auswirkungen auf die physische und psychische Gesundheit und auf das Selbstbewusstsein von Kindern und Jugendlichen (z. B. Stark et al. 2018; Wild und Woodward 2021). Andererseits geht die Vermeidung von Begleitfahrten meist mit einer zeitlichen und finanziellen (und somit indirekt möglicherweise auch psychischen) Entlastung der Fahrer*innen, also in der Regel der Eltern, einher. Ein geeigneter Indikator wäre beispielsweise der mittlere Anteil der unbegleitet bzw. nicht mit dem Auto begleiteten Schulwege von Kindern und Jugendlichen in bestimmten Alters- oder Klassenstufen. Um einen möglichst hohen Anteil eigenständiger bzw. aktiver Schulwege zu erreichen, bedarf es unbedingt guter und sicherer Fuß- und Radwege – und zwar gut und sicher eben nicht nur für Erwachsene, sondern auch für Kinder. Da das (häufig durch die Eltern stark geprägte bzw. bestimmte) Mobilitätsverhalten in Kindheit und Jugend ein wichtiger Einflussfaktor für die Mobilitätspräferenzen im Erwachsenenalter ist (Haustein et al. 2009; Hopkins et al. 2021), ist dieser Indikator bzw. generell die Kinderfreundlichkeit städtischer Fuß- und Fahrradinfrastruktur von großer Bedeutung für die langfristige Entwicklung städtischer Mobilität. Daher wäre zu überlegen, den Modal Split von Kindern und Jugendlichen als eigenen Output-Indikator zu erheben.

Auch im Falle von Senior*innen oder anderweitig mobilitätseingeschränkten Personen, die gegenwärtig häufig (zumindest empfundenermaßen) auf Begleitfahrten angewiesen sind, ist ein möglichst hohes Maß an Autonomie und damit auch an autonomem Mobilsein wünschenswert. Da hier die aktiven Modi der Mobilität häufig nicht mehr in Frage kommen, wobei natürlich vieles dafür spricht, auch im Alter oder mit Mobilitätseinschränkung möglichst lange aktiv mobil zu sein, ist ein guter, günstiger sowie physisch und technisch barrierefreier ÖPNV eine entscheidende Voraussetzung für die Vermeidung von Begleitfahrten. Für Begleitfahrten von Senior*innen oder anderweitig mobilitätseingeschränkten Personen wird hier kein eigener Indikator entwickelt, da in Abschnitt 3.3.6 Indikatoren, die die genannten Aspekte des ÖPNV beschreiben, entwickelt werden.

Input-Indikatoren:

- Anteil der von den Arbeitnehmerinnen gestatteten Homeoffice-Arbeitstage an der Gesamtzahl der Arbeitstage in Beschäftigtenverhältnissen
- Anteil der von den Angestellten tatsächlich in Anspruch genommenen Homeoffice-Arbeitstage
- Anteil der Schulwege bei z. B. 8- bis 14-Jährigen, die ohne Begleitung Erwachsener zurückgelegt werden

3.3.3. Attraktivität des MIV

Die Attraktivität des motorisierten Individualverkehrs (wie auch aller anderen Modi der Mobilität) wird durch diverse Faktoren beeinflusst, die hier untergliedert nach den Aspekten der Kosten einerseits und der Bequemlichkeit der Nutzung andererseits betrachtet werden. In beide Bereiche fallen Einflussfaktoren, die häufig nicht in die Sphäre kommunaler Gestaltungsmöglichkeiten fallen, die hier aber dennoch aufgeführt werden.

Kosten des MIV

Unter die Kosten des motorisierten Individualverkehrs fallen die Kosten für den Zugang zur Nutzung – also die mit dem Fahrzeugbesitz verbundenen Kosten oder etwa eine Carsharing-Grundgebühr (s. Abschnitt 3.3.9) –, die Kosten der Nutzung selbst – also Energiekosten (für Kraftstoff bzw. Strom), Nutzungsgebühr (bei Carsharing) und ggf. Kosten für eine City-Maut – sowie die Kosten für das Parken des Fahrzeugs. Die Kosten für einen Stellplatz in unmittelbarer Nähe zur Wohnung bzw. für Anwohner*innenparken können wahlweise als mit dem Autobesitz verbundene Kosten oder als Parkkosten betrachtet werden. Die Kosten für Fahrzeugbesitz und Zugang zu Carsharing-Angeboten werden in Abschnitt 3.3.9 berücksichtigt und daher hier nicht weiter betrachtet. Für die Energiekosten könnten etwa die im Jahresdurchschnitt pro Liter Kraftstoff bzw. pro Kilowattstunde Ladestrom erhobenen Steuern als Indikator herangezogen werden.

Dem Aspekt der City-Maut kommt eine recht große Bedeutung zu, da eine Maut je nach Umsetzungsmodell die Möglichkeit bietet, viele der mit dem MIV verbundenen externalisierten Kosten zu internalisieren, und damit das Potential einer deutlichen Reduktion des MIV im innersätdtischen Bereich birgt, wie die wenigen bisher existierenden Beispiele zeigen (Croci 2016). Die Erfassung einer City-Maut als Indikator stellt sich aber alles andere als trivial dar, weil hier sehr verschiedene Modelle existieren bzw. diskutiert werden (Munir et al. 2021). Solange das Instrument der City-Maut so wenig verbreitet ist, genügt im ersten Schritt ein weitgehend binärer Indikator, der nach dem Vorhandensein einer City-Maut fragt. Um dabei zu etwas mehr Aussagekraft zu gelangen, könnte der Flächenanteil der Zone(n), in denen eine City-Maut erhoben wird, an der gesamten Stadtfläche als Indikator herangezogen werden. Prinzipiell wäre auch ein weiterer Indikator, der die mit der City-Maut verbundenen

(mittleren) Kosten für die Nutzer*innen beschreibt, wünschenswert. Aufgrund der sehr verschiedenen Mautmodelle müsste hier aber ein typischer oder wenige möglichst repräsentative Beispielfälle sorgsam definiert werden, sofern der Indikator auf Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Städten (und Mautmodellen) ausgelegt sein soll.

Auch die Erfassung der mit dem Parken verbundenen Kosten in einem aussagekräftigen, aber nicht zu sehr vereinfachenden Indikator ist aufgrund der verschiedenen Formen des Parkens und der häufig sehr unterschiedlich hohen damit verbundenen Gebühren nicht trivial. Sofern für das Parken überhaupt Gebühren erhoben werden, ist zumindest in Deutschland das Bewohner*innenparken mit Abstand am günstigsten: Nachdem die jährlichen Gebühren für entsprechende Parkausweise bis 2020 bundesweit auf 30,70 Euro gedeckelt waren (GebOSt 2011, Anlage zu § 1, Gebühren-Nummer 265), haben bisher erst vier Bundesländer[10] von der seitdem bestehenden Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Höhe der Gebühren freizugeben, d. h. deren Ausgestaltung den Kommunen zu überlassen (§ 6a Abs. 5a Straßenverkehrsgesetz). In den allermeisten deutschen Städten kostet demnach das Bewohner*innenparken bisher weniger als 10 Cent pro Tag. Das Parken in Gebieten, die der Parkraumbewirtschaftung unterliegen, ist in der Regel um ein Vielfaches teurer. Um die verschiedenen Formen des Parkens einigermaßen abzubilden, könnten beispielsweise die jeweils günstigsten Gebühren für Bewohner*innenparkausweise (pro Jahr) und für das zeitlich begrenzte Parken in der Innenstadt (pro Stunde) als Indikatoren herangezogen werden. Allerdings ist dabei zu bedenken, dass in Deutschland Gebührenordnungen diskutiert werden und in anderen Ländern möglicherweise bereits Anwendung finden, die die Höhe der Parkgebühren von verschiedenen Fahrzeugeigenschaften wie etwa Antriebsart, Gewicht, Höhe oder Länge abhängig machen. Dies ist im Sinne sowohl der möglichst gerechten Internalisierung von Kosten als auch der Schaffung von Anreizen hin zu suffizienteren bzw. weg von besonders nicht-suffizienten Fahrzeugtypen durchaus sinnvoll und wünschenswert, sollte aber im Falle der Erhebung der jeweils günstigsten Gebühren bedacht werden.

Input-Indikatoren zu Kosten des MIV (ohne Kosten für Fahrzeugbesitz):

- Energiekosten[11]: durchschnittliche Kosten für einen Liter Kraftstoff (Benzin und Diesel) bzw. eine Kilowattstunde Ladestrom oder durchschnittlich erhobene Steuern pro Liter Kraftstoff bzw. Kilowattstunde Ladestrom in Euro
- City-Maut: Flächenanteil der Maut-Zone(n) an der gesamten Stadtfläche
- Park-Kosten: jeweils niedrigste Gebühren für Bewohner*innenparken (pro Jahr) und Zeitparken in der Innenstadt (pro Stunde) in Euro

[10] Baden-Württemberg (SWR Aktuell 2021), Hamburg (Freie und Hansestadt Hamburg o. J.), Hessen (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen 2022) und Nordrhein-Westfalen (Zukunftsnetz Mobilität NRW 2022).

[11] Sofern die Indikatoren für den Vergleich verschiedener Städte und insbesondere der Städte verschiedener verwendet werden sollen, ist darüber nachzudenken, wie die Kosten geeignet normiert werden können, um diese trotz unterschiedlicher Niveaus der Einkommen und Lebenshaltungskosten sinnvoll vergleichen zu können. Kodukula et al. (2018, S. 8) verwenden dafür die Kosten der täglichen Ernährung (*cost of daily food*), in dieser Arbeit werden die Kosten eines ÖPNV-Monatstickets im Rahmen der Datenanalyse als Anteil des mittleren Monatseinkommens betrachtet (vgl. Kap. 4.1.5). Es sind aber auch verschiedene weitere Möglichkeiten der Normierung denkbar.

Bequemlichkeit der Nutzung des MIV

Beim Aspekt der Bequemlichkeit der Nutzung des MIV sind prinzipiell alle nicht-monetären Vorzüge und Anreize sowie Nachteile und Hindernisse – man könnte auch sagen alle nicht-monetären pull- und push-Faktoren – angesprochen. Jenseits des Kostenaspekts geht es im innerstädtischen Verkehr vor allem um die Fragen, wie schnell und einfach man mit dem Auto von A nach B kommt, wie viel Platz dem Autoverkehr eingeräumt wird und, allgemeiner gesprochen, welche Privilegien der MIV genießt. Bei der ersten dieser Fragen kann man etwa die Aspekte der Fahrzeit, der Wegsuche oder -flexibilität und der Parkplatzsuche näher betrachten.

Die Fahrzeit wird unter anderem beeinflusst durch die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten und durch den Verkehrsfluss, der wiederum z. B. durch Ampelschaltungen beeinflusst werden kann, sowie durch das Verhältnis zwischen der Länge der durch die Verkehrsführung vorgegebene Route und der kürzesten Weglänge. In Indikatoren gut abbilden lassen sich die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten – z. B. auf städtischen Hauptstraßen, auf Neben- bzw. Wohnstraßen sowie die höchste im Stadtgebiet zulässige Geschwindigkeit – und die verschiedene Einflussfaktoren integrierende innerstädtische Durchschnittsgeschwindigkeit, wobei letztere natürlich deutlich aufwändiger zu erheben ist als die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten.

Der Aspekt der Wegsuche und -flexibilität zielt darauf ab, wie frei und uneingeschränkt Autofahrende das Straßennetz nutzen können. Eine Einbahnstraße bietet Autofahrenden mit Blick auf die Flexibilität nicht den selben Nutzen wie eine Straße, die in beiden Richtungen befahren werden darf. Ein durchdachtes System aus (ggf. teilweise verkehrsberuhigten) Einbahnstraßen mit vorgegebenen Abbiegerichtungen wie etwa das Modell der Superblocks (s. Abbildung 3.6), das in Barcelona erprobt und weiter ausgebaut wird und durch das zwei Drittel der Straßen in entsprechenden Gebieten für den Durchgangsverkehr unbrauchbar werden, macht das Autofahren tendenziell komplizierter und letztlich unattraktiver im Vergleich zu einem Straßennetz aus überwiegend in beiden Richtungen befahrbaren Straßen mit freien Abbiegemöglichkeiten. Ein möglicher Indikator zur Beschreibung der Wegflexibilität ist der Anteil der Einbahnstraßenkilometer am städtischen Straßennetz, auch wenn die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Städten hierbei durch den recht großen Einfluss städtebaulich-historisch spezifischer Gegebenheiten – wie beispielsweise historische Stadtviertel mit so engen Straßen, dass diese ohnehin nur als Einbahnstraßen geeignet sind – eingeschränkt ist.

Die Bequemlichkeit des motorisierten Individualverkehrs hängt auch stark vom Parkplatzangebot ab – und zwar sowohl am jeweiligen Start- als auch am Zielort. Einerseits erhöht eine größere Entfernung zwischen Start bzw. Ziel und dem jeweiligen Parkplatz die Tür-zu-Tür-Zeit um einen potentiell sehr substantiellen Faktor. Andererseits kann bei einem knappen Angebot an Parkplätzen im Vergleich zur Nachfrage die Suche nach einem Parkplatz zusätzlich einiges an Zeit kosten. Insofern kann je nach Parkplatzsituation in einer Stadt die tatsächlich benötigte Tür-zu-Tür-Zeit deutlich länger sein als die reine Fahrzeit von Parkplatz zu Parkplatz und auch als die theoretisch benötigte Fahrzeit ohne Parkplatzsuche. Die Verknappung des Parkplatzangebots ist also – insbesondere aufgrund der bereits in

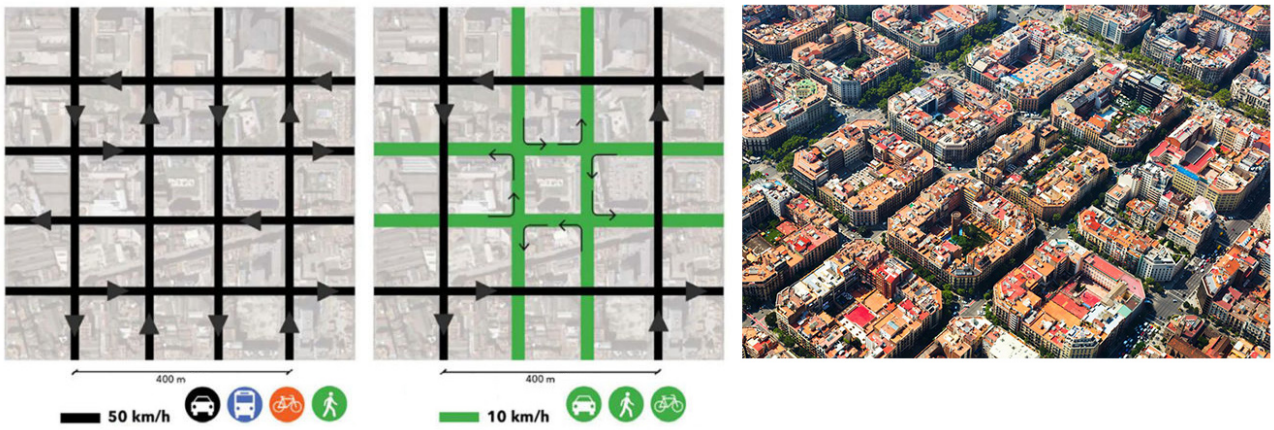


Abbildung 3.6.: Links: herkömmliche Verkehrsführung in Barcelona; Mitte: Konzept der Superblocks (spanisch: *superilles*); rechts: Luftaufnahme des Stadtteils Eixample. Quellen: Wang (2017) und Roberts (2017)

vorangegangenen Abschnitten erwähnten positiven Nebeneffekte und der gerechteren und gemeinwohldienlicheren Raumaufteilung – ein geeignetes und vielerorts bereits eingesetztes Mittel, um den Autoverkehr weniger attraktiv zu machen und ihn dadurch auch zu reduzieren. Ein recht einfacher Indikator für diesen Aspekt könnte etwa die Anzahl der insgesamt verfügbaren Parkplätze in einer Stadt oder auch die (bereits in Abschnitt 3.2.4 aufgeführte) Gesamtfläche für den ruhenden Verkehr sein, jeweils gewichtet mit der Bevölkerungsgröße oder der Zahl der zugelassenen Autos.

Input-Indikatoren:

- zulässige Höchstgeschwindigkeit auf städtischen Haupt-, Neben-/Wohnstraßen und im Stadtgebiet insgesamt
- Durchschnittsgeschwindigkeit des innerstädtischen Autoverkehrs
- Anteil Einbahnstraßen an Straßenkilometern
- Anzahl der Parkplätze im Stadtgebiet oder städtische Fläche für den ruhenden Verkehr (jeweils pro Einwohner*in oder pro zugelassenem Auto)

3.3.4. Attraktivität des Fußverkehrs

Während im Zuge der nachhaltigen Entwicklung in vielen Städten Radverkehr und ÖPNV schon seit einiger Zeit als notwendige umweltfreundlichere Alternativen zum MIV erkannt und gefördert wurden, wenn auch in den meisten Fällen bei weitem noch nicht konsequent genug, um von einer suffizienten Mobilität sprechen zu können (vgl. Ergebnisse der Datenanalyse, Kap. 4), wurde und wird der Fußverkehr eher vernachlässigt. Nach Jahrzehnten der Beschleunigung so gut wie aller Lebensbereiche Steffen et al. (2015); Rosa (2005) und der gleichzeitigen Entwicklung hin zu größeren Distanzen zum Arbeitsplatz und den Orten des alltäglichen Bedarfs sowohl in der Stadtplanung als auch in individuellen Lebensentwürfen lässt sich das Zufußgehen jenseits vom Spazieren leicht als

anachronistische Fortbewegungsform betrachten – und vielleicht war das bewusst oder unbewusst bei vielen Stadt- und Verkehrsplaner*innen und anderen, die mit städtischer Mobilität befasst sind, auch der Fall. Inzwischen mehren sich die Beispiele, die ein Umdenken erkennen lassen. Zwar ist das Zufußgehen die mit Abstand langsamste unter den typischen Formen der Fortbewegung, aber es ist auch die ressourcenschonendste Form, die zugleich zwischenmenschliche Begegnung und Interaktion am meisten ermöglicht und mit den tendenziell geringsten Gefahren und Beeinträchtigungen für andere Verkehrsteilnehmer*innen und Nicht-Verkehrsteilnehmer*innen einhergeht. Insofern sollte auch der Fußverkehr unbedingt sowohl aus ökologischer Sicht als auch im Sinne einer lebensfreundlichen Stadt Teil einer suffizienzorientierten Strategie im Bereich innerstädtischer Mobilität sein.

Wichtige Einflussfaktoren für die Attraktivität des Fußverkehrs sind der bereits in Kapitel 3.3.1 behandelte Aspekt der Stadt der kurzen Wege und verschiedene, zum Teil schwer zu quantifizierende Aspekte, die darauf abzielen, wie angenehm das Zufußgehen ist bzw. als wie angenehm es empfunden wird. Für letzteres spielen sicher die recht gut quantifizierbaren verkehrsbedingten Lärm- und Schadstoffimmissionen (vgl. Abschnitt 3.2.3 und 3.2.3) eine Rolle, aber auch der nicht zu beeinflussende Faktor Wetter bzw. Klima sowie die vergleichsweise gut zu messende Sicherheit des Fußverkehrs und die komplizierter zu erfassende Qualität und Barrierefreiheit der Fußverkehrsinfrastruktur. Schwer zu erfassen ist dagegen, als wie schön, interessant, anregend oder beruhigend die Umgebung erlebt wird. Auch das Höhenprofil einer Stadt kann ein (ebenfalls nicht sinnvollerweise zu beeinflussender) Einflussfaktor für die Attraktivität des Fußverkehrs sein, allerdings vermutlich kein richtungseindeutiger: während ein bergiges Höhenprofil tendenziell kein Vorteil für den Fußverkehrs sein sollte – höchstens gegenüber dem Radverkehr – kann der Fußverkehr in sehr bergigen Städten wie etwa im norwegischen Bergen dadurch im Vorteil sein, dass durch Treppen viel kürzere Wege möglich sind als mit allen rollenden Modi, sodass das Zufußgehen zwar durchaus anstrengend, aber mit vergleichsweise kurzen Wegzeiten verbunden sein kann.

Sinnvolle Indikatoren für die Sicherheit des Fußverkehrs wären etwa die Zahl der im Verkehr tödlich verunglückten sowie der durch Unfälle verletzten Fußgänger*innen, jeweils gewichtet mit der Bevölkerungsgröße[12][13]. Die Qualität der Fußverkehrsinfrastruktur lässt sich unter anderem mit der Breite der Fußwege, dem Anteil der barrierefreien Straßenkreuzungen und -querungen sowie der Zahl der Querungshilfen (Ampeln, Zebrastreifen) relativ zur Länge des Straßennetzes[14] beschreiben, auch wenn weitere Faktoren wie etwa die Ebenheit des Untergrunds insbesondere für mobilitätsbeeinträchtigte Personen eine Rolle spielen.

[12] Insbesondere in kleineren Städten, wo die Zahl der tödlichen Unfälle pro Jahr häufig im niedrigen einstelligen Bereich (einschließlich 0) liegt, kann die Unfallrate von Jahr zu Jahr großen Schwankungen unterliegen. Für ein robustes Monitoring sollte dieser Indikator daher als gleitender Mittelwert über mindestens drei bis fünf Jahre betrachtet werden.

[13] Die Rate sowohl tödlicher als auch nicht-tödlicher Unfälle mit Beteiligung von Fußgänger*innen kann sowohl als Input-Indikator für den Fußverkehr betrachtet werden als auch als Impact-Indikator für den überwiegend nur konzeptionell gemeinten Aspekt der Nebenfolgenintensität der Mobilität

[14] In einer Stadt, in der Autos maximal 30 km/h fahren dürfen und ein allgemeines Klima der Umsicht und gegenseitigen Rücksichtnahme herrscht, wären Querungshilfen viel weniger wichtig für ein gutes Sicherheitsgefühl im Fußverkehr. Insofern wäre es gewissermaßen ein Ziel von Suffizienz im Verkehr, diesen Indikator überflüssig zu machen.

Input-Indikatoren:

- durchschnittliche Weglänge zwischen Wohnung und Arbeitsplatz sowie Orten des alltäglichen Bedarfs (s. Abschnitt 3.3.1)
- Lärm- und Schadstoffbelastung (s. Abschnitt 3.2.3 und 3.2.3)
- tödliche verunglückte Fußgänger*innen im Verkehr relativ zur Bevölkerungsgröße[13]
- Unfälle mit Beteiligung von Fußgänger*innen relativ zur Bevölkerungsgröße[13]
- durchschnittliche Gehwegbreite
- Anteil der Gehwege, deren Breite einen Mindestwert (z. B. 1,20 Meter) unterschreitet
- Zahl der Querungshilfen relativ zur Länge des Straßennetzes[14]
- Anteil der barrierefreien Straßenkreuzungen und -querungen

3.3.5. Attraktivität des Radverkehrs

Für die Attraktivität des Radverkehrs können prinzipiell ähnliche Einflussfaktoren wie für den Fußverkehr identifiziert werden, wobei Barrierefreiheit hier eine kleinere Rolle spielt[15], dafür aber der Infrastruktur (nicht nur Radwege, sondern auch gute Abstellanlagen), sowie ggf. dem Bikesharing-Angebot eine größere Bedeutung zukommt. Die Qualität und ausreichende Quantität von Abstellanlagen ist allerdings schwer in einem einfach zu erfassenden Indikator abzubilden.

Die Attraktivität eines Bikesharing-Angebots sowie von Angeboten der Mikromobilität wie E-Scooter-Sharing hängt wiederum von mehreren Einflussfaktoren wie etwa den Kosten, der Niedrigschwelligkeit und der Flexibilität des Angebots ab. Geeignete Indikatoren wären hier beispielsweise die Zahl der jeweils zur Verfügung stehenden Fahrräder bzw. Fahrzeuge relativ zur Bevölkerungsgröße, im Falle eines *free-floating*-Systems der Flächenanteil der Zone, in der Fahrräder bzw. E-Scooter abgestellt werden dürfen, an der gesamten Stadtfläche, im Falle eines stationsgebundenen Systems die Stationsdichte pro Stadtfläche, und die Kosten für eine typische Nutzung (z. B. eine 10-, 15- oder 20-minütige Fahrt).

Input-Indikatoren:

- durchschnittliche Weglänge zwischen Wohnung und Arbeitsplatz sowie Orten des alltäglichen Bedarfs (s. Abschnitt 3.3.1)
- Lärm- und Schadstoffbelastung (s. Abschnitt 3.2.3 und 3.2.3)
- tödlich verunglückte Fahrradfahrer*innen relativ zur Bevölkerungsgröße
- Unfälle mit Beteiligung von Radfahrer*innen relativ zur Bevölkerungsgröße
- durchschnittliche Radwegbreite
- Länge des Radwegenetzes relativ zur Bevölkerungsgröße oder zur Stadtfläche
- Anteil der Radwege, deren Breite einen Mindestwert (z. B. 1,20 Meter) unterschreitet

[15] Allerdings sollte moderne Fahrradinfrastruktur auf die Bedürfnisse von Lastenrädern eingerichtet sein, was evtl. unter dem Aspekt der Barrierefreiheit gefasst werden könnte.

- Bike- und E-Scooter-Sharing
  - Anzahl der Sharing-Räder / -E-Scooter relativ zur Bevölkerungsgröße oder Stadtfläche
  - bei free-floating-System: Flächenanteil der Abstellzone(n) an der gesamten Stadtfläche
  - bei stationsgebundenem System: Stationsdichte: Anzahl der Stationen relativ zur Stadtfläche oder größte Entfernung zu einer Station innerhalb des Stadtgebiets
  - Kosten für eine typische Nutzung (z. B. 10-, 15- oder 20-minütige Fahrt)

3.3.6. Attraktivität des ÖPNV

Die Attraktivität des ÖPNV hängt von zahlreichen Faktoren ab, die sich grob fünf Aspekten zuordnen lassen: Kosten, Abdeckung, Barrierefreiheit, Sicherheit und Zuverlässigkeit, wobei den einzelnen Aspekten zum Teil einige Einflussfaktoren zugeordnet werden können. Die ÖPNV-Nutzung sollte generell möglichst günstig, einfach, komfortabel, sicher und zuverlässig sein.

Kosten des ÖPNV

Zunächst sollten möglichst alle Angebote des ÖPNV in einer Stadt über ein einheitliches, gemeinsames Tarifsystem verfügen. Dieses sollte eine günstige ÖPNV-Nutzung für verschiedene Szenarien ermöglichen und zugleich übersichtlich sein. Als Indikatoren für die Kosten der ÖPNV-Nutzung könnten beispielsweise die Kosten für eine Einzelfahrt sowie für ein Tages-, Wochen-, Monats- und Ganzjahresticket im Innenstadtbereich und im Standardtarif, also ohne Ermäßigung, herangezogen werden.

Input-Indikatoren:

- Preis einer Einzelfahrt bzw. einer Zeitkarte (Tages-, Wochen-, Monats-, Jahresticket)

Abdeckung des ÖPNV

Der Aspekt der Abdeckung ist aus planerischer Sicht sehr kompliziert und zugleich von großer Bedeutung, denn er umfasst sowohl die Haltestellendichte und die Taktung als auch die Linienführung sowie das Ineinandergreifen aller drei Teilaspekte. So kann etwa eine hohe Taktung bei mangelhafter Haltestellendichte (oder umgekehrt) die Attraktivität des ÖPNV entscheidend verringern. Zugleich sollten aus sowohl ökonomischer als auch sozial-ökologischer Perspektive allzu große Überkapazitäten, d. h. eine (im Durchschnitt) geringe Auslastung des ÖPNV, möglichst vermieden werden. Andererseits ist beim ÖPNV ein gutes Angebot zu einem gewissen Grad eine Voraussetzung für die mit Verzögerung darauf reagierende Nachfrage, sodass zum Teil deutliche Überkapazitäten im Bemühen um eine Verkehrsverlagerung vom MIV zum ÖPNV mitunter schwer zu vermeiden sind.

Mögliche Indikatoren für die räumliche Abdeckung des ÖPNV wären beispielsweise die Haltestellen- und Liniendichte bezogen auf das Stadtgebiet. Beides sind sehr einfach zu erfassende, wenn auch mit Blick auf die tatsächliche Attraktivität des ÖPNV nur begrenzt präzise Indikatoren. Als Indikator für die zeitliche Abdeckung könnte die durchschnittliche Taktung, d. h. die Zahl der Minuten pro Tag geteilt durch die mittlere Zahl der Abfahrten pro Haltestelle, herangezogen werden, ggf. eingeschränkt auf einen Kernzeitraum z. B. zwischen 6 und 24 Uhr.

Input-Indikatoren:

- Haltestellendichte, d. h. Anzahl der Haltestellen relativ zur Stadtfläche
- Liniendichte, d. h. Anzahl der Linien relativ zur Stadtfläche
- mittlere Taktung, d. h. Minuten pro Tag (bzw. pro Kernzeitraum) geteilt durch die mittleren Abfahrten pro Haltestelle (mittlere Abfahrten pro Haltestelle = Zahl der Abfahrten pro Tag bzw. Kernzeitraum insgesamt geteilt durch die Zahl der Haltestellen), evtl. bezogen auf einen Kernzeitraum (z. B. zwischen 6 und 24 Uhr)

Barrierefreiheit

Insbesondere für mobilitätseingeschränkte Menschen, für die aktive Formen der Mobilität über weitere Strecken nicht in Frage kommen, kann der ÖPNV nur dann eine gute Alternative zum Auto sein, wenn Haltestellen und Fahrzeuge barrierefrei zugänglich sind. Zudem sollte der ÖPNV auch auf technischer Ebene möglichst barrierefrei sein. Der Kauf eines Tickets beispielsweise oder das Herausfinden einer geeigneten Verbindung sollte möglichst einfach und nicht nur über eine Smartphone-App möglich sein. Geeignete Indikatoren für die (physische) Barrierefreiheit wären etwa die Anteile der barrierefreien Fahrzeuge und Haltestellen.

Input-Indikatoren:

- Anteil der barrierefrei zugänglichen Fahrzeuge des ÖPNV
- Anteil der barrierefrei zugänglichen Haltestellen des ÖPNV

Sicherheit

Wie bei allen Modi der Mobilität spielt der Aspekt der Sicherheit – und zwar der empfundenen wohl mehr als der tatsächlichen – eine große Rolle, da die regelmäßige Nutzung eines Verkehrsmittels, in oder mit dem mensch sich nicht sicher fühlt, dieses nicht besonders attraktiv macht. Beim ÖPNV geht es dabei weniger als bei Fuß- und Radverkehr um das Unfallrisiko und die Exponiertheit gegenüber anderen Verkehrsteilnehmer*innen, sondern um die Sicherheit vor Diebstahl sowie körperlichen und verbalen Übergriffen. Als Indikator kann hier die Zahl der polizeilich gemeldeten Übergriffe und Straftaten in Fahrzeugen des ÖPNV oder an Haltestellen in Relation zur Bevölkerungsgröße herangezogen werden.

Input-Indikator:

- Anzahl der polizeilich gemeldeten Übergriffe und Straftaten gegen Personen in Fahrzeugen und an Haltestellen des ÖPNV, relativ zur Bevölkerungsgröße

Zuverlässigkeit

Je unzuverlässiger der ÖPNV einer Stadt ist, desto weniger attraktiv ist er für die alltägliche Nutzung. Dazu zählen neben Verspätungen und Ausfällen auch verfrühte Abfahrten. Dabei gilt tendenziell: je höher die Taktung ist, desto geringer fallen Verspätungen oder Ausfälle einzelner Fahrten ins Gewicht. Als Indikator für die Zuverlässigkeit eignet sich am ehesten der Anteil komplett oder im Fahrtverlauf ausgefallener Fahrten an der Gesamtzahl der Fahrten pro Jahr.

Input-Indikator:

- Anteil der ausgefallenen Fahrten an der Gesamtzahl der Fahrten pro Jahr

3.3.7. Intermodalität

Die Möglichkeit und Niedrigschwelligkeit der Verschränkung verschiedener Modi insbesondere des Umweltverbunds spielt wohl keine ganz entscheidende Rolle in einer suffizienten Mobilitätswende, kann aber dennoch die Reduktion des motorisierten Individualverkehrs begünstigen und sollte insofern mitgedacht werden. Dabei geht es insbesondere um die Verknüpfung von ÖPNV und Radverkehr (bzw. Mikromobilität), sowohl mit Blick auf Sharing-Angebote als mit Blick auf den „konventionellen“ Radverkehr. Da der Aspekt der Intermodalität aber im Detail recht komplex und zugleich nicht von größter Bedeutung zu sein scheint, werden hierfür zunächst keine Indikatoren definiert.

3.3.8. Attraktivität von Ridesharing

Mit Ridesharing sind hier alle Fahrten des motorisierten Individualverkehrs gemeint, bei denen mehrere Personen mindestens einen Teil der Strecke gemeinsam fahren (allerdings ohne Begleitfahrten), egal ob dies privat zwischen Einzelpersonen verabredet (klassisches „Mitnehmen“), über eine App oder Plattform vermittelt oder kommerziell organisiert geschieht[16]. Beim Aspekt des Ridesharings muss beachtet werden, dass dieses im besten Fall attraktiver sein sollte als das Autofahren einzelner Personen, aber nicht attraktiver als der Umweltverbund. Anders ausgedrückt: Solange sich durch mehr Ridesharing die Zahl und Strecke der mit dem Auto zurückgelegten Wege nicht erhöht, ist es sozial-ökologisch gut, da dadurch die Zahl der Fahrzeugkilometer sinkt. Sobald aber Fahrten, die anderenfalls mit dem Umweltverbund getätigt worden wären, in Ridesharing-Fahrten konvertiert werden, verfestigt sich eher der Bedarf bzw. die Nachfrage nach motorisiertem Individualverkehr. Daraus

[16] Für kommerzielle Varianten des Ridesharings werden auch die Begriffe Ridehailing und Ridepooling verwendet.

ließe sich ableiten, dass es evtl. sinnvoller ist, einen relativen Anreiz für Ridesharing zu schaffen, indem ungeteilte Fahrten sanktioniert werden, anstatt Ridesharing positiv anzureizen. Ein geeigneter Input-Indikator konnte zu diesem Aspekt nicht identifiziert werden.

3.3.9. Attraktivität von Autobesitz

Hier ist zunächst festzustellen, dass die jeweilige Attraktivität von Autobesitz und Autoverkehr sich stark gegenseitig bedingt. Die Wahrscheinlichkeit ein Auto regelmäßig zu nutzen ist unter denen, die ein Auto besitzen bzw. über ein Auto verfügen, deutlich höher als unter Menschen, die kein Auto besitzen. Andersherum ist es weniger attraktiv ein Auto zu besitzen, wenn das Autofahren an sich weniger attraktiv ist. Insofern sind alle in Abschnitt 3.3.3 entwickelten Input-Indikatoren mindestens indirekt auch Input-Indikatoren für Autobesitz. Das gilt insbesondere für die mit dem Parken in unmittelbarer Nähe zur Wohnung verbundenen Kosten sowie für den Zeitaufwand der Parkplatzsuche, weil diese spürbar mit dem Besitz eines Autos zusammenhängen[17].

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die mit dem Autobesitz verbundenen Kosten sind die Steuern, die auf den Kauf, die Zulassung und das Halten von Fahrzeugen erhoben werden. Die Struktur und Höhe dieser Steuern wird jedoch in der Regel nicht auf kommunaler, sondern auf nationaler Ebene festgelegt. Die Besteuerung von Autobesitz variiert stark zwischen verschiedenen Ländern. Gemeinsam ist vielen Ländern, dass die verschiedenen Steuern so gestaltet sind, dass davon eine gewisse Lenkungswirkung ausgeht, sodass beispielsweise Fahrzeuge mit geringeren CO_2- und Schadstoffemissionen, geringerer Motorleistung oder geringerem Gewicht steuerlich begünstigt werden gegenüber Fahrzeugen mit entsprechend höheren Werten. Im Sinne einer über die Antriebswende hinausgehenden Mobilitätswende ist zu kritisieren, dass Elektroautos in vielen Ländern extrem begünstigt und vielfach gar nicht oder nur minimal besteuert werden. Wesentlich sinnvoller wäre eine Verschiebung der jeweils niedrigeren Besteuerungen hin zu den jeweils umweltfreundlicheren Antrieben, also letztlich eine Anhebung der Steuern für Verbrenner. Insgesamt eignet sich der Aspekt der Besteuerung nur bedingt dazu, Indikatoren daraus abzuleiten, zumal dann, wenn ein Vergleich über Ländergrenzen hinweg möglich sein soll, da in verschiedenen Ländern sehr unterschiedliche Besteuerungsmodelle angewendet werden und zudem innerhalb der jeweiligen Steuermodelle verschiedene Fahrzeuge und Fahrzeugtypen zum Teil sehr unterschiedlich besteuert werden, sodass für eine Vergleichbarkeit mehrere ausdifferenzierte Besteuerungsszenarien definiert werden müssten. Dennoch sollte die Besteuerung von Autobesitz aus einer suffizienzorientierten Perspektive auf jeden Fall in den Blick genommen werden, da dies jenseits von regulatorischen Maßnhamen einer der weniger Ansatzpunkte

[17] Die Strategien der Parkraumverknappung und höherer Gebühren für Anwohner*innenparken wirken tendenziell soziale Ungleichheit verstärkend, da Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Reihenhäuser häufig über eigene Parkplätze auf dem Grundstück verfügen und der Autobesitz somit für die tendenziell wohlhabenderen Menschen, die dort wohnen, nicht mit dem Zeitaufwand für die Parkplatzsuche und den ggf. steigenden Gebühren für einen Anwohner*innenparkausweis einhergeht. Nichtsdestotrotz sind beide Strategien sinnvolle Instrumente einer Suffizienzpolitik, die aber von anderen Maßnahmen flankiert werden sollten, die eine Ungleichheiten reduzierende Wirkung haben.

zur Beeinflussung nicht nur der Autobesitzrate an sich, sondern auch der Flotteneigenschaften (Antriebsart, Größe, Gewicht, Motorisierung) ist.

Es ist von einer suffizienzorientierten Perspektive aus zwar wünschenswert, Autos mit zunehmender Größe, höherem Gewicht und stärkerer Motorisierung sowie mit Verbrennungsmotor im Vergleich zu einem alternativen Antrieb höher zu besteuern, jedoch sollte diese progressive Steuerung nicht zu niedrig ansetzen, da auch vergleichsweise kleine und leichte E-Autos weit davon entfernt sind, ein ökologisch und sozial besonders gutes Verkehrsmittel zu sein. Daher werden hier die jeweils niedrigsten auf die Zulassung sowie die Haltung eines 1200 Kilogramm „leichten“ Kleinwagens (z. B. VW Polo VI) erhobenen Steuern[18] als Indikatoren für die politisch direkt beeinflussbaren mit dem Autobesitz verbundenen Kosten herangezogen.

Input-Indikatoren:

- niedrigste Zulassungssteuer oder -gebühr[18] für einen 1200 kg schweren Kleinwagen
- niedrigste Kfz- oder ähnliche jährliche Steuer für einen 1200 kg schweren Kleinwagen

Attraktivität von Carsharing

Carsharing spielt – analog zum Ridesharing (vgl. Abschnitt 3.3.8) – aus Suffizienzsicht eine ambivalente Rolle. Sofern ein vergleichsweise attraktives Carsharing-Angebot zu einer niedrigeren Autobesitzrate (und geringerer Autonutzung) führt als in einem Referenzfall ohne Carsharing (oder mit weniger attraktivem Carsharing-Angebot), ist Carsharing aus sozial-ökologischer Sicht vorteilhaft. Wenn es aber so attraktiv ist, dass es zu einer Zunahme des Autoverkehrs kommt, würde es den sozial-ökologischen Zweck verfehlen. Insbesondere bei kommerziellen Anbietern ist natürlich ohnehin nicht pauschal zu unterstellen, dass oder wie weit eine Verringerung der sozial-ökologischen Negativwirkungen des Verkehrs als Ziel im Zentrum der Aktivitäten steht. Im Kontext einer umfassenden Mobilitätswende, in der Autoverkehr und -besitz gegenüber dem Status quo drastisch reduziert wären, käme Carsharing aber eine wichtige Rolle dabei zu, gelegentliche „unvermeidliche“ Autofahrten ohne eigenen Autobesitz zu ermöglichen. Mit Blick auf diese Rolle erscheint ein stationsgebundenes Carsharing-Angebot tendenziell sinnvoller als ein free-floating-System.

Die tatsächliche Wirkung von Carsharing-Angeboten auf Autobesitz und -nutzungsverhalten ist empirisch nicht trivial zu untersuchen. In der Forschungsliteratur, die häufig auf Umfragen und insofern auf Selbsteinschätzungen der Nutzer*innen basiert, finden sich überwiegend Hinweise darauf, dass sowohl free-floating- als auch stationsbasierte Carsharing-Angebote einen moderat reduzierenden Effekt auf die Autobesitzrate haben (Giesel und Nobis 2016; Jochem et al. 2020; Becker et al. 2018, z. B.), wobei Carsharing sowohl dazu beitragen kann, dass Haushalte ein Auto abschaffen, als auch dazu, dass auf die Anschaffung eines Autos verzichtet wird. Eine deutsche Studie zum Anbie-

[18] Die jeweils *niedrigsten* Steuern (oder Gebühren) beziehen sich hier auf die weiteren Fahrzeugeigenschaften, die Einfluss auf die Besteuerung haben können, wie etwa die Antriebsart oder die Motorleistung.

ter car2go kommt dagegen zu dem Ergebnis, dass durch deren Angebot der Bestand an Autos sowie die verkehrsbedingten Treibhausgasemmissionen erhöht wurden, da mehr Autos bereitgestellt als private Autos abgeschafft wurden und die Autonutzung insgesamt stieg (Hülsmann et al. 2018). Eine belgische Studie legt nahe, dass Carsharing sich vor allem bei denjenigen Haushalten reduzierend auf die Autonutzung auswirkt, die aufgrund des Carsharing-Angebots ein Auto abgeschafft haben (Chapman et al. 2020). Bei Haushalten, bei denen Carsharing keinen Einfluss auf den Autobesitz hat, nimmt die Autonutzung dagegen tendenziell zu. Als einfacher, aber mit Vorsicht zu verwendender Input-Indikator für Autobesitz, wird hier die Zahl der im Rahmen von free-floating- und stationsgebundenem Carsharing verfügbaren Autos relativ zur Bevölkerungsgröße vorgeschlagen.

Input-Indikator:

- Zahl der Carsharing-Fahrzeuge relativ zur Bevölkerungsgröße

3.4. Zusammenfassung: Suffizienzindikatoren für Verkehr

In den vorangegangenen zwei Unterkapiteln wurden Output- und Input-Indikatoren für Suffizienz mit Blick auf den innerstädtischen Personenverkehr entwickelt. In Tabelle 3.2 sind alle zuvor entwickelten Indikatoren aufgelistet, wobei viele der dort aufgeführten und mit einer ID versehenen Indikatoren genau genommen Indikatorengruppen sind, die wiederum aus mehreren einzelnen Indikatoren bestehen oder zumindest *bestehen können*, denn das hier erarbeitete Indikatorenset wird natürlich weder als vollständig und abgeschlossen noch als ausschließlich in dieser Form und in diesem Umfang anzuwenden betrachtet. Es handelt sich vielmehr um ein recht umfassendes Set *möglicher* Suffizienzindikatoren, das mit dem Ziel entwickelt wurde, möglichst alle relevanten Aspekte in irgendeiner Form abzubilden, um so einen Ausgangspunkt für ein System der Quantifizierung von Suffizienz im Verkehrssektor zu schaffen, der bewusst bei einer recht hohen Komplexität und Ausdifferenzierung ansetzt, die für den Gebrauch in verschiedenen Anwendungsfällen den Zweck der Komplexitätsreduktion in dieser umfassenden Form noch nicht ausreichend erfüllt.

Die ‚RACER-Spalten' in Tabelle 3.2 enthalten eine erste eigene Einschätzung der verschiedenen entwickelten Indikatoren mit Blick auf die in Kapitel 2.2.3 vorgestellten RACER-Kriterien, mit denen Indikatoren auf ihre Relevanz zur Messung eines Sachverhalts, ihre Akzeptanz unter Expert*innen und Stakeholdern, ihre Glaubwürdigkeit und Verständlichkeit auch für Nicht-Expert*innen, die Einfachheit bzw. praktische Umsetzbarkeit der Erfassung und ihre Robustheit mit Blick auf den Zusammenhang zwischen der Messgröße und der eigentlichen Zielgröße bewertet werden können. Den hier eingetragenen Werten sollte aber nicht zu viel Bedeutung beigemessen werden – insbesondere die Akzeptanz und Glaubwürdigkeit sind ohne die Einbeziehung anderer Perspektiven äußerst schwer einzuschätzen. Stattdessen kann Tabelle 3.2 auch als Entwurf für ein zum Beispiel im Rahmen eines Expert*innenworkshops auszufüllenden Bewertungsschemas und die eingetragenen Werte als Bei-

spiel für die darin vorzunehmenden Eintragungen betrachtet werden. Dass die Bewertung der meisten Indikatoren in den meisten Kriterien hier im höheren Bereich (2 oder 3) liegt, ist darin begründet, dass bereits bei der Entwicklung und Identifikation möglicher Indikatoren darauf geachtet wurde, dass diese zur quantitativen Beschreibung des jeweils adressierten Aspekts möglichst geeignet sind, was Relevanz, Verständlichkeit, Messbarkeit und Robustheit betrifft. Daher finden sich kaum Indikatoren in der Übersicht, die anhand der Bewertung der RACER-Kriterien eindeutig zu verwerfen wären.

Hinsichtlich eines Forschungsinteresses, das einen breiten Vergleich von Städten verschiedener Länder erfordert oder darauf abzielt, wie im Rahmen dieser Arbeit versuchsweise für europäische Städte geschehen und in Kapitel 4 präsentiert, macht die Spalte *Eurostat* in Tabelle 3.2 deutlich, dass nur ein kleiner Teil der hier entwickelten Indikatoren in der vergleichsweise gut geeigneten *Cities and greater cities*-Datenbank der europäischen Statistikbehörde Eurostat zu finden ist.

Tabelle 3.2.: Übersicht aller in Kapitel 3.2 und 3.3 entwickelten Suffizienzindikatoren für den Verkehrssektor. Indikatoren, die primär als Output- bzw. Input-Indikatoren betrachtet werden, haben eine ID der Form o-N bzw. i-N. Die Werte in den RACER-Spalten entsprechen einer ersten Einschätzung auf folgender Skala: 0 = *überhaupt nicht …*, 1 = *wenig …*, 2 = *eher …* und 3 = *absolut zutreffend*.

ID	Indikator	Einheit	Output für	Input für	R (*relevant*)	A (*accepted*)	C (*credible*)	E (*easy to*)	R (*robust*)	Eurostat
o-1	innerstädtisches **Mobilitätsaufkommen pro Kopf**	Pkm / Kopf	BED	o-2	3	3	3	1	2	-
o-2	**Modal Split:** Modal Shares: Auto (-au) , Kraftrad (-mo), ÖPNV (-öv), Fahrrad (-fa), Fuß (-fu), Mikromob. (-mm); *Gruppen: MIV (-mi), aktive Modi (-am), Umweltverbund (-uv)* - wegebasiert (o-2a) und streckenbasiert (o-2b)	%	INT-(alle)	o-1	3	3	3	2 2 1	3	ja (bezogen nur auf die Wege zur Arbeit)
o-3	**Besetzungsquote**	Pers. / Auto	INT-(alle)	o-2	3	3	3	2	2	-
o-4	innerstädtische **Fahrzeugkilometer pro Auto**	Fkm / Auto	INT-(alle)		2	1	1	1	1	-
o-5	**Autobesitzrate** (und ggf. Kraftradbesitzrate)	Autos / Kopf	INT-(alle)	o-2, o-1	3	3	3	3	3	ja
o-6	durchschnittliches **Leergewicht von Autos** (o-6a), durchschnittliche **Abmessungen** (Länge, Breite, Höhe) (o-6b)	kg m	res, ene, emi	ene, emi	3	2	3	3	3	-
o-7	durchschnittliche **spezifische Motorisierung von Autos**	kW / t	res, ene, emi	ene, emi	3	2	3	3	3	-
o-8	durchschnittliches **Fahrzeugalter von Autos**	Jahre	res, ene, emi	emi	2	1	1	3	1	-
o-9	**Straßenkilometer** (o-9a) und/oder **Spurkilometer** (o-9b) - relativ zur Bevölkerungsgröße (-pop) - relativ zur Gesamtfläche der Stadt (-area)	km km / Kopf km / km²	INT-(alle)	o-2	2	2	2	2	2	-
o-10	Anteil der Bevölkerung, der am Wohnort einem bestimmten, zu definierenden Niveau an **Verkehrslärm** ausgesetzt ist - tagsüber (o-10-day) - nachts (o-10-night)	%	emi (Lärm) (Impact-Indikator)	(o-2)	2	2	2	0	2	ja (aber sehr geringe Daten-qualität und -verfügbarkeit)
o-11	**Feinstaubkonzentration** PM_{10} (-PM10) und $PM_{2,5}$ (-PM2,5), **Stickoxidkonzentration** (-NOx) - Jahresdurchschnitt (o-11a) - Tage, an denen ein Grenzwert überschritten wird (o-11b)	µg / m³	emi (Schadst.) (Impact-Indikator)		2	2	2	2	2	ja (PM10, NO2) - ja - ja
o-12	**Flächenverbrauch der Verkehrsinfrastruktur** insgesamt - relativ zur Bevölkerungsgröße (-pop) - relativ zur Gesamtfläche der Stadt (-area) - relativ zum gesamten Mobilitätsaufkommen (-pkm)	km² - m² / Kopf - % - m² / pkm	area		3	2	3	2	3	ja (aber sehr geringe Daten-qualität und -verfügbarkeit)

ID	Indikator	Einheit	Output für	Input für	R	A	C	E	R	eurostat
i-1	durchschnittliche **Weglängen** von der Wohnung zum Arbeitsplatz (-apla), zur jeweils nächstgelegenen allgemeinärztlichen Praxis (-arzt), Apotheke (-apo), Grundschule (-schu), Kita (-kita) und zum nächsten Supermarkt (-suma)	km		Stadt der kurzen Wege	3	2	2	0	2	nur Länge des Arbeitswegs mit dem Auto
i-2	Anteil der genehmigten (i-2a) und tatsächlich in Anspruch genommenen **Arbeitstage im Homeoffice** (i-2b)	%		Vermeidung von Wegen	2	2	2	1	2	-
i-3	**Anteil der Schulwege** in verschiedenen Altersklassen, die **ohne Begleitung Erwachsener** zurückgelegt werden	%		Vermeidung von Wegen	2	2	2	1	2	-
i-4	**Energiekosten:** mittlere Sprit- / Stromkosten pro 100 km (i-4a) und Anteil an Steuern an den Energiekosten (i-4b)	€ %		Attraktivität des MIV	2 2	2 2	2 2	1 1	2 2	-
i-5	**City-Maut:** Anteil der Maut-Zone(n) an der Stadtfläche	%		Attr. d. MIV	2	2	2	2	2	-
i-6	**Parkkosten:** niedrigste Gebühren für Bewohner*innenparken pro Jahr (i-6a) und Zeitparken in der Innenstadt pro Std. (i-6b)	€		Attr. d. MIV / Autobesitz	2	2	2	2	2	-
i-7	**Tempolimit** auf städtischen Haupt-, Neben- und Wohnstraßen (i-7a), höchstes Tempolimit im gesamten Stadtgebiet (i-7b) und Durchschnittsgeschwindigkeit des Autoverkehrs (i-7c)	km/h		Attraktivität des MIV	2 2	2 1	2 2	3 0	2 1	nur Ø-Tempo auf dem Arbeitsweg
i-8	Anteil der **Einbahnstraßen** an der Länge des Straßennetzes	%		Attr. d. MIV	2	1	1	2	1	-
i-9	Anzahl öffentlicher **Parkplätze** im Stadtgebiet, - relativ zur Bevölkerungsgröße (-pop) - relativ zur gesamten Stadtfläche (-area) - relativ zur Zahl der gemeldet Autos (-cars)	# Parkplätze - … / Kopf - … / km² - … / Auto		Attraktivität des MIV	2	2	2	1	2	-
i-10	**Flächen für die verschiedenen Modi der Mobilität**: Autoverkehr (-au) fließend (-f) und ruhend (-r), ÖPNV (-öv), Fahrrad- (inkl. Mikromobilität) (-fa-f und -fa-r) und Fußverkehr (-fu) - relativ zur gesamten Stadtfläche (-area) - relativ zur Fläche der Verkehrsinfrastruktur (-area-tr) - relativ zur jeweiligen Verkehrsleistung der Modi (-mode) alternativ: Straßen-/Spurkm (o-9), Länge Radwegenetz (i-17)	km² % % m² / pkm km	 Flächenintens.	Attraktivität (relativ) von MIV, ÖPNV, Fuß- und Radverkehr	2 2	2 2	2 2	1 2	2 2	- - / ja
i-11	**tödlich verunglückte** (i-11a) und **Unfälle mit verletzten** (i-11b) **Fußgänger*innen** im Verkehr relativ zur Bevölkerung	# Unfälle / 10.000 Ew.	(Impact-Indikator)	Attraktivität Fußverkehr	2	3	3	3 2	2	Zahl der Verkehrstoten
i-12	durchschnittliche **Gehwegbreite** (i-12a) und Anteil der Gehwege, deren Breite einen Mindestwert unterschreitet (i-12b)	m %		Attraktivität Fußverkehr	2	2	2	1	2	-

ID	Indikator	Einheit	Output für	Input für	R	A	C	E	R	eurostat
i-13	Zahl der **Querungshilfen** relativ zur Länge des Straßennetzes	# / km		Attr. Fußverk.	2	2	2	2	2	-
i-14	Anteil der **barrierefreien** Straßenkreuzungen und -querungen	%		Attr. Fußverk.	2	2	2	1	2	-
i-15	**tödlich verunglückte** (i-15a) und **Unfälle mit verletzten** (i-15b) **Radfahrer*innen** relativ zur Bevölkerung	# Unfälle / 10.000 Ew.	(Impact-Indikator)	Attraktivität Radverkehr	2	3	3	3 2	2	Zahl der Verkehrstoten
i-16	durchschnittliche **Radwegbreite** (i-16a) und Anteil der Radwege, deren Breite einen Mindestwert unterschreitet (i-16b)	m %		Attraktivität Radverkehr	2	2	2	1	2	-
i-17	**Länge des Radwegenetzes** relativ zur Bevölkerungsgröße (i-17a) und zur gesamten Stadtfläche (i-17b)	m / Kopf km / km²		Attraktivität Radverkehr	2	2	2	2	2	-
i-18	**Anzahl der in Sharing-Systemen verfügbaren Fahrräder** (i-18a) **und E-Scooter** (i-18b) relativ zur Bevölkerungsgröße (-pop) oder zur Stadtfläche (-area)	# / 1.000 Ew. # / km²		Attraktivität Radverkehr / Mikromobil.	2	2	2	2	2	-
i-19	bei free-floating-Systemen: **Flächenanteil der Abstellzone(n)** an der Stadtfläche (i-19a); bei stationsgebundenen Systemen: **Anzahl Stationen relativ zur Stadtfläche** (i-19b) oder **größte Entfernung** zu einer Station innerhalb des Stadtgebiets (i-19c)	% # / km² km		Attraktivität Radverkehr / Mikromobil.	2	2	2	2	2 2 1	-
i-20	**Nutzungsgebühren** für eine 10- (-10) oder 20-minütige Ausleihe (-20) oder, sofern möglich, für einen ganzen Tag (-day)	€		Attr. Radverk. / Mikromob.	2	2	2	2	2	-
i-21	**Preis für eine ÖPNV-Einzelfahrt** (i-21a) und für eine Zeitkarte (i-21b) für einen einen Monat (-mon) und ein Jahr (-yr)	€		Attraktivität des ÖPNV	3	3	3	3	2	Preis für ein Monatsticket
i-22	**Haltestellen- und Liniendichte:** Anzahl Haltestellen (i-22a) und Linien (i-22b) relativ zur Stadtfläche	# / km²		Attraktivität des ÖPNV	2 1	2 1	2 1	2 3	2 1	-
i-23	**mittlere Taktung**: Minuten pro Tag (i-23a) bzw. Kernzeitraum (i-23b) geteilt durch die mittleren Abfahrten pro Haltestelle	Min.		Attraktivität des ÖPNV	2	2	2	2	2	-
i-24	**Anteil der barrierefreien Fahrzeuge** (a) und **Haltestellen** (b)	%		Attr. d. ÖPNV	2	2	2	2	2	-
i-25	gemeldete **Übergriffe gegen Personen** in Fahrzeugen und an Haltestellen des ÖPNV relativ zur Bevölkerungsgröße	#		Attraktivität des ÖPNV	2	2	2	2	2	-
i-26	**Anteil der ausgefallenen an den vorgesehenen Fahrten**	%		Attr. d. ÖPNV	2	2	2	2	2	-
i-27	niedrigste **Zulassungssteuer** / -gebühr (i-27a) und jährliche **Kfz-Steuer** (i-27b) für einen 1200 kg schweren Kleinwagen	€		Attraktivität Autobesitz	3	2	2	2	2	-
i-28	Zahl der **Carsharing-Autos** relativ zur Bevölkerungsgröße	# / 1.000 Ew.		Attr. Autobes.	2	2	2	2	2	-

3.5. Output-Indikatoren für Wohnen

Methodisch analog zum Verkehrssektor, d. h. entlang der in Abbildung 3.2 dargestellten Aspekte von Suffizienz im Bereich Wohnen, werden im Folgenden zunächst Output- und dann Input-Indikatoren für den Wohnsektor entwickelt.

3.5.1. Wohnflächenbedarf

Als der zentrale Aspekt von Suffizienz im Wohnsektor wird hier der Wohnflächenbedarf bzw. die Wohnflächennutzung, gemessen in der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche (in Quadratmetern), aufgefasst, die insofern auch den offensichtlich wichtigsten Output-Indikator im Bereich Wohnen darstellt. Zusätzlich können aber weitere relevante Indikatoren benannt werden, die die durchschnittliche Wohnfläche zum Teil maßgeblich beeinflussen, aber dennoch als Output-Indikatoren zu betrachten sind, da sie nicht einer direkten Gestaltungsmöglichkeit unterliegen[19] und es sich nicht um infrastrukturelle Rahmenbedingungen handelt. Dazu zählen vor allem Indikatoren, die die Wohnform beschreiben, also insbesondere die Haushaltsgröße oder die Zahl der Zimmer pro Person. Für die Erfassung des Wohnflächenverbrauchs zunächst nicht notwendig, für mögliche politische Maßnahmen aber potentiell indikativ sind zusätzliche statistische Informationen über bestimmte Bevölkerungsgruppen in bestimmten Wohnformen wie etwa allein lebende Senior*innen.

Output-Indikatoren:

- durchschnittliche pro-Kopf-Wohnfläche
  - Zunahme der gesamten Wohnfläche relativ zur Bevölkerungszunahme
- durchschnittliche Haushaltsgröße
- Anteil der 1-Personen-Haushalte (und ggf. Anteil der allein wohnenden Rentner*innen)
- durchschnittliche Zahl der Zimmer pro Person

3.5.2. Flächenverbrauch des Wohnens

Bei dem Aspekt der Flächenintensität des Wohnens geht es nicht um die Wohnfläche selbst, die ja bereits als zentraler Aspekt behandelt wurde, sondern einerseits um die versiegelte Fläche und andererseits um den Gesamtbedarf an städtischer Fläche jeweils relativ zur Wohnfläche, wobei ersteres vor allem die ökoligsche Dimension von Suffizienz adressiert und letzteres eher den Aspekt der Verteilung und Nutzung städtischen Raumes und insofern eine soziale Dimension berührt. Während der

[19] Hier ist einschränkend zu erwähnen, dass mindestens auf nationaler Ebene *theoretisch* sehr weitreichende Möglichkeiten bestehen, durch regulatorische Bestimmungen auch direkten Einfluss auf die Wohnfläche oder etwa die verschiedenen Wohnformen zu nehmen. Allein, regulatorische Maßnahmen einer solchen Eindringtiefe in die Sphäre, die weitgehend unangefochten der rein individuellen Lebensgestaltung zugerechnet wird, erscheinen derzeit so unwahrscheinlich, dass die Möglichkeit einer direkten politischen Gestaltung hier als nicht gegeben betrachtet wird.

Geschosswohnungsbau typischerweise mit wenig versiegelter Grundfläche sowie einer insgesamt geringen Flächeninanspruchnahme im Verhältnis zur Wohnfläche einhergeht, stellt ein eingeschossiges Einfamilienhaus (Bungalow) mit Garage und / oder gepflasterter Einfahrt sowie eigenem Garten tendenziell das andere Extrem dar. Daher wäre so etwas wie der ‚Modal Split' der Wohngebäudeformen, z. B. unterteilt nach Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhaus (EFH, ZFH, MFH), Geschosswohnungsbau (GWB) und ggf. besonderen Wohneinrichtungen wie Senior*innenheime, ein möglicher Indikator (unter anderem) für die Flächenintensität des Wohnens. Ein die verschiedenen Wohnformen auf städtischer Ebene eher zusammenfassender Indikator wäre der Quotient aus der städtischen Siedlungsfläche und der insgesamt genutzten (oder verfügbaren) Wohnfläche.

Ein Aspekt, der gleichermaßen die Flächenintensität wie auch zumindest potentiell die Ressourcen-, Emissions- und Energieintensität des Wohnens betrifft, ist die Ausnutzung der theoretisch vorhandenen Kapazitäten an Wohnraum. Sofern potentieller Wohnraum für Ferien- oder Zweitwohnungen genutzt wird oder dauerhaft leer steht, kann dies den Bedarf an Neubau und zusätzlicher Flächeninanspruchnahme befeuern. In Kapitel 5.2.1 wird allerdings das mit einer Suffizienzperspektive auf Wohnraum verbundene Dilemma etwas ausführlicher diskutiert, ob Druck auf dem Wohnungsmarkt im ökologischen Sinne konstruktiv ist, wenn es gelingt, ihn in Richtung kleinerer Wohnflächen abzuleiten, anstatt zusätzliche Wohnraumkapazitäten durch die (mindestens relative) Verringerung von Leerstand sowie von Ferien- und Zweitwohnungen zu schaffen und dadurch gleichbleibende oder gar weiter steigende pro-Kopf-Wohnflächen zu begünstigen.

Da das Flächenziel einer suffizienzorientierten Wohnraumpolitik und Stadtplanung im Allgemeinen eine möglichst baldige Reduktion der (Netto-)Neuversiegelung für Wohnungsbau auf Null sein sollte, ist auch die wohnungsbaubedingte Neuversiegelung ein sinnvoller Suffizienzindikator.

Output-Indikatoren:

- ‚Modal Split' der Wohngebäude (z. B. Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser sowie Geschosswohnungsbau), d. h. Anteil der Haushalte in der jeweiligen Gebäudeform, im Bestand sowie bezogen auf Neubau
- städtische Siedlungsfläche relativ zur insgesamt genutzen (bzw. verfügbaren) Wohnfläche
- jährliche wohnungsbaubedingte (Netto-)Neuversiegelung
- *Auslastung der Kapazitäten*
  - Anteil Leerstand am Wohnungsbestand (bezogen auf Wohnungen und / oder Wohnfläche)
  - Anteil Ferien- und Zweitwohnungen am Wohnungsbestand (bezogen auf Wohnungen und / oder Wohnfläche)

3.5.3. Energieverbrauch des Wohnens

Der mit dem Wohnen und Wohnungsbau verbundene Energieverbrauch kann als folgende Summe betrachtet werden:

$$E_{Wohnen} = \underbrace{E_{Raumwärme} + E_{Warmwasser} + E_{Strom} + E_{Kochen}}_{E_{Haushalte}} + E_{Bau+Sanierung} \tag{3.5}$$

Dabei schließt $E_{Raumwärme}$ die Klimatisierung mit ein. E_{Strom} bezieht sich auf alle Stromverbräuche im Haushalt, die nicht der Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser oder zum Kochen dienen, da diese durch eigene Terme repräsentiert sind, oder dem Laden von E-Fahrzeugen, da dies konzeptuell der Mobilität zuzurechnen ist.

Die meisten Wohngebäude in Europa weisen noch keine sehr guten Dämmstandards auf. Der mit der Erzeugung von Raumwärme verbundene Endenergieverbrauch ist daher in vielen Ländern Europas[20] der mit Abstand größte unter den in Gleichung 3.5 aufgeführten Termen. Daher und weil die anderen Summanden auf Ebene der Haushalte stark vom individuellen Verhalten abhängig sind und nur sehr bedingt durch infrastrukturelle Rahmenbedingungen beeinflusst werden können, werden im Folgenden nur die Energieverbräuche für Raumwärme sowie für Bau und Sanierung näher betrachtet. Für die Raumwärme kann eine ‚Kaya-Zerlegung' wieder verschiedene Einflussfaktoren erkennbar machen:

$$E_{Raumwärme} = B \cdot \frac{1}{p} \cdot A_{Wohnung} \cdot h \cdot \Delta T \cdot \epsilon \tag{3.6}$$

Dabei steht B wie zuvor für die Bevölkerungsgröße, p ist die durchschnittliche Haushaltsgröße, $A_{Wohnung}$ die durchschnittliche Wohnungsgröße (in m^2), h die durchschnittliche Deckenhöhe, ΔT die Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innentemperatur, die durch Heizen (oder Kühlen) überwunden wird, und ϵ der mittlere spezifische Energiebedarf pro Kubikmeter Raumvolumen (oder anders ausgedrückt pro Quadratmeter Wohnfläche und pro Meter Deckenhöhe) und pro Grad Celsius Temperaturdifferenz. Das Produkt $1/p \cdot A_{Wohnung}$ entspricht der mittleren Wohnfläche pro Kopf.

Die Temperaturdifferenz ΔT hängt einerseits stark von den klimatischen Bedingungen[20] und andererseits von der auf Ebene der Haushalte gewählten Raumtemperatur ab, auf die geheizt (oder gekühlt) werden muss. Diese ist in erster Linie eine Frage individueller Bedürfnisse und Gewohnheiten. Die Wahl der Raumtemperatur liegt im Bereich des individuellen Verhaltens und lässt sich auch durch institutionelle Rahmenbedingungen nur bedingt beeinflussen[21].

[20] Der Raumwärmebedarf hängt neben der Dämmung auch maßgeblich von den klimatischen Bedingungen ab und variiert insofern stark innerhalb einzelner Länder und noch mehr zwischen den verschiedenen Ländern bzw. Regionen Europas. Ähnliches gilt für den Bedarf an Klimatisierung.

[21] Institutionelle Rahmenbedingungen, die die Temperatur im privaten Wohnraum beeinflussen, können beispielsweise Rechtsnormen zur erforderlichen Mindesttemperatur sein oder auch allgemeinere Sparanreize wie progressive Energietarife oder schlichtweg sehr hohe Energiekosten.

Der spezifische Energiebedarf ϵ hängt maßgeblich von der Gebäudedämmung (Effizienz) ab. Je besser die Gebäudedämmung, desto größer wird aber auch hier der Einfluss des individuellen Verhaltens insbesondere mit Blick auf das Lüften[22]. Die durchschnittliche Haushaltsgröße p und der zentrale Indikator der pro-Kopf-Wohnfläche wurden bereits in Abschnitt 3.5.2 aufgeführt. Die verbleibenden Terme aus Gleichung 3.6 sind die durchschnittliche Wohnungsgröße $A_{Wohnung}$ und die Deckenhöhe h. Erstere ist für sich genommen kein geeigneter Indikator, denn sofern vergleichsweise viele Menschen in einer großen Wohnung leben, ist das eine vergleichsweise suffiziente Form des Wohnens, und entsprechend andersherum. Die Wohnungsgröße lässt sich aber auch als das Produkt aus der durchschnittlichen Zahl und der durchschnittlichen Größe der Zimmer ausdrücken: $A_{Wohnung} = N_{Zimmer} \cdot A_{Zimmer}$[23]. Für die Zahl der Zimmer gilt dabei im Wesentlichen das selbe wie für die Wohnungsgröße, aber die durchschnittliche Größe der Zimmer wäre zumindest als Indikator in Erwägung zu ziehen. Noch mehr als im Verkehrssektor Fahrzeugbestand und -neuzulassungen sinnvollerweise unterschiedlich betrachtet werden sollten, gilt dies für den Gebäudebestand und -neubau beim Wohnen bzw. bei Gebäuden, denn die substantielle Veränderung mancher Parameter wie hier etwa der Wohnungsgröße oder der Deckenhöhe wäre im Bestand mit erheblichem baulichem Aufwand verbunden und kommt insofern im großen Maßstab kaum in Betracht.

Für den mit Bau und Sanierung verbundenen Energieverbrauch $E_{Bau+Sanierung}$ kann der (Brutto-)Zubau an Wohnfläche als Indikator herangezogen werden. Für die Erfassung der wohnflächenbezogenen Energie*intensität* von Neubau und Sanierung sind am ehesten die bereits aufgeführten Indikatoren zur Gebäudeart sowie die mittlere Decken- bzw. Geschosshöhe relevant für Suffizienz.

Output-Indikatoren:

- durchschnittliche Deckenhöhe im Bestand und beim Neubau
- durchschnittliche Zimmergröße im Bestand und beim Neubau
- (Brutto-)Zubau an Wohnfläche, relativ zur Bevölkerung

3.5.4. Ressourcenverbrauch des Wohnens

Der Ressourcenverbrauch im Gebäudesektor fällt praktisch ausschließlich beim Bau und in deutlich geringerem Maße bei Sanierungsmaßnahmen an, das Wohnen im Sinne der Nutzung eines Gebäudes zum Wohnen geht aber mit so gut wie keinen Ressourcenverbräuchen einher[24]. Das bedeutet, dass zwar die im Gebäudebestand gebundenen Ressourcen mit Indikatoren erfasst werden können, für ei-

[22] Bei einem Gebäude mit ohnehin hohen Wärmeverlusten fällt der Wärmeverlust etwa durch Dauerlüften bei gleichzeitigem Heizen relativ weniger ins Gewicht als bei einem Gebäude mit potentiell sehr geringen Wärmeverlusten.

[23] Damit diese Gleichung exakt stimmt, sollten den Zimmergrößen konzeptuell die Flächen der ebenfalls direkt oder indirekt beheizten Räume, die aber üblicherweise nicht als Zimmer gezählt werden (z. B. Flure, Toiletten und Badezimmer, Küche) anteilig zugerechnet werden

[24] Gemeint ist hier nur der Ressourcenverbrauch der baulichen Infrastruktur, aber nicht der natürlich auch mit dem Wohnen einhergehende Ressourcenverbrauch für Inneneinrichtung sowie Haushaltsgegenstände und -geräte etc., der hier im Bereich des individuellen Konsums verortet wird.

ne Suffizienzindikatorik aber, die als Richtschnur für eine Politik und / oder Stadtplanung mit Blick auf bestimmte Ziele dienen soll, der Neubau hier von größerer Relevanz ist. Im Sinne der Ressourcen- wie auch der Flächen-, Energie- und Emissionsintensität des Wohnens ist die Vermeidung von Neubau insofern einer der zentralen Aspekte von Suffizienz im Bereich Wohnen. In dem Maße, in dem Neubau (inkl. Aufstockungen u.ä.) stattfindet, sind die bereits aufgeführten Indikatoren wie der ‚Modal Split' der Gebäudeart sowie die durchschnittliche Deckenhöhe und Zimmergröße auch geeignete Indikatoren für den Ressourcenverbrauch des Wohnens. Aus einer Konsistenzperspektive und im Sinne von Klimaschutz und Nachhaltigkeit spielt es dabei eine entscheidende Rolle, *welche* Ressourcen bei Bau und Sanierung zum Einsatz kommen. Dies erscheint aber im Rahmen einer *Suffizienz*indikatorik nicht als ein notwendigerweise zu adressierender Aspekt.

3.5.5. Emissionen des Wohnens

Im Bereich des Wohnens geht es in erster Linie um Treibhausgasemissionen. Schadstoffemissionen fallen hauptsächlich durch Baufahrzeuge und -maschinen an, Lärmemissionen fallen ebenfalls bei baulichen Maßnahmen an und gehen ansonsten in sehr unterschiedlicher Weise von den Bewohner*innen selbst aus, sind aber kaum prinzipiell an die Nutzung einer Wohnung geknüpft.

Die mit dem Wohnen verknüpften Treibhausgasemissionen hängen einerseits eng mit den in Abschnitt 3.5.3 aufgeführten Energieverbräuchen sowohl beim Bau und bei der Sanierung als auch im Zuge der Nutzung zusammen, sofern die Energieproduktion bzw. -nutzung jeweils mit Treibhausgasemissionen verknüpft ist. Andererseits ist insbesondere der Baustoff Beton zusätzlich mit prozessbedingten CO_2-Emissionen verknüpft. Um die bilanzielle Treibhausgasintensität des Wohnens möglichst gering zu halten, sollten also einerseits Wohngebäude möglichst lange genutzt und andererseits möglichst wenige Gebäude neu gebaut werden. Beim Neubau, sofern er notwendig und sinnvoll ist, sollte in Anbetracht der möglichst langen Lebensdauer von Gebäuden großes Gewicht auf eine hohe Gebäudeeffizienz sowie möglichst nachhaltige Baustoffe (Konsistenz) gelegt werden. Da die Aspekte der Effizienz und der Konsistenz in diesem Rahmen aber nicht in der Indikatorik abgebildet werden sollen und die suffizienzrelevanten Aspekte mit Blick auf den Neubau (z. B. Gebäudeart und Deckenhöhe) bereits in den verangegangenen Abschnitten erläutert wurden, werden an dieser Stelle keine zusätzlichen Output-Indikatoren vorgeschlagen.

3.6. Input-Indikatoren für Wohnen

Im Bereich Wohnen stellt sich mit Blick auf infrastrukturelle Rahmenbedingungen eine deutlich andere Situation dar als im Verkehr. Während der Verkehr in physisch-technischen Infrastrukturen stattfindet, die der öffentlichen Daseinsvorsorge unterliegen und die durch ihre Ausgestaltung bestimmte Nutzungsweisen vorgeben oder nahelegen können, sind Wohninfrastrukturen in der großen Mehrzahl

Gebäude, über die von privaten Einzelpersonen oder Unternehmen verfügt wird. Insbesondere der Bau von Gebäuden unterliegt zwar einer Vielzahl regulativer Bestimmungen, aber dafür, wie ein Wohngebäude genau genutzt wird, gibt es wenig Vorschriften. Hinsichtlich möglicher Input-Indikatoren bedeutet das zunächst: Solange Wohninfrastrukturen in aller erster Linie private Strukturen und Wohnangebot und -nachfrage über einen freien Markt vermittelt sind, kann durch politische Gestaltung fast nur über die institutionellen Rahmenbedingungen Einfluss auf die sozialen Praktiken des Wohnens genommen werden. Im deutlichen Kontrast zum Verkehrssektor können hier keinerlei Eigenschaften materieller Infrastrukturen sinnvollerweise als Input-Indikatoren identifiziert werden. Das bedeutet aber keineswegs, dass Suffizienzpolitik im Sektor Wohnen nicht möglich wäre, und es bedeutet auch nicht per se, dass hier keine Input-Indikatoren identifizert werden können. Allerdings stellen sich die Möglichkeiten und Ansätze regulatorischer und fiskalischer Maßnahmen sowie möglicher Anreizstrukturen als derart vielfältig dar, dass eine Abbildung eines solchen institutionellen Regimes durch Indikatoren, die auch einen Vergleich zwischen verschiedenen geografischen Entitäten zulassen würden, äußerst schwierig ist. Eine Größe, die als ein zumindest einigermaßen geeigneter Input-Indikator erscheint, ist der Anteil der Wohnungen (oder der Wohnfläche) in direktem oder indirektem kommunalem Eigentum, denn darüber ergibt sich immerhin die Möglichkeit einer direkten Beeinflussung der Wohninfrastruktur sowie ihrer Nutzung. Allerdings ist dieser Indikator nicht robust in dem Sinne, dass ein vergleichsweise hoher Anteil kommunaler Wohnungen noch lange nicht bedeutet, dass dies auch tatsächlich genutzt wird, um beispielsweise Einfluss auf Haushaltsgrößen oder auf die Zahl der Zimmer oder die Wohnfläche pro Kopf zu nehmen. Vielmehr stellt er eine begünstigende Voraussetzung für eine suffizienzorientierte Wohnpolitik dar.

Input-Indikator:

- Anteil der Wohnungen (oder der Wohnfläche) in kommunalem Eigentum

3.7. Zusammenfassung: Suffizienzindikatoren für Wohnen

In den vorigen Abschnitten wurden Suffizienzindikatoren für den Bereich Wohnen entwickelt, die in Tabelle 3.3 zusammengefasst aufgelistet sind. Gegenüber einigen Output-Indikatoren wurde aber nur ein einziger Input-Indikator identifiziert, was im starken Kontrast zu der Vielzahl an Input-Indikatoren im Verkehrssektor steht (vgl. Tab. 3.2).

Im folgenden Kapitel werden von den in diesem Kapitel entwickelten Indikatoren all diejenigen auf Basis der hier verwendeten Eurostat-Daten untersucht, die gemäß der Spalte Eurostat in den Tabellen 3.2 und 3.3 mit den jeweils genannten Einschränkungen im Datensatz vorhanden sind.

Tabelle 3.3.: Übersicht aller in Kapitel 3.5 und 3.6 entwickelten Suffizienzindikatoren für den Wohnsektor. Indikatoren, die primär als Output- bzw. Input-Indikatoren betrachtet werden, haben eine ID der Form o-N bzw. i-N. Die Werte in den RACER-Spalten entsprechen einer ersten Einschätzung auf folgender Skala: 0 = *überhaupt nicht …*, 1 = *wenig …*, 2 = *eher …* und 3 = *absolut zutreffend*.

ID	Indikator	Einheit	Output für	Input für	R (*relevant*)	A (*accepted*)	C (*credible*)	E (*easy to monitor*)	R (*robust*)	eurostat
o-1	durchschnittliche **pro-Kopf-Wohnfläche** bezüglich bewohnter Wohnfläche und bezüglich der insgesamt verfügbaren Wohnfläche inkl. Leerstand und Ferien-/Zweitwohnungen: (-pot)	m² / Kopf	BED		3 2	3 2	3 2	2 2	3 2	ja -
o-2	**relative Entwicklung der Wohnfläche**: Zunahme der Gesamtwohnfläche relativ zur Veränderung der Bevölkerungsgröße	m² / Kopf	BED		2	1	1	2	2	-
o-3	durchschnittliche **Haushaltsgröße** (o-2a) und ‚Modal Split' der Haushaltsgrößen (z.B. 1, 2, 3, 4, 5+) (o-2b)	Pers. / Haush. %	BED	o-1	3 3	3 3	3 3	2 2	3 3	ja (berechnet) ja (1-P.-Hh.)
o-4	durchschnittliche Zahl der **Zimmer pro Person**	Zimmer / Kopf	BED	o-1	3	3	3	2	2	-
o-5	Modal Split der **Wohngebäudearten** (EFH, ZFH, MFH, GWB) - bezogen auf den Bestand (o-5a) - bezogen auf den Neubau (o-5b)	%	INT-(alle)	INT-(alle)	2	2	2	2	2	ja (nur Anteil der Haushalte in Häusern)
o-6	**Siedlungsfläche relativ zur Wohnfläche** - versiegelte Siedlungsfläche (o-5a) - gesamte Siedlungsfläche (o-5b)	m² / m²	area		2	2	1	1 2	2	-
o-7	jährliche wohnungsbaubedingte **Netto-Neuversiegelung**	m² / Kopf	area		3	3	3	3	2	-
o-8	Anteil **Leerstand** (-leer) und **Ferien- / Zweitwohnungen** (-fez) am Wohnungsbestand, - bezogen auf die Wohnfläche (o-7a) - bezogen auf die Anzahl der Wohnungen (o-7b)	%	BED, area		2 2	2 2	2 2	1 2	1 1	ja (nur Leerstand, berechnet)
o-9	mittlere **Deckenhöhe** im Bestand (o-8a) und im Neubau (o-8b)	m	ene, res, area		2	2	2	1	2	-
o-10	mittlere **Zimmergröße** im Bestand (o-8a) und Neubau (o-8b)	m²	ene	o-1	1	1	2	1	1	-
o-11	Brutto-**Zubau an Wohnfläche** relativ zur Bevölkerungsgröße	m² / Kopf	ene, res, emi		2	2	2	2	2	-
i-1	Anteil der **Wohnungen in kommunalem Eigentum** - bezogen auf die Zahl der Wohnungen (i-1a) - bezogen auf die gesamte Wohnfläche (i-1b)	%		o-1, o-3, o-4	1	1	1	2	2	-

4. Ergebnisse der Datenanalyse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Analyse der zu den im vorigen Kapitel entwickelten Suffizienzindikatoren passenden Variablen des *Cities and greater cities*-Datensatzes von Eurostat präsentiert. Dabei werden zunächst in Kapitel 4.1 die Indikatoren für den Verkehrssektor und in Kapitel 4.2 für den Wohnsektor untersucht.

4.1. Verkehr

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Datenanalyse der im Eurostat-Datensatz enthaltenen Output-Indikatoren für den Verkehrssektor (Modal Split: 4.1.1, Autobesitzrate: 4.1.2) und anschließend die vorhandenen Input-Indikatoren (Länge des Arbeitswegs: 4.1.3, Länge des Radwegenetzes: 4.1.4, Kosten eines ÖPNV-Monatstickets: 4.1.5) gezeigt und erläutert.

4.1.1. Modal Split (Output-Indikator)

Der Modal Split ist einer der zwei zentralen Output-Indikatoren, die im verwendeten Datensatz (näherungsweise) enthalten sind. Da allgemeine Werte für den Modal Split im Eurostat-Datensatz auf Städteebene weder wege- noch streckenbasiert vorliegen, werden hier die im Datensatz enthaltenen Anteile der Wege zur Arbeit mit dem Auto, ÖPNV, Motorrad, Fahrrad oder zu Fuß herangezogen und im folgenden als Modal Shares bzw. zusammengefasst als Modal Split bezeichnet. Während es sich dabei um eine aussagekräftige und brauchbare Näherung für den allgemeinen Modal Split des innerstädtischen Personenverkehrs handelt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Modal Split bezogen auf die Wege zur Arbeit Verzerrungen gegenüber dem Modal Split aller Wege aufweist, die auch systematisch zu Gunsten oder Ungunsten einzelner Modi ausfallen können.

Autoverkehr

Abbildung 4.1 enthält vier Grafiken zur Auswertung der jeweils aktuellsten Daten zum Modal Share des Autoverkehrs. Drei der vier Grafiken (Abb. 4.1 (a), (b) und (c)) folgen in fast allen Abbildungen zu den jeweils aktuellsten Daten dem selben Schema, das in Tabelle 4.1 (S. 72) erläutert wird.

Aus Abbildung 4.1 (a) wird deutlich, dass der Autoverkehr in einem Großteil der Städte das dominante Mittel der Fortbewegung ist: In den meisten Städten liegt der Modal Share des Autoverkehrs zwischen 60 und 80 Prozent, während er nur in einem kleinen Teil der Städte weniger als 50 Prozent beträgt. Die Verschiebung der Häufigkeitsverteilung der aktuellsten (farbige Balken im Vordergrund)

gegenüber den ältesten Daten (graue Balken im Hintergrund) lässt einen leichten relativen Rückgang des Autoverkehrs erkennen. Aus Abbildung 4.1 (b) wird ersichtlich, dass der Autoverkehrsanteil mit zunehmender Bevölkerungsgröße tendenziell abnimmt. Insbesondere die höchsten Werte gehen ab einer Größe von etwa 400.000 Einwohner*innen deutlich zurück. Dies spiegelt sich auch in der negativen Korrelation zwischen Autoverkehrsanteil und (dem Logarithmus der) Bevölkerungsgröße sowohl innerhalb der meisten Länder als auch länderübergreifend wider (s. Tab. B.3, Zeile 1).

Aus Abbildung 4.1 (c) geht hervor, dass der Autoverkehrsanteil sich in den meisten Ländern Mittel- und Westeuropas in einer ähnlichen Spanne bewegt, wobei er in französischen, britischen und insbesondere italienischen Städten tendenziell etwas höher ist als in deutschen Städten. Bei Frankreich fällt auf, dass sich dort der gewichtete und der ungewichtete Mittelwert (orangenes Kreuz bzw. orangener Kreis) um fast 10 Prozent voneinander unterscheiden, was darauf hinweist, dass der Anteil des Autoverkehrs dort besonders stark mit der Größe der Stadt variiert. Die Datenlage in den osteuropäischen Ländern ist leider insgesamt nicht sehr gut und beim Modal Share besonders dürftig. Für slowakische und bulgarische Städte allerdings sind in diesem wie auch in einigen anderen Indikatoren Daten vorhanden. Hier zeigt sich in den Daten ein deutlich niedrigerer Anteil des Autoverkehrs als in den anderen Regionen Europas. Die Mittelwerte liegen in beiden Ländern bei 20 bis 25 Prozent. In Abbildung 4.1 (d) ist zu sehen, dass es einen starken statistischen Zusammenhang zwischen dem Anteil des Autoverkehrs und der Autobesitzrate gibt. In Deutschland ist dieser Zusammenhang in doppelter Hinsicht besonders stark: Einerseits weisen die beiden Indikatoren mit $r = 0,85$ eine sehr hohe Korrelation auf und andererseits zeigt die Regressionsgerade für die deutschen Städte, dass hier der Autoverkehrsanteil mit zunehmender Autobesitzrate besonders stark ansteigt[1].

Eine zweite Auswertungsabbildung, die für die meisten relevanten Indikatoren innerhalb des Eurostat-Datensatzes angefertigt wurde und die wiederum aus vier Grafiken besteht, die alle einem sich wiederholenden Schema folgen, befasst sich mit der zeitlichen Entwicklung des jeweiligen Indikators. In Tabelle 4.2 ist das Schema der Abbildungen zur zeitlichen Entwicklung genauer erläutert. Hierbei muss darauf hingewiesen werden, dass diese Abbildungen jeweils einen *Versuch* darstellen, die zeitliche Entwicklung der jeweiligen Indikatoren abzubilden, der aufgrund der bei den meisten Indikatoren bzw. für die meisten Städte sehr geringen Vollständigkeit der Daten als explorativ und insofern mit einiger Vorsicht zu betrachten ist.

Abbildung 4.2 befasst sich mit der zeitlichen Entwicklung des Autoverkehrsanteils. Demnach weist die Mehrzahl der Städte, für die eine zeitliche Veränderung berechnet werden konnte, eine meist moderat rückläufige Tendenz des Modal Shares des Autoverkehrs von bis zu etwas mehr als einem Prozent pro Jahr auf. Eine ausgleichende Tendenz wie in Tabelle 4.2 unter (c) formuliert, ist hier nicht klar zu erkennen.

[1] „Zunahme“ und „Anstieg“ sind hier nicht zeitlich zu verstehen, da die Grafik nur Aufschluss über die Verteilung innerhalb der verschiedenen Städte zu einem bestimmten Zeitpunkt zulässt. Allerdings ist der starke Zusammenhang zwar kein Beweis für einen kausalen Zusammenhang, legt aber einen solchen nahe, der sich auch bei einer zeitlichen Veränderung auswirken dürfte.

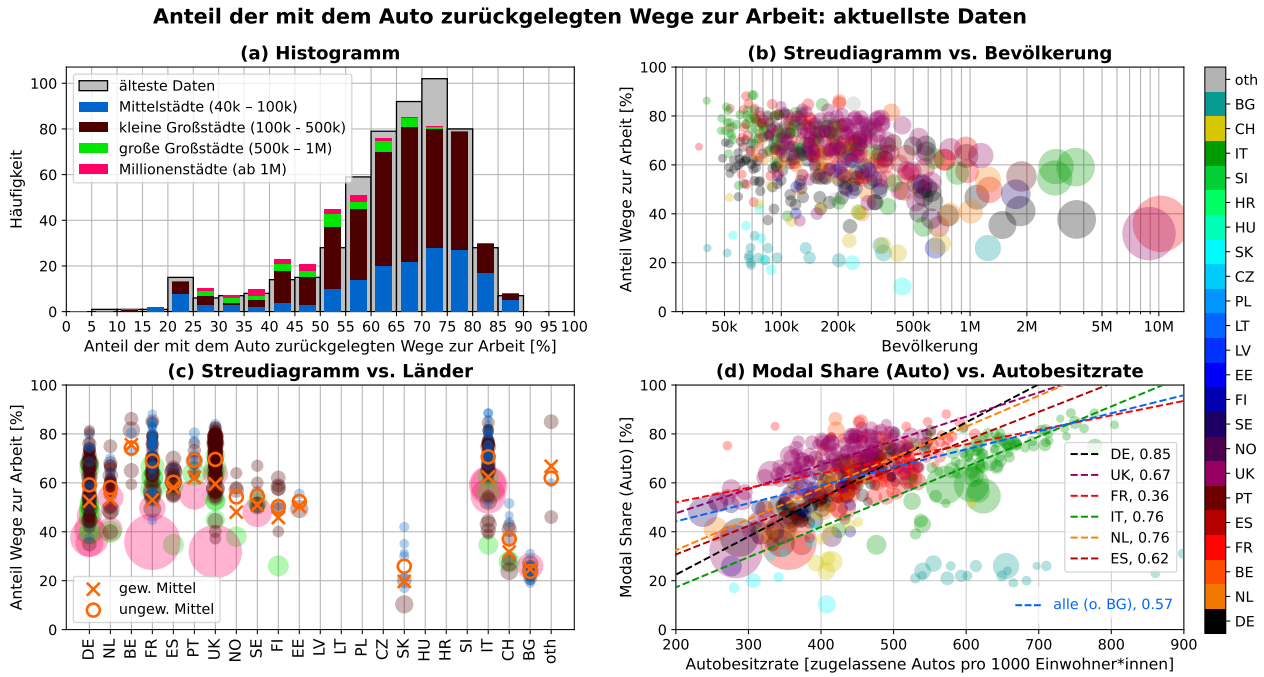


Abbildung 4.1.: Auswertungsgrafik zum Modal Share des Autoverkehrs, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-01, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des Autoverkehrs gegenüber der Autobesitzrate. Farben und Größen der Marker wie in (b). Gestrichelte Linien sind Regressionsgeraden für einzelne Länder bzw. für alle Länder (ohne Bulgarien). Die in der Legende angegebenen Dezimalwerte zwischen 0 und 1 entsprechen der Korrelation zwischen Modal Share und Autobesitzrate.

Der Modal Share des motorisierten Individualverkehrs, d.h. des Auto- und Motorrad- bzw. Kraftradverkehrs zusammengenommen, wird hier nicht im Detail einzeln betrachtet, da der Motorradverkehr in der großen Mehrzahl der Städte weniger als 5 Prozent ausmacht und die Anteile von Autoverkehr und MIV somit sehr nah beieinander liegen (s. Abbildung C.6 (d)). Lediglich italienische und bulgarische Städte weisen in der Mehrzahl höhere Motoradverkehrsanteile von bis zu 21 Prozent auf.

Öffentlicher Personennahverkehr

Beim öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) zeigt sich in mehrerlei Hinsicht ein entgegengesetzen Bild zum Autoverkehr (s. Abbildungen C.3 und C.4): Der Anteil liegt in der großen Mehrzahl der Städte unter 30 Prozent, in den meisten Städten sogar unterhalb von 15 Prozent. Spätestens ab etwa 400.000 Einwohner*innen ist aber ein deutlicher Anstieg des Modal Shares mit zunehmender Bevölkerungsgröße zu sehen. In Paris und London, den größten Städten (nach *Cities and greater cities*-Definition), die im Datensatz vorkommen, liegt der Anteil des ÖPNV bei rund 50 Prozent, während die drei italienischen Metropolen Mailand, Neapel und Rom für ihre Größe deutlich nach unten abweichen. Auffällig sind die Werte der slowakischen Städte, die fast gänzlich einen ÖPNV-

Tabelle 4.1.: Allgemeines Schema der Auswertungsgrafiken zu den jeweils aktuellsten Daten

Grafik	Erläuterung
(a) **oben links** Histogramm	**Häufigkeitsverteilung der jeweils aktuellsten Werte des betrachteten Indikators, gestapelt nach Stadttypen** (farbige Balken im Vordergrund). Im Hintergrund ist in grau ein Histogramm der jeweils ältesten verfügbaren Daten des Indikators dargestellt. In vielen Fällen lässt sich aus der Verschiebung der beiden Häufigkeitsverteilungen ein (höchstens semi-quantitativer) Eindruck der zeitlichen Veränderung der Verteilung gewinnen (nur *semi*-quantitativ deshalb, weil die Zeitdifferenz zwischen jeweils ältestem und aktuellstem Wert je nach Stadt und Indikator sehr unterschiedlich sein kann).
(b) **oben rechts** Streudiagramm vs. Bevölkerungsgröße	**Streudiagramm des betrachteten Indikators vs. der Bevölkerungsgröße der jeweiligen Städte.** Die Farben der Marker repräsentieren Länder (Legende jeweils am rechten Rand der Grafik, Schema der Farbkodierung der Länder s. Abbildung 2.7 auf S. 28), die Größe symbolisiert die Bevölkerungsgröße. Da die Information der Bevölkerungsgröße hier doppelt vorkommt (x-Achse und Größe der Marker), kann diese Grafik zugleich als Größenlegende für andere Streudiagramme dienen, in denen die Größe der Marker die Bevölkerungsgröße symbolisiert.
(c) **unten links** Streudiagramm nach Ländern	**Streuung der Werte des jeweiligen Indikators zwischen den Städten innerhalb der betrachteten Länder**. Die Farbe der ausgefüllten Kreise repräsentiert die Stadtkategorie (selbe Farbkodierung wie im Histogramm, s. (a)), die Größe der Kreise symbolisiert die Bevölkerungsgröße (als Legende dient (b)). Die orangenen Marker repräsentieren jeweils den ungewichteten (Kreis) bzw. gewichteten (Kreuz) Mittelwert über alle Städte eines Landes, für die Daten zum jeweiligen Indikator vorliegen. Aus dieser Grafik ergibt sich einerseits aufgrund der Halbtransparenz der Marker ein ungefährer Eindruck der Verteilung innerhalb der einzelnen Länder und andererseits werden strukturelle Unterschiede zwischen den Ländern ersichtlich. Zudem ist darin gut zu sehen, ob es systematische Unterschiede zwischen den Stadttypen gibt.

Anteil von 40 Prozent und mehr aufweisen. Laut Eurostat-Datensatz beträgt der Anteil des ÖPNV in Bratislava sogar fast 87 Prozent (im Jahr 2008 – aktuellere Modal Share-Daten lagen für slowakische Städte nicht vor). Ebenfalls bemerkenswert sind die hohen ÖPNV-Anteile schweizerischer Städte, die 2020 zwischen 26 Prozent in Lugano und 60 Prozent in Zürich lagen.

Auch bei der zeitlichen Entwicklung des ÖPNV (s. Abb. C.4) zeigt sich ein tendenziell entgegengesetztes Bild zum Autoverkehr. Hier nahm der Anteil in der Mehrzahl der Städte zwischen ältestem und aktuellstem Wert moderat um 0 bis 1 Prozent pro Jahr zu.

Aktive Modi: Fahrrad- und Fußverkehr

In den meisten Städten mit validen Daten zum Modal Split liegt der Anteil des Radverkehrs unterhalb von 5 Prozent, wohingegen es in den Niederlanden keine Stadt gibt, für die ein Anteil unter 10 Prozent gemeldet wurde – der Mittelwert liegt dort bei rund 25 Prozent (s. Abb. C.7). Die deutschen Städte fallen hier vor allem durch ein sehr breites Spektrum zwischen knapp über 0 Prozent und knapp unter 40 Prozent auf, der Mittelwert liegt bei etwa 12 Prozent. In Frankreich, Italien und Großbritannien

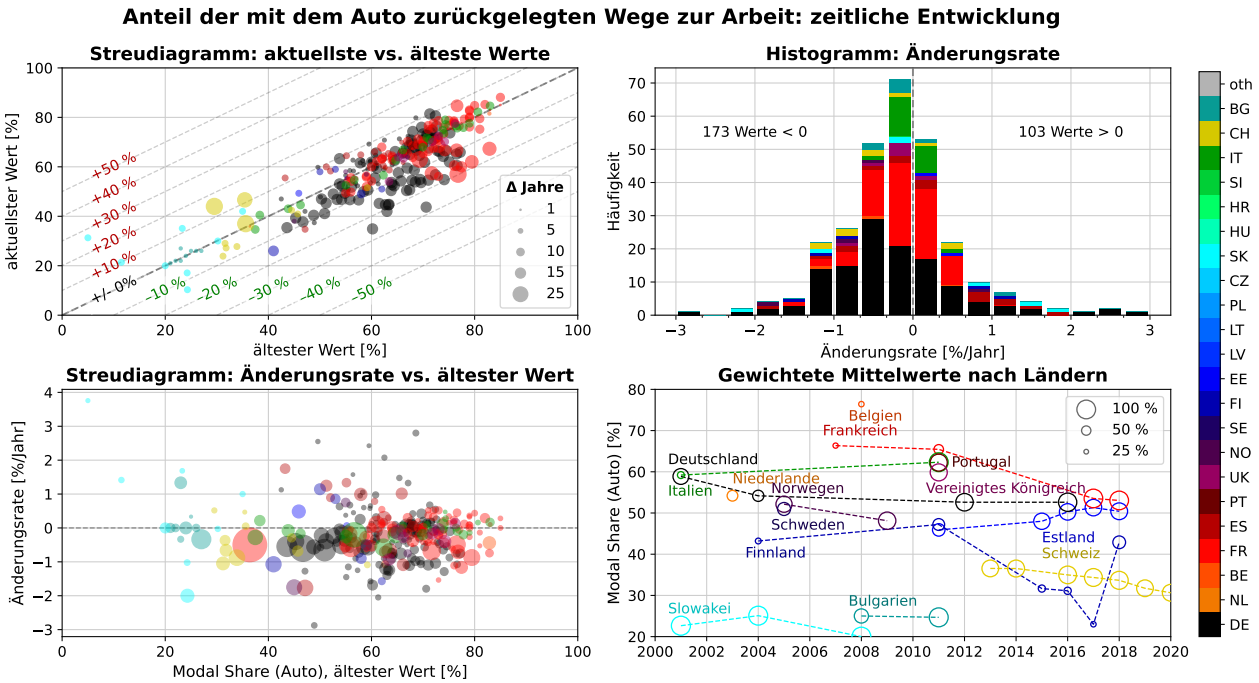


Abbildung 4.2.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung des Autoverkehrsanteils, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-01, s. Tabelle B.1). Genauere Erläuterungen s. Tabelle 4.2 auf S. 74.

beträgt der Anteil des Radverkehrs im Durchschnitt jeweils knapp 5 Prozent. In Abbildung C.7 (d), in der die Anteile von Fuß- und Radverkehr in einem Streudiagramm gegenübergestellt sind, fällt auf, dass insbesondere die niederländischen Städte mit sehr hohen Radverkehrsanteilen gleichzeitig sehr niedrige Anteile des Fußverkehrs von meist unter 5 Prozent aufweisen, wohingegen einige spanische Städte, in denen es fast gar keinen Radverkehr zu geben scheint, Fußverkehrsanteile von bis knapp über 35 Prozent haben. In der zeitlichen Entwicklung des Radverkehrsanteils (s. Abb. C.8) zeigt sich eine klare Tendenz zu steigenden Anteilen des Radverkehrs, wobei dieser Eindruck hauptsächlich auf den Daten deutscher, italienischer und schweizerischer Städte basiert. Der Fußverkehr (s. Abb. C.9 und C.10) macht in den meisten Städten zwischen 5 und 15 Prozent der Wege zur Arbeit aus, in spanischen und bulgarischen Städten liegt er mit Werten zwischen knapp 20 und gut 35 Prozent aber deutlich höher. In der zeitlichen Entwicklung zeigt sich eine überwiegend abnehmende Tendenz.

Da der Status quo der Anteile des Rad- und Fußverkehrs bereits kurz behandelt wurden, sei hier mit Blick auf die aktuellsten Daten der aktiven Modi lediglich auf Abbildung C.11 verwiesen. Die zeitliche Entwicklung des Modal Shares der aktiven Modi (sowie des Umweltverbunds, s. folgender Abschnitt) wurde nicht nach dem in Tabelle 4.2 erläuterten Schema visualisiert, sondern nach einem eigenen Schema, das auch die Veränderungen innerhalb der aktiven Modi (bzw. des Umweltverbunds) verdeutlichen soll (s. Abb. 4.3). Daraus wird unter anderem ersichtlich, dass nur in vergleichsweise wenigen Städte sowohl die Anteile des Fuß- als auch des Radverkehrs zunehmen (s. Abb. 4.3 (d), grüne Balken). Am häufigsten zeigt sich ein Rückgang des Fußverkehrsanteils in Kombination mit

Tabelle 4.2.: Allgemeines Schema der Auswertungsgrafiken zur zeitlichen Entwicklung

Grafik	Erläuterung
(a) **oben links** Streudiagramm	**Streudiagramm der jeweils aktuellsten vs. jeweils ältesten angegeben Werte**. Die Farbe der Marker folgt der Länderkodierung (Legende jeweils am rechten Rand der Abbildung), die Größe symbolisiert in diesem Fall die zeitliche Differenz zwischen dem jeweils ältesten und aktuellsten Wert der jeweiligen Stadt. Die gestrichelten diagonalen Linien verdeutlichen die Veränderung des jeweiligen Indikators vom ältesten zum aktuellsten Wert.
(b) **oben rechts** Histogramm	**Histogramm der zeitlichen Änderungsrate.** Aus der absoluten Differenz der Indikatorwerte sowie der zeitlichen Differenz zwischen dem aktuellsten und ältesten Wert lässt sich eine Netto- bzw. mittlere Änderungsrate über den Zeitraum zwischen ältestem und aktuellstem Wert berechnen. Grafik (b) zeigt jeweils ein Histogramm, gestapelt nach Ländern, der auf diese Weise berechneten Änderungsrate. Zudem ist jeweils in Textform angegeben, wie viele Städte insgesamt jeweils eine positive bzw. negative Änderungsrate aufweisen.
(c) **unten links** Streudiagramm	**Streudiagramm der Änderungsrate gegenüber dem jeweils ältesten angegebenen Wert**. Auch hier folgt die Farbkodierung dem Länderschema. Die Größe der Marker symbolisiert hier wieder die Bevölkerungsgröße. Der Gedanke hinter dieser Grafik ist, dass verschiedene Länder (und dementsprechend auch Städte) innerhalb Europas eine zeitlich asynchrone Wohlstandsentwicklung durchlaufen und dass insbesondere Länder in Ost- und Südosteuropa in vielen Entwicklungen hinterhinken bzw. diese erst verzögert durchlaufen. Sofern diese Annahme zutrifft, kann diese Grafik eine Angleichungstendenz erkennbar machen, wenn nämlich Städte, die z.B. mit einem vergleichsweise niedrigen ältesten Wert (z.B. bei der Autobesitzrate) starten, vergleichsweise hohe Änderungsraten aufweisen.
(d) **unten rechts** Zeitliche Entwicklung	**Zeitliche Entwicklung der mit der Bevölkerungsgröße gewichteten Mittelwerte nach Ländern**. Es sind nur Datenpunkte eingetragen, wenn die für ein Jahr und die Städte eines Landes jeweils verfügbaren Daten mindestens 25 Prozent der Bevölkerung repräsentieren, die in den im Datensatz insgesamt enthaltenen Städten des jeweiligen Landes leben. Die Größe der Marker symbolisiert den Anteil der Bevölkerung in den jeweiligen in den Mittelwert eingeflossenen Städte relativ zur Gesamtbevölkerung in den im Datensatz enthaltenen Städten des jeweiligen Landes. Diese Grafik ist in noch höherem Maße als die anderen Grafiken zur zeitlichen Entwicklung als ein Versuch zu betrachten, der durch die schlechte Datenverfügbarkeit bei vielen Indikatoren erheblich beeinträchtigt ist. So fließen in die verschiedenen Datenpunkte eines Landes zum Teil sehr verschiedene Samples an Städten ein.

einer Zunahme des Radverkehrs (orange Balken), wobei der Anteil der aktiven Modi in etwas mehr als der Hälfte dieser Fälle insgesamt zunimmt. Aus Abbildung 4.3 (a) wird ersichtlich, dass in etwa 15 deutschen Städten der Radverkehrsanteil innerhalb von etwa 15 Jahren um 10 bis 20 Prozent zugenommen hat, während sich der Anteil des Fußverkehrs bei leicht rückläufiger Tendenz recht wenig verändert hat. Weder die Grafiken noch die Daten lassen Schlüsse darüber zu, welche Verlagerungen zwischen den verschiedenen Modi stattgefunden haben und ob die Zunahme des Radverkehrs möglicherweise zulasten des Radverkehrs stattgefunden hat. Da es in den Eurostat-Daten keinen In-

dikator zur gesamten Verkehrsleistung gibt, lässt sich auch nicht feststellen, ob der relative Rückgang des Fußverkehrs überhaupt auch mit einem absoluten Rückgang einhergeht.

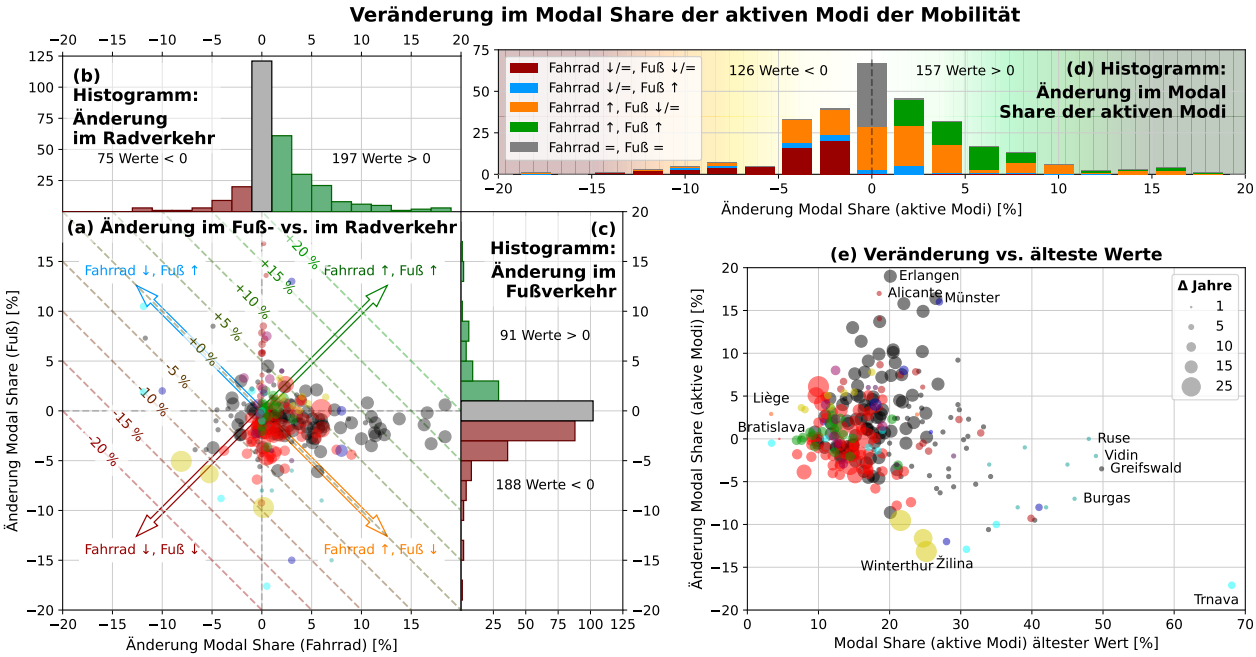


Abbildung 4.3.: Auswertungsgrafik zur Veränderung des Modal Shares der aktiven Modi, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikatoren TRA-04 + TRA-05, s. Tab. B.1). **(a)** Streudiagramm der Änderung zwischen ältestem und aktuellstem Wert des Fußverkehrsanteils gegenüber der Änderung der Radverkehrsanteils. Farben folgen der Kodierung nach Ländern (s. Abb. 2.7), Größen der Marker symbolisieren die Zeitdifferenz zwischen ältestem und aktuellstem Wert (Legende s. (e)). **(b) und (c)** Histogramme der absoluten Veränderungen im Rad- (b) und Fußverkehr (c). **(d)** Histogramm der absoluten Veränderung im Modal Share der aktiven Modi, gestapelt nach der Richtung der Änderung von Fuß- und Radverkehr. **(e)** Streudiagramm der absoluten Änderung des Anteils der aktiven Modi gegenüber dem jeweils ältesten Wert. Farben folgen der Kodierung nach Ländern (s. Abb. 2.7), Größen der Marker symbolisieren die Zeitdifferenz zwischen ältestem und aktuellstem Wert.

Umweltverbund

Der Umweltverbund setzt sich hier zusammen aus dem ÖPNV sowie Fuß- und Radverkehr. Der MIV bildet den Gegenpart bzw. das Residuum zu 100 Prozent (+/- Toleranz). Dementsprechend stellt das Bild, das sich aus den Grafiken in Abbildung 4.4 (a), (b) und (c) ergibt, keine Überraschung dar vor dem Hintergrund des Bildes, das sich für den Autoverkehr (und den MIV) dargestellt hat. Abbildung 4.4 (d) zeigt ein Streudiagramm mit dem Modal Share des Umweltverbunds gegenüber dem durchschnittlichen Monatseinkommen. Überraschend daran ist, dass der Modal Share des Umweltverbunds deutlich positiv mit dem Einkommen korreliert ist, sofern man die slowakischen und bulgarischen Städte (in der Grafik oben links) außen vor lässt. Bei näherer Untersuchung wird aber deutlich,

dass es sich hierbei vermutlich um ein statistisches Artefakt und nicht um einen direkten Zusammenhang zwischen Einkommen und Verkehrsanteil des Umweltverbunds handelt, denn: Erstens machen die deutschen und französischen Städte zusammen mehr als zwei Drittel der in der Korrelationsanalyse betrachteten Datenpunkte aus und allein daraus, dass sowohl das Einkommen als auch der Modal Share des Umweltverbunds in den deutschen Städten tendenziell höher ist als in den französischen, entsteht nicht nur der optische Eindruck, sondern eben auch der deutlich positive Korrelationskoeffizient. Betrachtet man aber die Korrelation zwischen Umweltverbund und Einkommen länderweise einzeln (wie in Tabelle B.3, Zeile 15), stellt sich heraus, dass zwar für die französischen Städte eine positive Korrelation vorliegt, das Samples aus 127 deutschen Städten ist aber fast perfekt unkorreliert. Zudem ist die Korrelation aller Städte nach Abzug der länderspezifischen Mittelwerte (Spalte A-m) nur noch sehr gering. Zweitens gibt es eine Variable, die sowohl mit dem Modal Share des Umweltverbunds als auch mit dem Einkommen positiv korreliert ist: die Bevölkerungsgröße. Die letzte Zeile in Tabelle B.3 enthält die Korrelationskoeffizienten für Einkommen vs. Bevölkerungsgröße. Der Modal Share des Umweltverbunds weist einen noch stärkeren positiven Zusammenhang mit der Bevölkerungsgröße auf (Tab. B.3, Z. 6). Somit lässt sich möglicherweise auch die positive Korrelation zwischen Umweltverbund und Einkommen innerhalb der französischen Städte durch den Einfluss der Bevölkerungsgröße auf beide Variablen erklären.

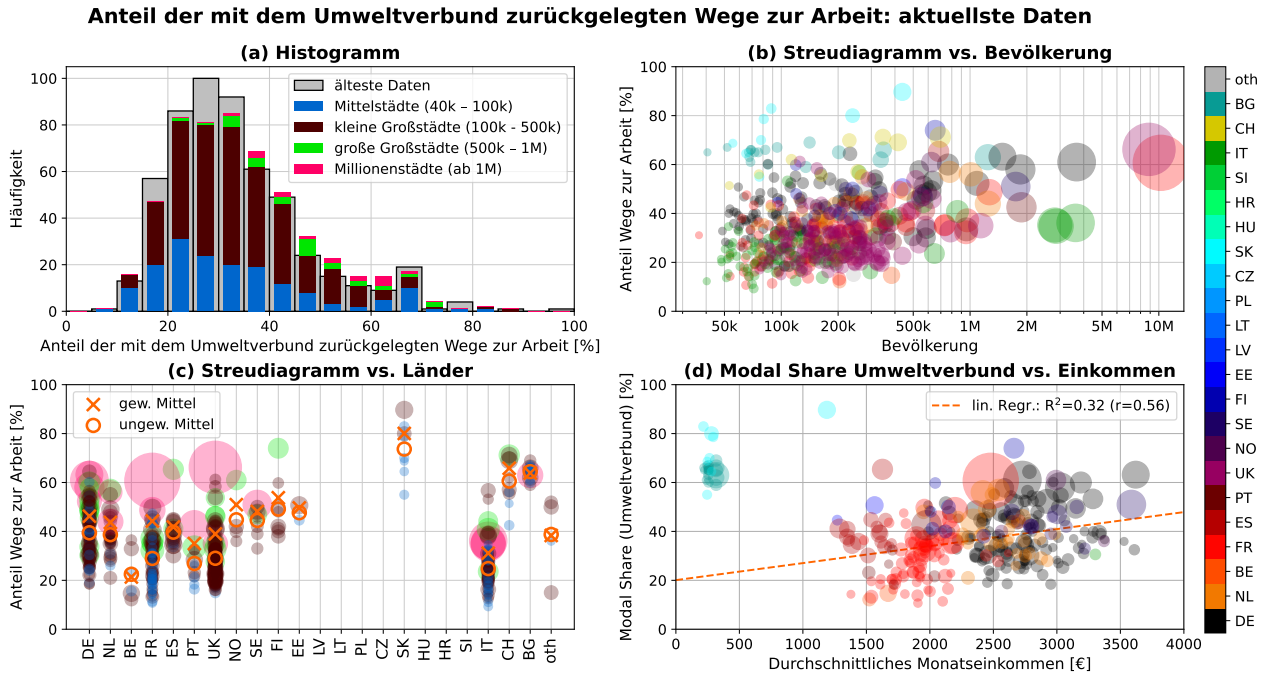


Abbildung 4.4.: Auswertungsgrafik zum Modal Share des Umweltverbunds, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-05, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des Umweltverbunds gegenüber dem durchschnittlichen Monatseinkommen. Farben und Größen der Marker wie in (b). Bei der linearen Regression (orangene Linie) wurden die slowakischen und bulgarischen Städte (oben links in Grafik (d)) nicht berücksichtigt.

4.1.2. Autobesitzrate (Output-Indikator)

Bei der Autobesitzrate ist die Datenlage deutlich besser als beim Modal Share. Hier liegt für 765 der insgesamt 848 betrachteten Städte im Datensatz mindestens ein Wert vor. In den meisten Städten sind auf 1.000 Einwohner*innen zwischen 350 und 550 Autos zugelassen (s. Abb. 4.5 (a)). Auffällig ist die sehr deutliche Verschiebung der Häufigkeitsverteilung hin zu höheren Autobesitzraten. Ähnlich wie beim Modal Share des Autoverkehrs zeigt sich hier länderübergreifend wie auch innerhalb der meisten Länder eine negative Korrelation zwischen Autobesitzrate und Bevölkerungsgröße (s. Tab. B.3, Z. 17). Diese Tendenz ist auch in Abbildung 4.5 (b) und (c) gut zu erkennen. In der Gegenüberstellung von Autobesitzrate und Einkommen (Abb. 4.5 (d) und Tab. B.3, Z. 16) zeigt sich länderübergreifend ein schwach negativer Zusammenhang. Allerdings handelt es sich auch hier um ein statistisches Artefakt, das daraus entsteht, dass einerseits die Einkommensunterschiede zwischen den Ländern einen großen Teil der Variabilität ausmachen und andererseits der Effekt der Bevölkerungsgröße auch hier eine Rolle spielt. Innerhalb der meisten Länder mit guter Datenbasis (min. 10 Städte mit Werten für Autobesitz und Einkommen) zeigt sich dagegen ein positiver Zusammenhang zwischen den beiden Größen.

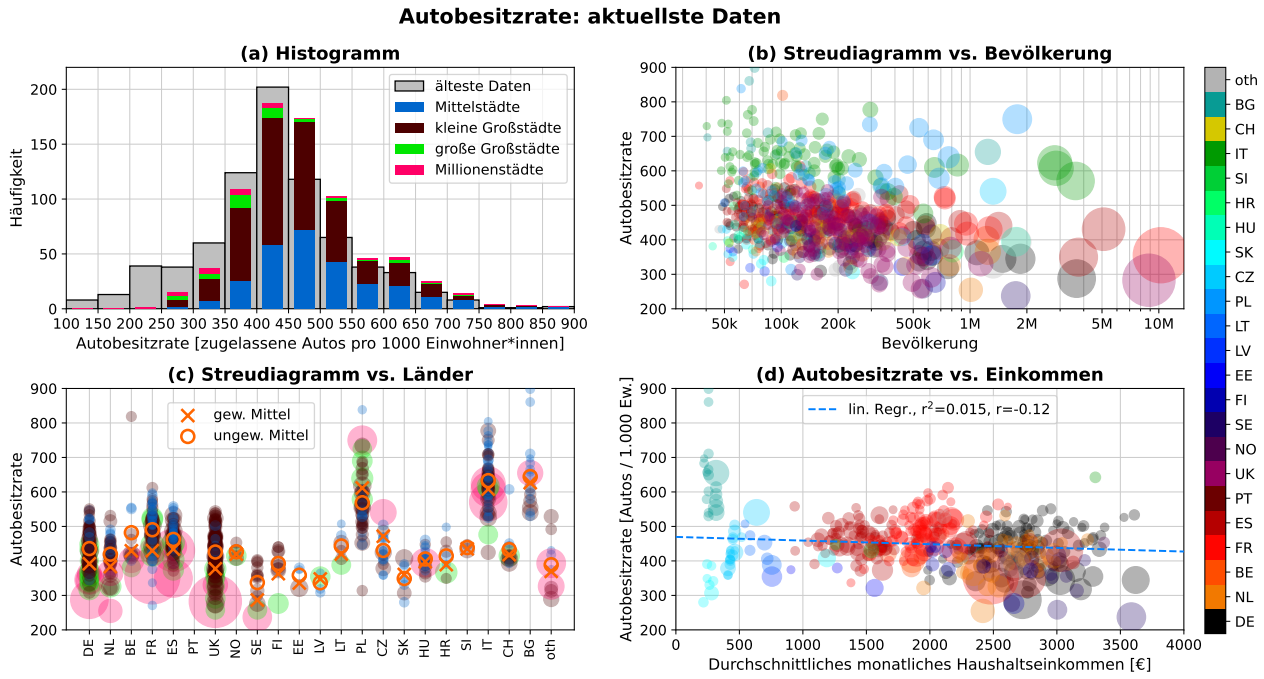


Abbildung 4.5.: Auswertungsgrafik zur Autobesitzrate (Indikator TRA-16, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm der Autobesitzrate gegenüber dem durchschnittlichen Monatseinkommen. Farben und Größen der Marker wie in (b). Bei der linearen Regression (blaue Linie) wurden die slowakischen und bulgarischen Städte (in (d) ganz links) nicht berücksichtigt.

Mit Blick auf die zeitliche Entwicklung der Autobesitzrate (Abb. 4.6) zeigt sich ein recht eindeutiges Bild: In der großen Mehrzahl der Städte hat die Autobesitzrate gegenüber dem ältesten Wert

zugenommen (s. Abb. 4.6 (a) und (b)). Auch die länderweise gewichteten Mittelwerte (Abb. 4.6 (d)) zeigen größtenteils eine Zunahme über die vergangenen Jahre und Jahrzehnte. Allerdings entsteht der Eindruck einer gewissen Konvergenz zumindest der nationalen Mittelwerte in einem Bereich von etwa 350 bis 450 Autos pro 1.000 Einwohner*innen. Die insgesamt auffällig hohen Werte von Städten in Italien, Bulgarien und Polen sollten mit Vorsicht interpretiert werden, da möglicherweise eine andere Erfassungsmethode oder kategorische Abgrenzung zwischen Autos und anderen Fahrzeugen der Grund für die im Vergleich sehr hohen Werte ist. Als ein Indiz hierfür kann Abbildung C.5 (d) herangezogen werden: Darin fallen italienische sowie bulgarische Städte durch sehr hohe Autobesitzraten und zugleich vergleichsweise hohe Anteile des Motorradverkehrs auf. Möglicherweise werden dort in der Autobesitzrate auch Motorräder und -roller erfasst, wohingegen beim Modal Share offenbar differenziert wird.

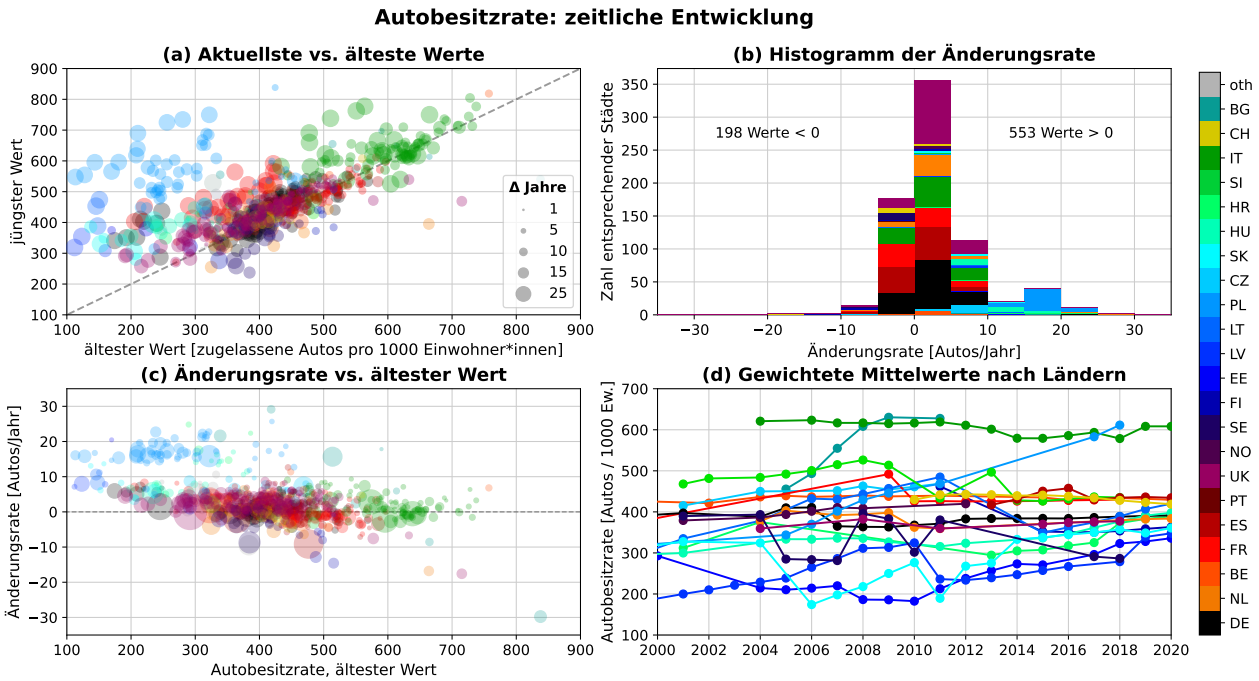


Abbildung 4.6.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung der Autobesitzrate (Indikator TRA-16, s. Tabelle B.1). Genauere Erläuterungen s. Tabelle 4.2 auf S. 74.

4.1.3. Länge des Arbeitswegs (Input-Indikator)

Leider enthält der verwendete Datensatz nur drei Indikatoren, die sich den in Kapitel 3.3 entwickelten Input-Indikatoren zuordnen lassen. Bei der durchschnittlichen Länge des Arbeitswegs, die hier als einziger Indikator für den Aspekt der Stadt der kurzen Wege zur Verfügung steht, ist hier zunächst überraschend, dass kein klarer Zusammenhang zur Bevölkerungsgröße, die als recht guter Proxy für die Größe der Städte dienen kann, zu erkennen ist (vgl. Abb. C.13 (b) und (c)). Auch auf der Ebene einzelner Länder weisen nur spanische, bulgarische und (allerdings basierend auf einem recht klei-

nen Sample) slowakische Städte einen robusten positiven Zusammenhang auf (vgl. Tab. B.3, Z. 19). Spannend mit Blick auf den unterstellten Einfluss der im Alltag zu überwindenden Distanzen auf die Wahl des Verkehrsmittels ist Grafik (d) in Abbildung C.13, denn darin ist zumindest ein gewisser Zusammenhang beiden Variablen zu erkennen. Aus Tabelle B.3 (Zeilen 8 und 9) wird ersichtlich, dass dieser Zusammenhang zumindest in einigen Fällen auch auf nationaler Ebene besteht. Dabei ist der negative Zusammenhang zwischen der Länge des Arbeitswegs und dem Modal Share der aktiven Modi tendenziell noch etwas stärker.

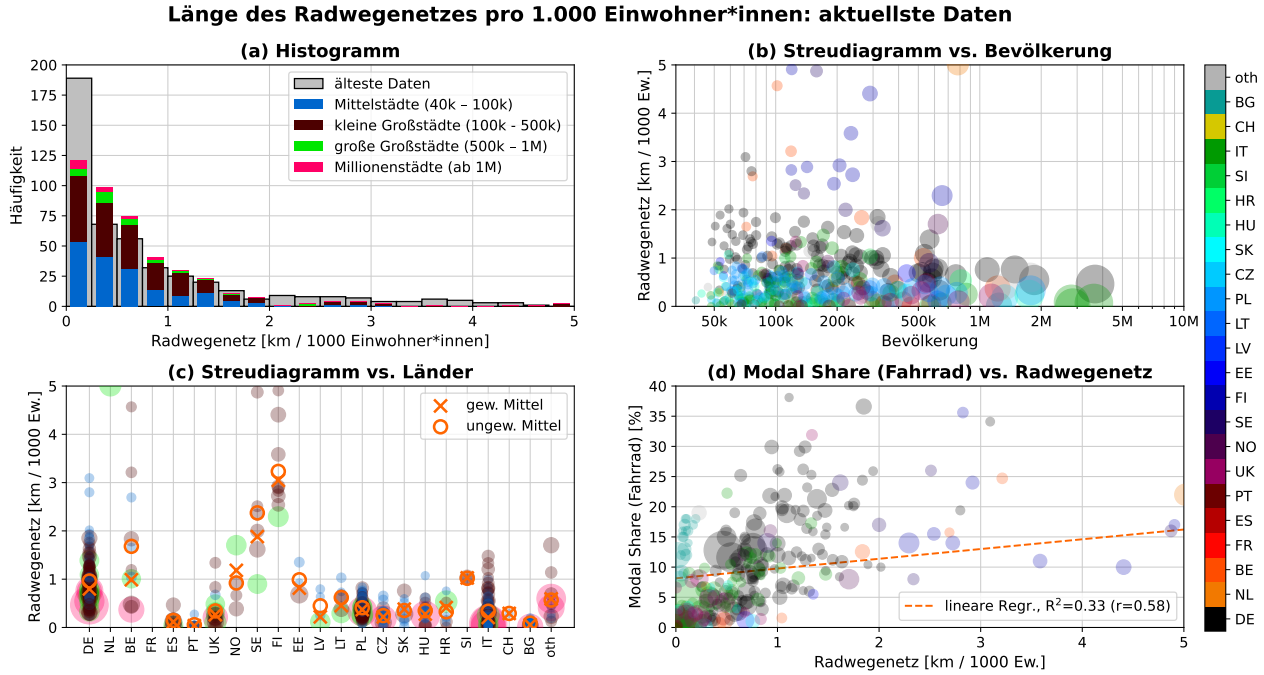


Abbildung 4.7.: Auswertungsgrafik zur Länge des Radwegenetzes relativ zur Bevölkerungsgröße (Indikator TRA-11, s. Tabelle B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Radverkehrsanteils gegenüber der Länge des Radwegenetzes. Farben und Größen der Marker wie in (b).

4.1.4. Länge des Radwegenetzes (Input-Indikator)

Die Länge des Radwegenetzes, der einzige Indikator zur Fahrradinfrastruktur im Eurostat-Datensatz, wird hier relativ zur Bevölkerungsgröße betrachtet, um eine Vergleichbarkeit zwischen Städten verschiedener Größe zu ermöglichen. Die meisten Städte verfügen demnach über 0 bis 1 km an dedizierten Radwegen pro 1.000 Einwohner*innen, wobei das Maximum der Häufigkeitsverteilung im kleinsten Bereich, also bei 0 bis 0,25 km liegt (s. Abb. 4.7). In Anbetracht der großen Spanne an Größenordnungen bei diesem Indikator, ist mindestens fraglich, inwiefern eine Vergleichbarkeit aufgrund möglicherweise verschiedener Definitionen und Erhebungsmethoden tatsächlich gegeben ist. Nichtsdestotrotz weisen die Länge des Radwegenetzes und der Modal Share des Radverkehrs sowohl länderübergreifend als auch innerhalb einiger Länder einen positiven Zusammenhang auf. Noch

deutlicher als in Abbildung 4.7 (d) geht dies aus Tabelle B.3 (Z. 13) sowie aus Abbildung 4.8 hervor, die letztlich nur eine Detaildarstellung von Abbildung 4.7 (d) ist. In Abbildung 4.8 zeigt sich erstens ein geradezu bilderbuchhaft schöner Zusammenhang zwischen Radverkehr und Radwegenetz bei deutschen und italienischen Städten (4.8 (b)). Zweitens ist die recht hohe Korrelation bei britischen Städten ein Beispiel für die Sensitivität von linearer Regression und Pearson-Korrelation gegenüber ‚Ausreißern' (4.8 (c)), denn der positive Zusammenhang kommt hier ausschließlich durch den Ausreißer zustande – eine Vergleichsberechnung ohne den Ausreißer (Cambridge) ergibt einen Korrelationskoeffizienten von -0.24 (gegenüber 0.68!)[2]. Drittens macht der Zusammenhang in bulgarischen Städten einen robusten Eindruck – allerdings sind die Werte der Länge des Radwegenetzes hier um eine ganze Größenordnung kleiner als etwa in Italien oder Deutschland, was plausibel sein *kann*, was aber auch die Frage der Vergleichbarkeit der Daten aus verschiedenen Ländern noch einmal unterstreicht[3]. Betrachtet man die Länge des Radwegenetzes relativ zur Fläche der jeweiligen Stadt, so zeigt sich ein ähnliches Bild (vgl. Abb. C.14).

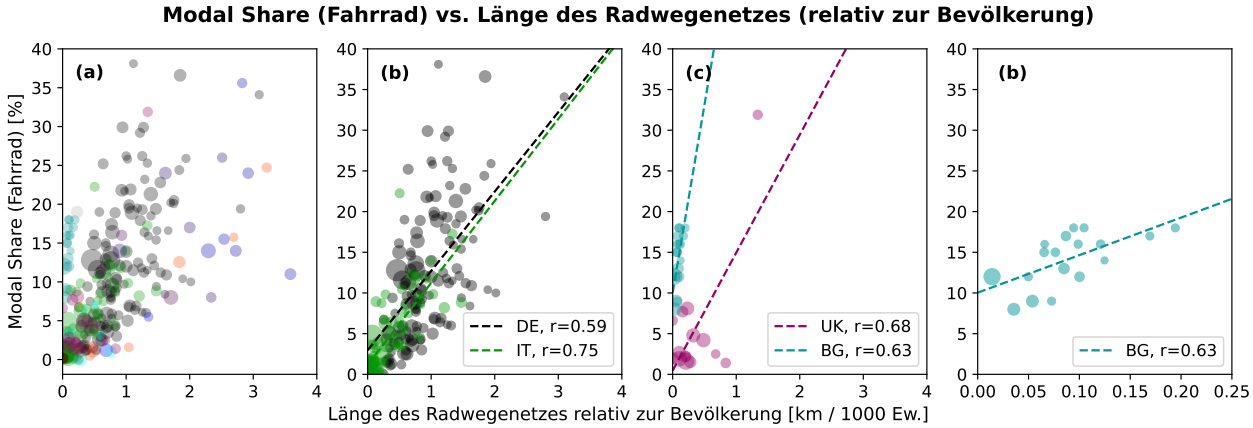


Abbildung 4.8.: Detailbetrachtung des Zusammenhangs zwischen dem Modal Share des Radverkehrs und der Länge des Radwegenetzes relativ zur Bevölkerungsgröße. In **(a)** sind alle Städte abgebildet, in **(b)** nur deutsche und italienische, in **(c)** nur britische und bulgarische und in **(d)** nur bulgarische Städte (bei kleinerem x-Achsen-Ausschnitt, also in x-Richtung ‚reingezoomt'). Grafiken (b), (c) und (d) enthalten für die Städte der jeweils abgebildeten Länder Regressionsgeraden und Korrelationskoeffizienten. In (c) ist zusätzliche eine Regressionsgerade ohne Berücksichtigung des Ausreißers und der Korrelationskoeffizient des um diesen Wert reduzierten Samples dargestellt.

4.1.5. Kosten eines ÖPNV-Monatstickets (Input-Indikator)

Für die Attraktivität des ÖPNV wurden in Abschnitt 3.3.6 zahlreiche (mutmaßliche) Einflussfaktoren aufgeführt. Mit dem Preis für ein Monatsticket für den ÖPNV (für alle Verkehrsmittel, im Innenstadtbereich) ist hier auch für die Attraktivität des ÖPNV nur ein einziger Indikator verfügbar. Entgegen

[2]Auf diese Anfälligkeit gegenüber Ausreißern wird in der Diskussion (Kap. 5.3.2) noch ausführlicher eingegangen.
[3]Die Daten niederländischer Städte wurden aussortiert, weil diese unplausibel hoch erschienen (s. Kap. 2.3.2).

der Erwartung zeigt sich hier aber weder bei den absoluten Kosten (in Euro, s. Abb. C.15) noch bei den relativen Kosten (in Prozent des mittleren Monatseinkommens, s. Abb. C.16) ein negativer Zusammenhang zwischen dem Preis einer Monatskarte und dem Modal Share des ÖPNV (jeweils Grafik (d)) – im Gegenteil: beide Varianten des Input-Indikators weisen einen schwachen positiven Zusammenhang mit dem Anteil des ÖPNV auf. Das gilt auch innerhalb einiger Länder (vgl. Tab. B.3, Z. 10 und 11), aufgrund des großen Samples von 125 Städten ist dieser Zusammenhang innerhalb Deutschlands als robust zu betrachten. Die Erklärung für die scheinbar paradoxe Beobachtung, dass der Modal Share des ÖPNV tendenziell dort höher ist, wo ein Monatsticket mehr kostet, liegt auch hier vermutlich im Zusammenhang mit einer dritten Variable – in diesem Fall die Bevölkerungsgröße. Tendenziell kostet ein Monatsticket in größeren Städten mehr als in kleineren Städten. Das gilt nicht in allen, aber durchaus in einigen Ländern, was einerseits visuell aus Abbildung C.15 (b) hervorgeht (insbesondere für deutsche, französische, italienische, tschechische, polnische, bulgarische und slowakische Städte) und sich andererseits mit den Korrelationskoeffizienten in Tabelle B.3 (Z. 19 und 20) deckt. Dass der Modal Share des ÖPNV in größeren Städten tendenziell substantiell höher ist als in kleineren, wurde bereits in Abschnitt 4.1.1 gezeigt. Beide Effekte zusammen lassen so den unintuitiven Eindruck entstehen, ein niedrigerer Preis für ein Monatsticket habe keinen positiven Einfluss auf die Attraktivität des ÖPNV. Das deutsche 9-Euro-Ticket im Kontext der Energiekrise im Sommer 2022 ist ein recht offenkundiges Indiz dafür, dass der Preis einer Zeitfahrkarte durchaus einen erheblichen Einfluss auf die Attraktivität und die Nutzung des ÖPNV haben kann.

4.2. Wohnen

Für den Wohnsektor wurden deutlich weniger Indikatoren identifiziert als für den Verkehrssektor und insbesondere wurde nur ein einziger einigermaßen geeignet erscheinender Input-Indikator identifiziert. Gleichzeitig erweist sich hier auch der Eurostat-Datensatz als recht wenig ergiebig, wobei der zentrale Indikator der pro-Kopf-Fläche sowie einige weitere relevante Indikatoren mit recht guter Datenlage vorhanden sind. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Datenanalyse für die Indikatoren pro-Kopf-Wohnfläche (4.2.1), durchschnittliche Haushaltsgröße (4.2.2), Anteil der 1-Personen-Haushalte (4.2.3), Anteil der Haushalte in (Ein- oder Zweifamilien-)Häusern (4.2.4) und Anteil leerstehender Wohnungen präsentiert (4.2.5).

4.2.1. Pro-Kopf-Wohnfläche (Output-Indikator)

Die durchschnittliche pro-Kopf-Wohnfläche weist innerhalb der im Datensatz enthaltenen Städte eine große Bandbreite auf: zwischen 15 und 55 Quadratmetern zeigt sich eine relativ homogene Häufigkeitsverteilung, wobei im Intervall von 40 bis 50 Quadratmetern verglichen mit anderen 10er-Intervallen die meisten Städte liegen (s. Abb. 4.9 (a)). Aus den Grafiken (b) und (c) geht hervor, dass

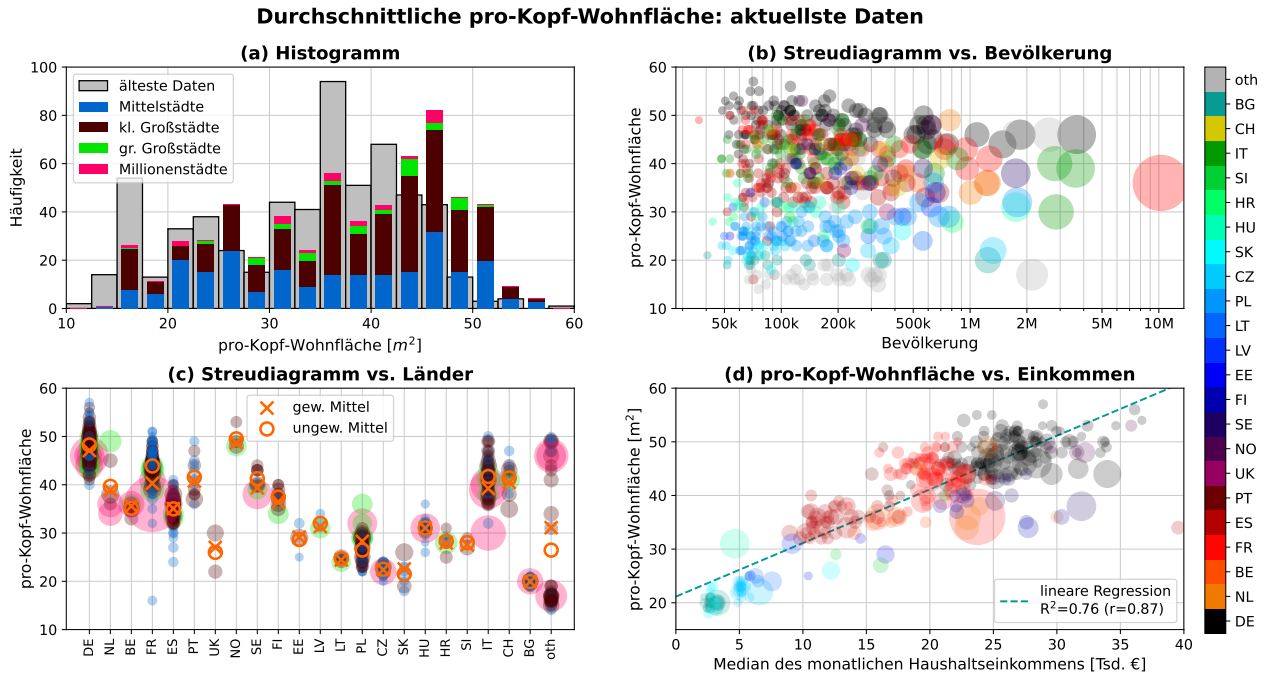


Abbildung 4.9.: Auswertungsgrafik zur durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche (Indikator LIV-21, s. Tab. B.2). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche gegenüber dem durchschnittlichen Monatseinkommen. Farben und Größen der Marker wie in (b).

es bei der Wohnfläche eine starke Stratifizierung nach Ländern gibt, wobei nur in Norwegen der Mittelwert noch etwas höher liegt als der Mittelwert der deutschen Städte, und dass es in einigen Ländern eine Tendenz zu kleineren Wohnflächen in größeren Städten gibt. Letzteres dürfte damit zu tun haben, dass Wohnraum in großen Städten tendenziell knapper und teurer ist als in kleineren Städten. In Abbildung 4.9 (d) ist ein starker positiver Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Haushaltseinkommen und der Wohnfläche zu erkennen. Allerdings findet sich dieser Zusammenhang innerhalb einzelner Länder nur bei den deutschen Städten wieder und auch dort deutlich weniger ausgeprägt als im länderübergreifenden Sample (vgl. Tab. B.3, Z. 28).

Mit Blick auf die zeitliche Entwicklung der pro-Kopf-Wohnfläche zeigt sich ein bedenkliches, aber wenig überraschendes Bild: von den 400 Städten, von denen mindestens zwei Werte für die durchschnittliche Wohnfläche vorliegen, weisen über 90 Prozent eine Zunahme des aktuellsten gegenüber dem ältesten Wert auf (s. Abb. 4.10 (b)). In den meisten Städten nimmt die mittlere pro-Kopf-Wohnfläche um 0,2 bis 0,6, in deutschen Städten sogar eher um 0,4 bis 0,8 Quadratmeter pro Jahr zu. Auch die gewichteten Mittelwerte der Städte der einzelnen Länder weisen fast ausnahmslos einen Trend zu größeren Wohnflächen auf, insbesondere in den Ländern in denen der Durchschnitt im Jahr 2000 noch bei 25 Quadratmetern oder darunter lag (s. Abb. 4.10 (d)).

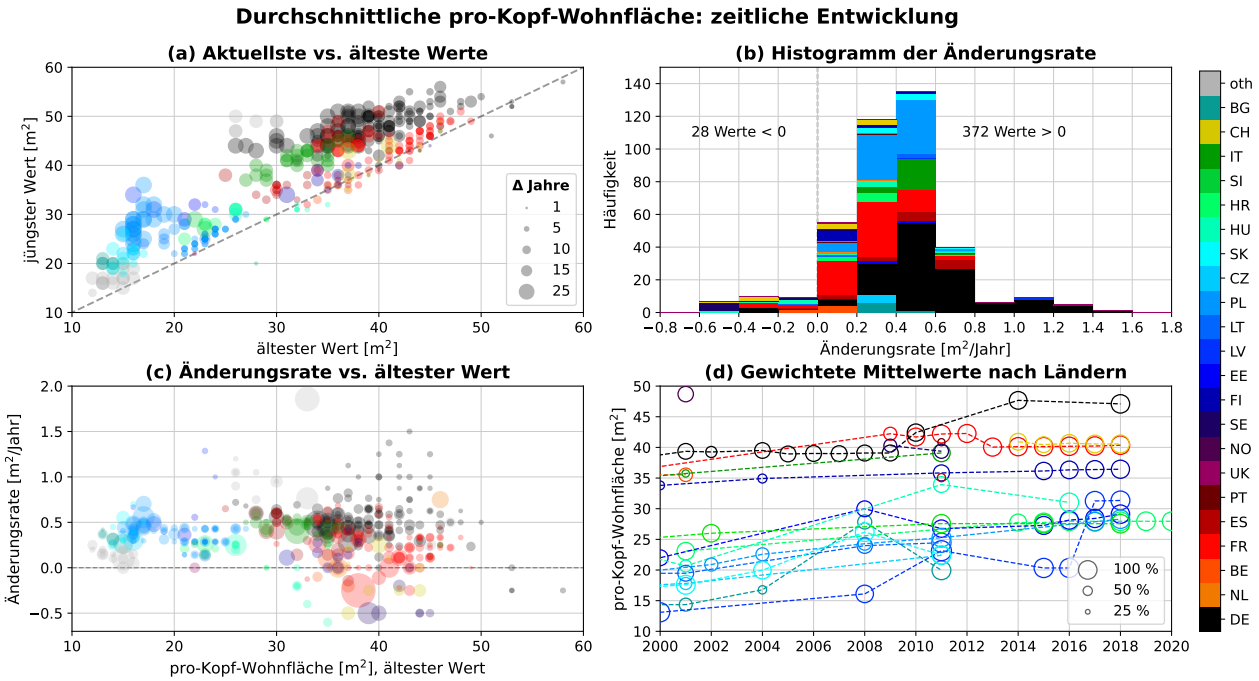


Abbildung 4.10.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche (Indikator LIV-21, s. Tab. B.2). Genauere Erläuterungen s. Tab. 4.2 auf S. 74.

4.2.2. Haushaltsgröße (Output-Indikator)

Die durchschnittliche Haushaltsgröße variiert recht stark zwischen den europäischen Städten, für die hierzu Daten vorliegen. In den allermeisten Städten liegt sie zwischen 1,5 und 3 Personen pro Haushalt, das Maximum der Häufigkeitsverteilung liegt zwischen 2 und 2,5 (s. Abb. C.17 (a)). Betrachtet man die Spektren und die Mittelwerte der verschiedenen Länder in Grafik (c), fällt für einen Großteil Europas eine beeindruckt saubere Wellenstruktur auf: von den europaweit niedrigsten Durchschnittswerten in deutschen Städten (gewichtetes Mittel: ca. 1,75 Personen pro Haushalt) nimmt die Haushaltsgröße nach West- und Südwesteuropa deutlich zu (gewichtetes Mittel in Spanien und Portugal: ca. 2,5 Personen pro Haushalt), nimmt dann Nordwesten und Norden wieder ab bis zu einem lokalen Minimum in Finnland (gewichtetes Mittel: ca. 1,9 Personen pro Haushalt) und steigt dann Richtung Osteuropa wieder an, wo die Welle dann etwas ihre Form verliert. Abbildung C.17 (d) zeigt den erwarteten klaren Zusammenhang zwischen Haushaltsgröße und pro-Kopf-Wohnfläche. Während die beiden Indikatoren auch jeweils innerhalb französischer, spanischer, portugiesischer, polnischer und italienischer Städte robust negativ Korreliert sind[4] (vgl. Tab. B.3, Z. 29), zeigt sich für deutsche Städte überraschenderweise ein robuster positiver Zusammenhang zwischen den mittleren Haushaltsgrößen und pro-Kopf-Wohnflächen. Für diese unintuitive Abweichung von dem ansonsten recht robusten Muster konnte zunächst keine einfache Erklärung gefunden werden.

[4]Es wurde überprüft, dass die Korrelationen hier nicht auf einzelnen Ausreißern beruhen, sondern der Streuung der Wertepaare tatsächlich entsprechen.

Ähnlich wie bei der zeitlichen Entwicklung der pro-Kopf-Wohnfläche zeigt sich auch bei der durchschnittlichen Haushaltsgröße ein weitgehend klares Bild: in über 80 Prozent des in diesem Fall 732 Städte umfassenden Samples nimmt die durchschnittliche Haushaltsgröße ab (s. Abb. C.18 (b)), was sich auch in der Entwicklung der länderweise gewichteten Mittelwerte widerspiegelt (s. Grafik (d)). Großbritannien ist das einzige größere Land, in dem sich hier sowie beim Anteil der 1-Personen-Haushalte (s. folgender Abschnitt) ein etwas anderes Bild zeigt. Hier hat die durchschnittliche Haushaltsgröße in knapp der Hälfte der Städte zugenommen.

4.2.3. Anteil der 1-Personen-Haushalte (Output-Indikator)

Beim Anteil der 1-Personen-Haushalte zeigt sich ein sehr ähnliches, wenn auch gespiegeltes Bild wie bei der durchschnittlichen Haushaltsgröße, auch wenn die ‚Wellenform' hier nicht ganz so glatt verläuft (s. Abb. C.19). Ähnlich wie bei der pro-Kopf-Wohnfläche zeigt sich hier eine recht starke Stratifizierung nach Ländern. Aus Abbildung C.19 (d) geht hervor, dass der Anteil der 1-Personen-Haushalte und die durchschnittliche Haushaltsgröße stark negativ korreliert sind, was schon aufgrund des rein mathematisch zwischen beiden Indikatoren bestehenden Zusammenhangs nicht überrascht. Eine starke negative Korrelation findet sich, soweit die jeweilige Sample-Größe eine einigermaßen robuste Aussage zulässt, auch innerhalb aller einzeln betrachteten Länder (s. Tab. B.3, Z. 32).

Auch die zeitliche Entwicklung des Anteils der 1-Personen-Haushalte ist vor dem Hintergrund der Entwicklung der durchschnittlichen Wohnflächen und Haushaltsgrößen nicht überraschend: bei gut drei Vierteln der 688 Städte im Sample hat der Anteil der 1-Personen-Haushalte zugenommen, was sich in unterschiedlicher Deutlichkeit auch in der Entwicklung der gewichteten Mittelwerte der einzelnen Länder wiederspiegelt (s. Abb. C.20 (b) und (d)). Noch stärker als bei der Haushaltsgröße fallen die Städte in Großbritannien hier mehrheitlich durch einen tendenziell rückläufigen Anteil der 1-Personen-Haushalte auf.

4.2.4. Anteil der Haushalte in Häusern

Der Anteil der Haushalte in Häusern ist im Vergleich zum eigentlich gewünschten ‚Modal Split' der Wohngebäudearten ein recht grober Indikator, der aus der Zahl der Haushalte in Häusern (*number of households living in houses*) und der Zahl der privaten Haushalte berechnet wurde. Dabei werden Häuser als freistehende Häuser (*detached house[s]*) mit ein oder zwei Wohneinheiten (also Ein- und Zweifamilienhäuser), halb-freistehende (*semi-detached*) Häuser sowie Reihenhäuser (*row (or terraced) house[s]*) aus mindestens drei verbundenen Wohneinheiten mit eigenem Eingang definiert (Europäische Kommission 2017). Dennoch stellt sich auch bei diesem Indikator die Frage nach der Vergleichbarkeit auf europäischer Ebene, da in Anbetracht der zum Teil extremen Werte befürchtet

werden muss, dass in unterschiedlichen Ländern unterschiedliche Definitionen bzw. Abgrenzungen angewendet wurden[5].

In Abbildung C.21 (a) ist zu sehen, dass die Häufigkeitsverteilung zwei Maxima hat: eines bei einem Anteil von 15 bis 20 Prozent der Haushalte, die in Häusern leben, und ein zweites bei 80 bis 85 Prozent, das hauptsächlich durch Städte in Großbritannien zustande kommt (s. Abb. C.21 (b) und (c)). Insgesamt zeigt sich besonders im internationalen Vergleich eine breite Streuung. Länderübergreifend ist aber festzustellen, dass ab einer Größe von etwa 300.000 Einwöhner*innen die höchsten vorkommenden Werte abnehmen und insbesondere Millionenstädte vergleichsweise niedrige Anteile von meist rund 20 Prozent oder weniger. Der Zusammenhang zwischen dem Anteil der in Häusern lebenden Haushalte und der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche folgt länderübergreifend keinem klaren Muster: Im Streudiagramm in Abbildung C.21 (d) deutet sich basierend auf den Clustern verschiedener Länder so etwas wie ein ‚kursiver Halbmond' an, was tendenziell gegen einen systematischen Zusammenhang spricht. Im Gegensatz zu den meisten anderen Ländern zeigt sich bei den deutschen Städten (sowie basierend auf deutlich kleineren Samples auch in der Schweiz und in Finnland) ein klarer positiver Zusammenhang zwischen der Wohnfläche und dem Gebäudetyp.

4.2.5. Leerstand (Output-Indikator)

Der Anteil leerstehender Wohnungen wurde als Indikator vor allem in Verbindung mit dem Neubau von Wohngebäuden bzw. dessen Vermeidung aufgeführt. Da im *Cities and greater cities*-Datensatz aber keine Indikatoren zum Neubau enthalten sind, kann der Leerstand hier nur weitgehend isoliert betrachtet werden. Aus Abbildung C.22 geht hervor, dass der Anteil leerstehender Wohnungen in den meisten Städten unter 10 Prozent liegt – das Maximum der Häufigkeitsverteilung liegt zwisch 0 und 2,5 Prozent. Auffällig ist, dass in manchen italienischen Städten scheinbar bis zu 40 Prozent, in einem Fall sogar 50 Prozent der Wohnungen leerstehen. Während länderübergreifend kein klarer Zusammenhang zwischen Leerstand und durchschnittlicher Haushaltsgröße zu erkennen ist, zeigt sich innerhalb der meisten Länder ein negativer Zusammenhang (vgl. Tab. B.3, Z. 33), d.h. mehr Leerstand geht tendenziell mit größeren Haushaltsgrößen einher. Dieser Zusammenhang erscheint durchaus plausibel, denn tendenziell kann davon ausgegangen werden, dass weniger Leerstand ein Anzeichen für höheren Druck auf dem Wohnungsmarkt ist. Aus einer Suffizienzperspektive heraus ist ein größerer Durchschnitt der Haushaltsgröße zwar tendenziell erstrebenswert, wenn dies jedoch maßgeblich unter hohem Druck auf dem Wohnungsmarkt zustande kommt, wäre dies eher als (ökonomisch) erzwungene Suffizienz anzusehen, was in Kombination mit einer Perspektive sozialer Gerechtigkeit, die hier auch als Teil von Suffizienz begriffen wird, ein mindestens ambivalentes Verhältnis zu diesem möglichen Mechanismus mit sich bringt.

[5] Italienische Städte wiesen beim Anteil der Haushalte in Häusern fast durchgängig Werte von 90 bis 100 Prozent auf, was als unrealistisch betrachtet wurde, sodass die Daten der italienischen Städte bei diesem Indikator nicht verwendet wurden. Aber auch die Werte britischer Städte liegen mit 60 bis knapp über 90 Prozent so hoch, dass fraglich ist, ob dies tatsächlich in diesem Maße den Wohngebäudetypen entspricht.

5. Diskussion

5.1. Indikatorensystem und Entwicklung der Suffizienzindikatoren

In Kapitel 2.2 wurde die systematische Entwicklung umfassender Indikatorensets zur Messung von Suffizienz bzw. von Aspekten, die für Suffizienz relevant sind, in den Sektoren Verkehr und Wohnen beschrieben. Der Prozess der Indikatorenentwicklung und der Systematisierung war dabei ein suchender, explorativer und iterativer. Die Ergebnisse dieses Prozesses, also die in Kapitel 3 entwickelten Indikatoren und die in den Tabellen 3.2 und 3.3 zusammengefassten Indikatorensets, stellen einen Ausgangspunkt für die weitere, je nach konkretem Anwendungsfall möglicherweise recht unterschiedliche Konkretisierung und Kondensierung dar. Die präsentierten Indikatorensets sind also zu verstehen als ein Entwurf, der beispielsweise in Expert*innen- und Stakeholder-Workshops zu diskutieren und zu überarbeiten wäre.

5.1.1. Indikatorensystem: Input- und Output-Indikatoren

Die Motivation, Suffizienzindikatoren zweier verschiedener Kategorien zu entwickeln, mit denen einerseits der Status quo in Bezug auf Suffizienz erfasst wird (Output-Indikatoren) und andererseits die infrastrukturellen Rahmenbedingungen dieses Status quo (Input-Indikatoren), ist eng mit dem dieser Arbeit zugrunde liegenden und in Kapitel 1.2 dargelegten Verständnis von Suffizienz verknüpft. Dabei wird Suffizienz in den Bereichen Verkehr und Wohnen aus einer Perspektive der sozialen Praktiken der Mobilität und des Wohnens betrachtet. Den Status quo hinsichtlich Suffizienz mit Hilfe quantitativer Indikatoren zu erfassen, bedeutet gewissermaßen den Versuch, diese sozialen Praktiken mit geeigneten Parametern zu beschreiben und *statistisch* zu erfassen. Dabei entsteht unweigerlich ein nicht aufzulösendes Spannungsfeld zwischen einem zentralen Zweck von Indikatoren einerseits, nämlich der Komplexitätsreduktion sowohl bezüglich der Messung als auch der Begutachtung des Zustands eines komplexen und vielschichtigen Untersuchungsgegenstands, und andererseits dem Bestreben, den Zustands dieses Gegenstands möglichst aussagekräftig, lückenlos und verzerrungsfrei abzubilden (weitere Diskussion dieses Spannungsfelds siehe Kapitel 5.4).

Die Definition von Input-Indikatoren trägt der Einsicht Rechnung, dass soziale Praktiken (sowie deren Veränderungen) nicht vom Himmel fallen, d. h. weder ein Zufallsprodukt noch durch die ‚menschliche Natur‘ oder die individuellen Charakterzüge, Bedürfnisse und Präferenzen determiniert sind, sondern maßgeblich von den umgebenden Rahmenbedingungen (und deren Veränderungen) geprägt und beeinflusst werden (Reckwitz 2003). Das bedeutet im Umkehrschluss aber keineswegs, dass in-

dividuelle Charakterzüge, Bedürfnisse und Präferenzen keinen Einfluss auf die sozialen Praktiken hätten. Die Rahmenbedingungen sozialer Praktiken umfassen dabei sowohl materielle und institutionelle Infrastrukturen als auch kulturelle Normen und Leitbilder sowie individuelle Einstellungen (Christ und Lage 2020). Die grundsätzliche Idee der Input-Indikatoren ist also, materielle und institutionelle Infrastrukturen dahingehend zu erfassen, inwieweit diese geeignet sind, suffiziente(re) soziale Praktiken zu ermöglichen und zu fördern (und gleichsam nicht-suffiziente Praktiken unattraktiver zu machen). Allerdings hat sich im Zuge der Entwicklung von Input-Indikatoren insbesondere für den Wohnsektor schnell herausgestellt, dass viele Aspekte institutioneller Infrastrukturen tendenziell sehr viel schwieriger mit aussagekräftigen Indikatoren zu erfassen sind als physisch-technische Infrastrukturen. Das liegt vor allem daran, dass die Möglichkeiten regulativer, fördernder und fiskalischer Normen und Programme in der Zahl der möglichen Ansätze und konkreter Ausgestaltungen so vielfältig und unterschiedlich sind, dass die Definition geeigneter Indikatoren hier mindestens sehr schwierig ist.

Obwohl viele Indikatoren im Verkehrssektor je nach dem konkreten Betrachtungsgegenstand oder Teilziel sowohl als Output- als auch als Input-Indikatoren eingeordnet werden können, erscheint die analytische Trennung von Input- und Output-Indikatoren hier als sinnvoll und praktikabel. Allerdings könnte eine Schärfung der Definition dabei helfen, die Uneindeutigkeit zu reduzieren. Zum Teil entstand diese daraus, dass Input-Indikatoren so konzipiert wurden, dass sie *Einflussfaktoren* erfassen. So wurden zahlreiche Indikatoren identifiziert, die einen Aspekt des Zustands, z. B. die Autobesitzrate, und zugleich einen Einfluss auf einen anderen Aspekt, z. B. den Modal Split oder die Verkehrsleistung, beschreiben.

Im Wohnsektor hingegen stellte sich das System der Input- und Output-Indikatoren als nicht gewinnbringend und wenig geeignet dar, weil mit einer Ausnahme keine sinnvoll erscheinenden Indikatoren zur Erfassung der infrastrukturellen Rahmenbedingungen gefunden werden konnten. Der Grund hierfür liegt wesentlich an dem bereits beschriebenen Umstand, dass institutionelle Infrastrukturen sehr viel schwieriger mit standardisierten, d. h. auf verschiedene geografische Kontexte anwendbaren, und aussagekräftigen Indikatoren zu erfassen sind, sowie darin, dass die materielle Wohninfrastruktur viel weniger dem direkten Gestaltungseinfluss von Politik und Verwaltung unterliegt als dies im Verkehr der Fall ist. Zwar sind auch Indikatoren denkbar, die in binär-logischer oder quantitativer Form das Vorhandensein bzw. die Zahl bestimmter institutioneller Suffizienzinstrumente erfragen, aber beides sagt so wenig über den tatsächlichen Inhalt und den Einfluss dieser Instrumente auf die Zielgröße aus, dass solche Indikatoren hier als zu wenig aussagekräftig eingeschätzt und daher als nicht geeignet aufgefasst werden. Für den Wohnsektor stellt sich die Frage, ob und gegebenenfalls wie das Indikatorensystem so modifiziert werden kann, dass Indikatoren nicht nur zur Beschreibung des Zustands, sondern auch zur Erfassung infrastruktureller Rahmenbedingungen entwickelt werden können, oder ob doch auch innerhalb des gewählten Systems der Input- und Output-Indikatoren Ansätze für aussagekräftige Input-Indikatoren für Suffizienz im Bereich Wohnen gefunden werden können.

5.1.2. Entwicklung der Suffizienzindikatoren

Die Heransgehensweise und im Zuge des Prozesses iterativ entwickelte Methode zur Entwicklung der Suffizienzindikatoren stellt *einen* unter vielen möglichen Ansätzen dar, Suffizienz in den jeweiligen Sektoren möglichst systematisch zu erfassen und umfassend abzubilden. Dabei wurde immer wieder und bis zuletzt nach geeigneten Formen der Darstellung gesucht, die trotz der Vielzahl an Aspekten und Indikatoren übersichtlich sind und zugleich in der Lage, die zugrundeliegende Struktur widerzuspiegeln.

Die in den Abbildungen 3.1 und 3.2 schematisch dargestellte Betrachtung von Suffizienz über fünf zentrale physikalische (und zwei soziale) Aspekte, von denen vier (bzw. sechs) als Intensitäten beschrieben werden, die sich jeweils auf einen Kernaspekt beziehen, der nur aus einer Suffizienzperspektive in den Blick rückt und gewöhnlich nicht über Effizienz oder Konsistenz adressiert wird, erwies sich als ein geeigneter, wenn auch im Einzelnen manchmal herausfordernder Ansatz. Dabei können die verschiedenen Kombinationen aus jeweils einer Intensität und dem zentralen Aspekt als ‚kleine Kaya-Zerlegungen' betrachtet werden, denn das Gesamtaufkommen an innerstädtischem Verkehr gemessen in Personenkilometern (ggf. pro Kopf) bzw. an Wohnfläche gemessen in Quadratmetern (ggf. pro Kopf) multipliziert beispielsweise mit der Energieintensität ausgedrückt als Kilowattstunden pro Personenkilometer bzw. pro Quadratmeter ergibt den absoluten Energieverbrauch im Verkehr bzw. im Wohnen (pro Kopf). Dieser Ansatz ist deshalb elegant, weil er eine physikalisch sinnhafte, konsistente und geschlossene Darstellung von Suffizienz in einem bestimmten Bereich ermöglicht. Die Aufteilung in die zentrale Suffizienzgröße und einzelne Intensitäten ist dabei zunächst als eine *konzeptuelle* zu verstehen und weniger als eine praktikable Herangehensweise zur Messung von Suffizienz, wobei die verschiedenen Intensitäten durchaus als mögliche und attraktive, auch weil physikalisch sinnhafte Suffizienzindizes bzw. aggregierte Suffizienzindikatoren betrachtet werden können, deren zumindest näherungsweise Erhebung grundsätzlich auch machbar wäre.

Die ‚soften' Intensitäten: Gemeinwohl und soziale Nebenfolgen

Die in den beiden Schemata aufgeführten, aber bei der Entwicklung der Indikatoren nicht einzeln adressierten Aspekte der Gemeinwohl- und Nebenfolgenintensität sind zum Teil eng mit den anderen Aspekten und miteinander verknüpft. Zur Entwicklung von Suffizienzindikatoren wurden diese Aspekte aber nicht explizit herangezogen, weil eine halbwegs vollständige oder zumindest weitgehend verzerrungsfreie und möglichst objektive Erfassung dieser Aspekte in Indikatoren sowie deren regelmäßige Erhebung mit realistischem Aufwand nahezu unmöglich erschien. Eine große Schwierigkeit, wollte man tatsächlich so etwas wie Nebenfolgen- oder Gemeinwohlintensitäten erfassen, wäre die Zuordnung: während Indikatoren etwa zum Gesundheitsheitszustand oder zur Lebenszufriedenheit bzw. -qualität denkbar sind und ja auch in verschiedenen Formen Anwendung finden, ist eine quantitative Zuordnung etwa zur Mobilität oder zum Wohnen sehr schwierig.

Gemeint sind mit der Nebenfolgenintensität konzeptuell vor allem die negativen Auswirkungen, die mindestens in Teilen eng mit der Emissionsintensität (und weniger eng auch mit den anderen Intensitäten) zusammenhängen. Dabei sind die Nebenfolgen von Lärm- und Schadstoffemissionen zumindest kurzfristig und auf der lokalen Ebene tendenziell bedeutender als die Treibhausgasemissionen, während es sich auf der globalen Ebene umgekehrt verhält. Unfälle und deren physische und psychische Auswirkungen, das Gefühl von Gefährdung sowie nicht lärm-, aber verkehrsbedingter Stress sind dagegen Nebenfolgen der Mobilität, die mit den physikalischen Aspekten nicht sehr direkt zusammenhängen, aber je nach Ausgestaltung der Mobilität in einer Stadt sehr unterschiedlich sein können. Mit der Gemeinwohlintensität ist konzeptuell so etwas wie die Bilanz der negativen und positiven Wirkungen der Mobilität bzw. des Wohnens gemeint. Dabei bestehen die positiven Wirkungen der Mobilität einerseits in dem, was durch das Mobilsein ermöglicht wird, also die Befriedigung einer Vielzahl von Grundbedürfnissen, die im Allgemeinen erfordern mobil zu sein, und andererseits in den zumindest potentiell positiven Auswirkungen des Mobilseins an sich. Ohne unterschlagen zu wollen, dass Autofahren oder auch Bus- oder U-Bahn-Fahren als auf verschiedene Weisen wohltuend empfunden werden kann, ist davon auszugehen, dass die aktive Mobilität, also das sich Bewegen im Gegensatz zum bewegt Werden bzw. sich bewegen Lassen, in der Regel sehr viel stärker mit positiven gesundheitlichen Auswirkungen verbunden ist (vgl. Koszowski et al. 2019). Allerdings können positive psychische Effekte durch verkehrsbedingten Stress und positive physiologische Effekte durch verstärkte Schadstoffexposition sowie mögliche unfallbedingte Verletzungen verringert werden (ebd.). Im Bereich des Wohnens sind die Nebenfolgen- und Gemeinwohlintensität schwieriger zu veranschaulichen, aber prinzipiell sind sie auch auf diesen Bereich übertragbar.

5.2. Suffizienzindikatoren

5.2.1. Suffizienzambivalenz

Einige Strategien und Maßnahmen sind aus einer auch sozial verstandenen Suffizienzperspektive ambivalent, weil hier ökologische Entlastungen mit sozialen Belastungen bzw. der Verstärkung sozialer Ungleichheiten einhergehen können. Das gilt insbesondere für alle Ansätze, die auf eine Lenkungswirkung durch Preise und Kosten setzen: Während beispielsweise im Verkehr sowohl Autobesitz als auch Autonutzung in der Weise nach ökonomischem Status strukturiert sind, dass Menschen mit höheren Einkommen deutlich mehr Autos besitzen und mit Autos mobil sind, werden Menschen mit niedrigeren Einkommen tendenziell überproportional stark durch steigende mit Autobesitz und -mobilität verbundene Kosten belastet. Die wahrscheinliche Folge sind ökologisch wünschenswerte Einsparungen, allerdings überproportional von einkommensschwächeren Menschen bewirkt, und eine zunehmende Ungleichheit in der Mobilität, das heißt die alles in allem nach wie vor sehr autofreundlichen Rahmenbedingungen kommen in erster Linie wohlhabenderen Menschen zugute. Ähnliches

gilt für etwaige Bestrebungen, den Anstieg der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche durch Preissignale zu stoppen. Jegliche Preisinsrumente sollten daher intensiv auf ihre sozialen Auswirkungen geprüft und bestenfalls so gestaltet werden, dass hohe Verbrauchsniveaus überproportional belastet werden.

Eng verwandt mit der Ambivalenz von Preisinstrumenten zur Nachfragereduktion ist die Frage, ob ein angespannter Wohnungsmarkt förderlich für die Reduktion der pro-Kopf-Wohnfläche (oder zumindest von deren Anstieg) und aus einer Suffizienzperspektive wünschenswert sein kann. Es ist davon auszugehen, dass im Kontext eines angespannten Wohnungsmarkts tendenziell kleinere Wohnungen von größeren Haushalten bewohnt werden als in einem vergleichbaren Setting nur ohne anspespannten Wohnungsmarkt, insbesondere wenn ein Mangel an geeignetem Bauland oder politische Restriktionen verhindern, dass der hohe Nachfragedruck durch verstärkten Wohnungsneubau abgeleitet wird. Ökologisch betrachtet ist also ein gewisser positiver Einfluss zu vermuten. Es ist aber zugleich auch davon auszugehen, dass insbesondere ökonomisch sowie anderweitig marginalisierte Gruppen unter einer solchen Situation sehr viel stärker leiden als privilegiertere Gruppen. Das kann sowohl Verdrängung zur Folge haben als auch, dass Menschen auf unangemessen kleinem Wohnraum oder in überbelegten Wohnungen leben[1]. Weil Vermietung und Verkauf höherpreisiger Wohnungen für Investor*innen und Eigentümer*innen in der Regel lukrativer ist als günstiger Wohnraum, entsteht zudem relativ zur Nachfrage mehr neuer Wohnraum für zahlungskräftige Gruppen als günstiger Wohnraum, was die Asymmetrie der Betroffenheit unterschiedlich wohlhabender Gruppen zusätzlich verstärkt. Insofern kann ein angespannter Wohnungsmarkt aus einer Suffizienzperspektive kein willkommener Mechanismus zur Begrenzung der Wohnfläche sein.

5.2.2. Richtungseindeutigkeit und Untergrenzen

Fast alle der in dieser Arbeit entwickelten Indikatoren sind insofern richtungseindeutig, als ausgehend vom Niveau typischer mitteleuropäischer Städte substantielle Veränderungspotentiale in eine jeweils aus (sozial-)ökologischer Sicht eindeutig vorgegebene Richtung bestehen, wobei sich das natürlich nur auf die städtischen Mittel- oder Gesamtwerte bezieht und nicht pauschal für individuelle Haushalte oder Verkehrsteilnehmer*innen gilt. Allerdings können die Indikatoren mit Blick auf die Richtungseindeutigkeit analytisch in zwei Kategorien unterschieden werden: während für sich für fast alle Indikatoren sagen lässt „weniger (bzw. mehr) wäre erstmal gut“, lässt sich für einige Indikatoren weitgehend uneingeschränkt sagen „je weniger (bzw.mehr), desto besser“, wohingegen mit Blick auf andere Indikatoren vorsichtiger formuliert werden müsste: „weniger (bzw. mehr) nur so lange andere Nachhaltigkeitsdimensionen (inkl. der Lebensqualität) hierdurch nicht beeinträchtigt werden“.

[1] Möglicherweise ist der Immobiliensektor in Großbritannien hier ein interessanter Forschungsgegenstand, denn in den Ergebnissen der Datenanalyse zu Wohnraum, Leerstand und Haushaltsgrößen fielen innerhalb der mittel- und westeuropäischen Länder britische Städte einerseits durch sehr geringe Leerstandsquoten, was möglicherweise ein Hinweis auf sehr angespannte Wohnungsmärkte ist, und andererseits durch vergleichsweise große durchschnittliche Haushaltsgrößen und einen Rückgang des Anteils von 1-Personen-Haushalten auf (vgl. Abb. C.22).

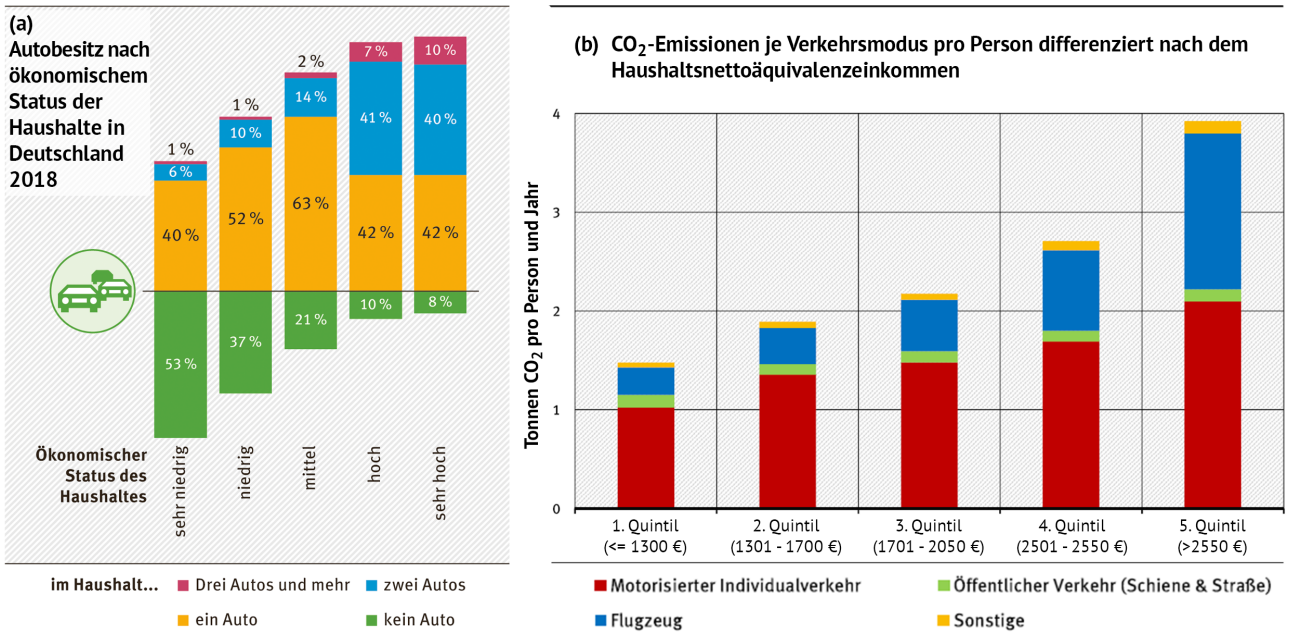


Abbildung 5.1.: Autobesitz und CO2-Emissionen im Verkehr nach ökonomischem Status. Beide Grafiken aus Frey et al. (2020), leicht verändert.

Beispielsweise lässt sich eine Stadt mit hoher Lebensqualität sowie einem hohen Maß an sozialer Gerechtigkeit und gesellschaftlicher Teilhabe vorstellen, in der die Menschen keine privaten Autos besitzen und motorisierter Individualverkehr (zumindest in seiner heutigen Form) quasi nicht existiert (vgl. z. B. von Borries und Kasten 2019) – in diesem Fall gilt also „je weniger, desto besser“, vorausgesetzt natürlich es stehen gute Alternativen zur Verfügung. Dagegen ist eine Stadt, in der die Menschen insgesamt kaum noch mobil sind und auf verschwindend geringer Wohnfläche leben, kaum als eine besonders lebenswerte Stadt vorstellbar. Es gibt insofern Indikatoren, die nur eingeschränkt richtungseindeutig sind, da es hier soziale Untergrenzen bzw. bei entsprechenden Indikatoren soziale Obergrenzen gibt, die nicht unter- bzw. überschritten werden sollten. In der Praxis sind diese Grenzen natürlich von zahlreichen Faktoren abhängig und insofern kaum pauschal festzustellen, zumal die Indikatoren in der Regel auf Durchschnitts- oder Gesamtwerten basieren, soziale Grenzen aber nicht nur im Durchschnitt eingehalten werden sollten, sondern bestenfalls bei jeder einzelnen Person.

Einzelne der entwickelten Indikatoren sind allerdings noch weniger richtungseindeutig, wenn sie nämlich einen Aspekt adressieren, der aus einer Suffizienzperspektive ambivalent zu betrachten ist. Beispiele hierfür sind die Rolle von Carsharing (s. Kap. 3.3.9) im Verkehr sowie von Leerstand im Wohnsektor (s. Kap. 3.5.2). Ob die Reduktion von Leerstand aus einer Suffizienzperspektive eher konstruktiv oder kontraproduktiv ist, hängt mindestens zum Teil davon ab, ob die Bevölkerung einer Stadt wächst oder ob sie stagniert bzw. schrumpft. Generell ist die Reduktion von Leerstand und nötigenfalls die Sanierung im Bestand fast immer gegenüber dem Neubau vorzuziehen (vgl. Fuhrhop 2020).

5.3. Datenanalyse

Der *Cities and greater cities*-Datensatz von eurostat enthält immerhin einige für Suffizienz relevante Indikatoren und umfasst den Großteil der europäischen Städte ab 50.000 Einwohner*innen. Somit birgt dieser Datensatz prinzipiell großes Potential für einen breit angelegten Vergleich europäischer Städte im Bezug auf einige Aspekte von Suffizienz. Allerdings wird dieses Potential beträchtlich gemindert durch die insgesamt sehr dürftige Vollständigkeit (s. Abb. 2.5) und die in einigen Fällen mindestens fragwürdige Qualität der Daten (vgl. Kap. 2.3.2). Dabei gibt es große Unterschiede insbesondere zwischen den Städten verschiedener Länder (vgl. Abbildungen C.2 und C.1). Um dennoch eine akzeptable Datengrundlage zu erhalten, wurde zur Betrachtung des Status quo nicht auf das aktuellste im Datensatz enthaltene Jahr (2020 bzw. 2021), sondern auf die bei jeder Stadt aktuellsten verfügbaren Daten zurückgegriffen (s. Abb. 2.4). Je nach Indikator blieb aber eine unterschiedlich große Zahl an Städten übrig, für die gar keine Daten verfügbar waren. Beides zusammengenommen führt dazu, dass fast jeder der betrachteten Indikatoren ein ‚Unikat' ist, was die jeweilige Datenbasis betrifft, also die Zusammensetzung des Samples aus Städten, zu denen Daten für den jeweiligen Indikator vorliegen. Zudem beruhen alle Streudiagramme auf den Daten jeweils zweier Indikatoren mit meist unterschiedlicher Datenvollständigkeit und aktuellsten Daten aus potentiell unterschiedlichen Jahren. Alles in allem ist der verwendete Datensatz bei weitem nicht so, wie man es sich für eine Datenanalyse auf solider Basis wünschen würde. Nichtsdestotrotz hat die Datenanalyse interessante Ergebnisse zutage gefördert, die mindestens in großen Teilen auch als einigermaßen robust, wenn auch zugleich als nicht sehr exakt einzuschätzen sind. Das gilt vor allem für die Auswertungen zum Status quo, d. h. für die Auswertung der jeweils aktuellsten Daten.

Umfassende Vergleiche mit Daten aus anderen Quellen ebenso wie ‚manuelle' Korrekturen oder Ergänzungen des verwendeten Datensatzes wären in Anbetracht der Zahl der betrachteten Städte und der verschiedenen Indikatoren sehr aufwändig. Je nach konkretem Forschungsvorhaben wäre die Einbeziehung anderer Datenquellen aber sehr sinnvoll, um die Qualität der Daten besser einschätzen und bestenfalls mehr verschiedene Indikatoren untersuchen zu können. Abbildung 5.2 zeigt für sieben europäische Hauptstädte exemplarisch einen Vergleich zwischen den Modal Split-Werten bei Kodukula et al. (2018) und in den Eurostat-Daten. Dabei zeigt sich nur beim Radverkehr eine recht gute Übereinstimmung, wohingegen der Modal Share des Fußverkehrs in den Eurostat-Daten tendenziell kleiner und die Anteile von MIV und ÖPNV tendenziell größer sind als bei Kodukula et al. (2018). Weil die Daten bei Kodukula et al. (2018) sich aber auf den Modal Share insgesamt beziehen, der Eurostat-Datensatz aber nur die jeweiligen Anteile der verschiedenen Modi an den Wegen zur Arbeit enthält und weil die Daten aus unterschiedlichen Jahren stammen, lässt sich hier nicht feststellen, ob oder inwieweit die verschiedenen Werte inkonsistent sind. Es ist zumindest durchaus denkbar, dass die Arbeitswege relativ betrachtet seltener zu Fuß und dafür häufiger mit MIV oder ÖPNV zurückgelegt werden als die innerstädtischen Wege insgesamt, was die möglicherweise systematische Abweichung zwischen beiden Quellen zumindest teilweise erklären würde.

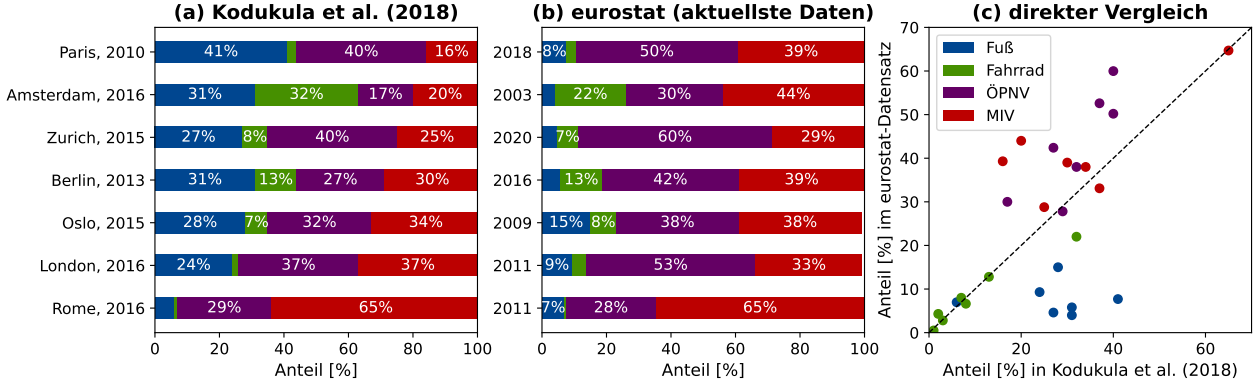


Abbildung 5.2.: Vergleich der Modal Split-Werte zwischen Kodukula et al. (2018) und den in dieser Arbeit verwendeten Eurostat-Daten. **(a)** Eigene Darstellung basierend auf Modal Splot-Daten von Kodukula et al. (2018, Abb. 5-1, S. 13); **(b)** Modal Split basierend auf Daten von Eurostat; **(c)** Streudiagramm für den direkten Vergleich.

Der Versuch, die zeitliche Entwicklung einiger Indikatoren abzubilden, ist noch wesentlich stärker durch die insgesamt geringe Datenvollständigkeit beeinträchtigt als die Analysen zum Status quo und insofern sind diese Ergebnisse als weniger robust einzuordnen.

Besonders bedauerlich mit Blick auf den Verkehrssektor ist, dass aus dänischen Städten fast gar keine Daten vorliegen und dass sich die Daten zur Länge der Radwegenetze in den niederländischen Städten als nicht vertrauenswürdig herausstellten. Beide Länder sind bekannt für ihre fahrradfreundlichen Städte und die ausgeprägte Kultur des Fahrradfahrens, wobei dies in Dänemark vor allem für Kopenhagen gilt. Auch eine bessere Datenlage in den osteuropäischen Ländern wäre sehr wünschenswert, denn besonders im Verkehrssektor waren häufig nur Daten für slowakische und bulgarische Städte verfügbar, die oft im starken Kontrast standen zu den Werten in den westeuropäischen Städten.

5.3.1. Gesamtbild der Datenanalyse

Positiv formuliert könnte man – zugegebenermaßen wenig überraschend – die Ergebnisse der Datenanalyse so zusammenfassen: In europäischen Städten schlummern sehr große Potentiale für Suffizienz sowohl im Verkehrs- als auch im Wohnsektor. In über 85 Prozent der Städte (469 von 544) macht der motorisierte Individualverkehr in den jeweils aktuellsten Daten mehr als die Hälfte der Wege zum Arbeitsplatz aus und in der Hälfte der Städte des Samples liegt der Modal Share des MIV oberhalb von zwei Dritteln aller Wege zur Arbeit. Das Auto ist in aller Regel das dominante Mittel der Fortbewegung. Während in der Mehrzahl der Städte auf recht dünner Datenbasis ein leichter Rückgang des Autoverkehrsanteils und entsprechend eine leichte Zunahme im Umweltverbund zu verzeichnen ist, lässt sich auf deutlich soliderer Datenbasis ein Anstieg der Autobesitzrate in rund drei Vierteln (553 von 751) der Städte konstatieren.

Beim Wohnen ergibt sich ein im Vergleich zum Verkehr noch stärker stratifiziertes Bild zwischen den Ländern West- und Osteuropas. Die deutschen Städte befinden sich bei der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche sowie beim Anteil der 1-Personen-Haushalte ganz oben im europäischen Spektrum. Noch eindeutiger als im Verkehr deutet die zeitliche Entwicklung bei den zentralen Indikatoren im Bereich Wohnen – positiv formuliert – darauf hin, dass die Potentiale für Suffizienz noch zunehmen werden. In 93 Prozent der 400 Städte, zu denen entsprechende Daten vorliegen, hat die pro-Kopf-Wohnfläche zugenommen. Das Beispiel Großbritanniens wäre ein spannender Untersuchungsgegenstand, denn fast nur in britischen Städten hat der Anteil der 1-Personen-Haushalte mehrheitlich nicht zu-, sondern abgenommen.

Im Zusammenhang von Wohnfläche und der Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgrößen stößt man auf ein suffizienzstrategisches Dilemma: Davon abgesehen, dass sich der Wohnungsneubau bei Wohnungsgrößen und Preissegmenten aufgrund der sehr unterschiedlichen Einflussfaktoren der Wohnungsnachfrage und des Angebots an neuen Wohnungen häufig nicht mit dem Bedarf deckt (Schels 2019), stellt sich die Frage, ob die enge Orientierung an der Nachfrage im Wohnungsbau aus der Sicht von Suffizienz tatsächlich wünschenswert ist. Gemeint ist hier insbesondere der Trend zu einem immer höheren Anteil an 1-Personen-Haushalten, denn je weniger Menschen in einem Haushalt leben, desto größer ist die adäquate pro-Kopf-Wohnfläche (Bierwirth und Thomas 2019). Wenn sich der Neu- und Umbau von Wohnungen an diesem Nachfragetrend orientiert, wird damit die Entwicklung hin zu immer kleineren durchschnittlichen Haushaltsgrößen im wahrsten Sinne des Wortes zementiert. Die Frage ist also, ob es gelingen kann, gemeinschaftliche Formen des Wohnens baulich und durch entsprechende institutionelle Rahmenbedingungen so attraktiv zu machen, dass dadurch der Trend zu kleineren Haushaltsgrößen gestoppt oder gar umgekehrt werden kann.

Diese Frage ist insofern von nicht zu unterschätzender Bedeutung, als Wohngebäude die wesentliche materielle Infrastruktur des Wohnens sind und als solche dem Begriff *Immobilien* durchaus gerecht werden, denn nicht nur bewegen sie sich nicht, sondern sie verändern in der Regel auch nur sehr selten ihre Struktur im Laufe ihrer häufig sehr langen Lebens- und Nutzungsdauer. Die Wohngebäude, die heute gebaut werden – wenn sie denn gebaut werden (müssen) –, sollten also im besten Falle auch noch in 50 Jahren und darüber hinaus nützlich und sozial-ökologischen Erfordernissen angemessen sein. Das gilt gleichermaßen für den Ort, an dem Immobilien immobil, also gebaut werden, wie für die Art und Weise, wie Wohngebäude gestaltet werden und welche Nutzungen sie zulassen und welche Nutzungen sie verhindern.

5.3.2. Statistische Analysen: Korrelation und lineare Regression

Grundsätzlich sind Korrelations- und Regressionsanalysen vergleichsweise simple Werkzeuge für statistische Analysen. Damit geht der Vorteil einher, dass sie einem intuitiven Verständnis noch einigermaßen zugänglich sind und so ein optischer Eindruck häufig gut in Einklang zu bringen ist mit den Er-

gebnissen von Korrelations- und Regressionsanalysen. Ein gravierender Nachteil des sehr verbreiteten Korrelationskoeffizienten nach Pearson sowie der Regressionsanalyse nach der Methode der kleinsten Quadrate (*least squares*) ist die bereits erwähnte Sensitivität gegenüber Ausreißern (vgl. Kap. 4.1.4 und Abb. 4.8). Diese Anfälligkeit kann zu mathematisch zwar korrekten, aber im Bezug auf den untersuchten Zusammenhang sehr irreführenden Korrelationskoeffizienten und Regressionsgeraden führen. Eine Möglichkeit der Verringerung dieser Anfälligkeit liegt in der Wahl einer anderen Methode zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten, z. B. nach Spearman oder Kendall, wodurch allerdings die Anfälligkeit der lineare Regression nicht behoben wäre und ggf. Korrelations- und Regressionskoeffizienten inkonsistent sein könnten, das heißt ein positiver Korrelationskoeffizient könnte einer negativen Steigung der Regressionsgerade gegenüberstehen oder umgekehrt. Der Vorteil der Pearson-Korrelation ist der mathematisch konsistente Zusammenhang zur linearen Regression, der darin besteht, dass das Quadrat des Korrelationskoeffizienten r entspricht dem durch ein lineares Modell erklärbaren Anteil der Varianz innerhalb der Stichprobe. Daher wird hier vorgeschlagen, für eine höhere Robustheit der statistischen Analysen entweder den zu untersuchenden Zusammenhang zunächst optisch, d. h. in einem Streudiagramm zu begutachten und anhand des Einzelfalls zu entscheiden, ob und ggf. welche und wie viele Datenpaare von der Korrelations- und Regressionsanalyse ausgeschlossen werden sollen, oder alternativ grundsätzlich einen gewissen Anteil (z. B. 2%) der Extremwerte der zu untersuchenden Größen von der Analyse auszuschließen, was allerdings nur bei ausreichend großen Samples sinnvoll ist. Die erstere der beiden Möglichkeiten hat den zusätzlichen Vorteil, dass so überprüft werden kann, ob die Annahme eines linearen Zusammenhangs zwischen den beiden Größen, worauf die Pearson-Korrelation basiert, gerechtfertigt ist.

Eine zusätzliche Schwierigkeit der Korrelationsanalysen im Rahmen dieser Arbeit, deren Ergebnisse in Tabelle B.3 zusammengefasst sind, ist die geringe Sample-Größe insbesondere in relativ kleinen Ländern, wo häufig weniger als zehn Wertepaare zur Verfügung stehen. Das trifft hier auf Belgien, Portugal, Norwegen, Schweden, Finnland, Estland, Lettland, Litauen, die Slowakei, Kroatien, Slowenien und die Schweiz zu sowie die hier aufgrund der besonders geringen Datenvollständigkeit unter ‚*others*‘ zusammengefassten Länder Dänemark, Irland, Griechenland, Zypern, Malta, Österreich und Rumänien. Selbst wenn aus den Städten eines dieser Länder Daten vorliegen, ist die Datenbasis für eine Korrelationsanalyse sehr dünn. Ein möglicher Umgang mit dieser Schwierigkeit wäre, Länder, die als hinreichend ähnlich hinsichtlich der sozio-ökonomischen und kulturellen Strukturen eingeschätzt werden, in Gruppen zusammenzufassen, also beispielsweise Belgien und Frankreich, die Länder der iberischen Halbinsel (Portugal und Spanien), die skandinavischen Länder (Norwegen, Schweden und Dänemark plus evtl. Finnland), die Länder des Baltikums (Estland, Lettland und Litauen) und eventuell die Slowakei, Kroatien und Slowenien sowie Österreich und die Schweiz.

5.4. Limitationen und Herausforderungen

Mit Blick auf die Entwicklung der Indikatorensets wurde bereits geschrieben, dass es sich hier um einen noch diskussions- und verbesserungsbedürftigen Entwurf handelt, der basierend auf einer ebenfalls noch zu schärfenden und zu verbessernden Systematik erarbeitet wurde. Mit Blick auf die Datenanalyse im Zuge der testweisen Anwendung von Suffizienzindikatoren mit dem Ziel, europäische Städte zu vergleichen, wurden die Probleme der Datenqualität und -vollständigkeit ebenfalls bereits beschrieben. Hier ist zu hoffen, dass sich der in den Daten erkennbare Trend zu einer vollständigeren und regelmäßigeren Berichterstattung fortsetzt oder bestenfalls noch verstärkt. Die Schwierigkeiten und mögliche Verbesserungen der statistischen Analysen wurden im vorigen Abschnitt beschrieben. Im Folgenden werden allgemeinere Limitationen und Herausforderungen des Unterfangens der Entwicklung von Suffizienzindikatoren diskutiert.

5.4.1. Suffizienz und Mittelwerte

Ein grundsätzliches Problem im Kontext möglicher Suffizienzindikatoren ist, dass sehr häufig Mittel- oder aggregierte Gesamtwerte verwendet werden. Im Rahmen statistischer Erhebungen bzw. der darauf basierend veröffentlichten Daten werden häufig nur Mittel- oder Gesamtwerte veröffentlicht. Und auch aus Sicht einer Indikatorik sind Mittel- bzw. Gesamtwerte häufig sinnvoll, weil so die Komplexität des betrachteten Sachverhalts effektiv reduziert wird. Aus einer Suffizienzperspektive macht es aber einen sehr großen Unterschied, ob ein vergleichsweise suffizienter Mittelwert beispielsweise der pro-Kopf-Wohnfläche in einer Stadt dadurch zustande kommt, dass alle Einwohner*innen auf ähnlich großer bzw. kleiner Wohnfläche leben, oder ob ein Drittel der Menschen auf deutlich weniger Wohnfläche lebt, während ein Sechstel der Menschen auf ‚doppelt deutlich' mehr Wohnfläche lebt. Für eine Suffizienzindikatorik bedeutet das die grundsätzliche Frage, ob zusätzlich zu (oder ggf. anstelle von) Mittel- und Gesamtwerten zumindest bei einigen Indikatoren auch quantitative Charakteristika der *Verteilung* des Indikators herangezogen werden sollten. Das könnten beispielsweise der Modus (auch Modalwert genannt), also der Wert, an dem eine Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilung ihr Maximum hat, und der Median, also das 50%-Quantil, sein, aber auch andere Quantile (z. B. 25% und 75% oder 10% und 90%). Auch andere statistische Größen wie die Varianz oder die Standardabweichung kämen prinzipiell in Frage, haben aber den Nachteil, dass sie keine Information zur Schiefe einer Verteilung, sondern nur zur mittleren Streuung um den Mittelwert enthalten. Das Hinzunehmen weiterer statistischer Parameter im Rahmen einer Indikatorik wirkt aber dem Ziel der Komplexitätsreduktion tendenziell entgegen und erhöht die Anforderungen an die Datenbasis. In den hier verwendeten eurostat-Daten gibt es mit dem Haushaltseinkommen nur einen einzigen Indikator, zu dem außer dem Mittelwert auch der Median angegeben ist. Im Rahmen des in dieser Arbeit angestellten Vergleichs europäischer Städte wäre das Einbeziehen des Aspekts der Verteilung innerhalb der Städte also gar nicht möglich gewesen. Dennoch sollte der Aspekt der Verteilung bei der

(Weiter-)Entwicklung von Suffizienzindikatoren mindestens mitgedacht und ggf. in Form geeigneter Parameter berücksichtigt werden.

5.4.2. Suffizienz und Trends

Ist Suffizienz ein Zustand oder ein Prozess bzw. eine Entwicklung? Es ist vielleicht gar nicht notwendig, diese Frage eindeutig zugunsten des Einen oder des Anderen zu beantworten, aber bei der Entwicklung einer Indikatorik, mit der zumindest zu einem gewissen Grad eine quantitative Bewertbarkeit von Städten oder anderen Entitäten ermöglicht werden soll, sollte bedacht werden, ob für die Bewertung aussschließlich der Status quo berücksichtigt werden sollte oder ob auch die aktuelle Entwicklung der jeweiligen Indikatoren eine Rolle spielen sollte. Anhand von Abbildung 5.3 lässt sich diese Frage gut veranschaulichen: Zwischen 2000 und 2005 war die Autobesitzrate in polnischen Städten deutlich niedriger als in deutschen Städten – in einer Suffizienzbewertung würde dies wohl recht eindeutig als suffizienter eingestuft. Allerdings zeigt sich spätestens ab 2003 ein deutlicher, praktisch alle Städte umfassender Trend hin zu höheren Autobesitzraten, während in deutschen Städten zu der Zeit keine klare Zu- oder Abnahme festzustellen ist.

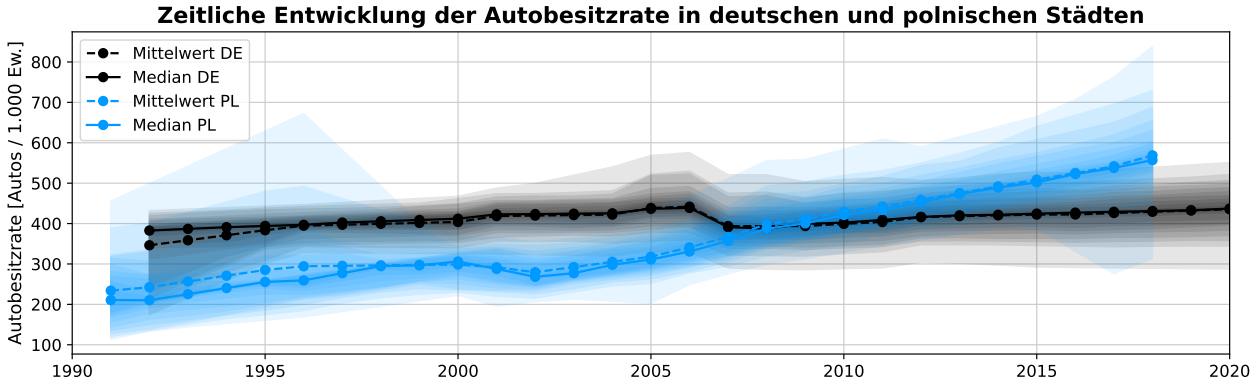


Abbildung 5.3.: Zeitliche Entwicklung der Autobesitzrate in deutschen und polnischen Städten. Die breiteste halbtransparente Flächenkurve entspricht jeweils der Spanne zwischen den Extrema innerhalb eines Landes. In Abständen von 5% entspricht jede weitere Schattierung der Spanne zwischen zwei sich jeweils zu 100% ergänzenden Quantilen, das heißt zwischen dem 5%- und 95%-Quantil, zwischen dem 10%- und 90%-Quantil usw.

Da im Rahmen dieser Arbeit der Versuch, testweise aggregierte Indizes zu entwickeln, aufgrund der relativ geringen Zahl geeigneter und des Fehlens zentraler Indikatoren im eurostat-Datensatz in einem recht frühen Stadium eingestellt und nicht weiter verfolgt wurde, musste diese Frage hier nicht abschließend beantwortet werden. Im Rahmen der Datenanalyse wurde immerhin der Versuch unternommen, nicht nur den Status quo, sondern auch die zeitliche Entwicklung zu beleuchten.

Möchte man den gegenwärtigen Trend in die Bewertung von Suffizienz einbeziehen, stößt man auf ein heuristisches Problem: Während zwischen Datenerhebung und -veröffentlichung bzw. Bericht-

erstattung an Statistikämter wie eurostat ohnehin immer eine zeitliche Verzögerung entsteht, bedarf es zur empirischen Bestimmung eines gegenwärtigen Trends theoretisch des Wissens um einen in der Zukunft liegenden Zustand. Da dies offensichtlich unverfügbar ist, ist man gezwungen, aktuelle Trends einer Messgröße näherungsweise aus den aktuellsten verfügbaren Daten und älteren Daten dieser Messgröße zu berechnen, sofern man keine Prognosen anstellen kann oder möchte. Je weiter der Bezugspunkt der älteren Daten in der Vergangenheit liegt, desto weniger legitim ist die Annahme, dass dies näherungsweise dem aktuellen Trend entspricht. Andererseits, je größer die methodisch oder zufallsbedingten Schwankungen der gemessenen Größe sind, desto weniger robust ist ein Trend, der aus zeitlich dicht beieinander liegenden Messungen abgeleitet wird. Die Daten zweier aufeinander folgender Jahre beispielsweise sind höchstens dann zur Abschätzung eines Trends geeignet, wenn die Größe mit deutlich höherer Genauigkeit gemessen werden kann und deutlich geringeren (quasi-)zufälligen Schwankungen unterliegt als realistischerweise im Rahmen eines Trends zu erwartende Veränderungen innerhalb eines Jahres. Insofern würde sich die Einbeziehung aktueller Trends im Kontext einer Suffizienzindikatorik in der praktischen Anwendung als recht diffizil erweisen.

Fietze et al. (2021) argumentieren, dass ein wirksames Klimaschutzgesetz auf „Frühindikatoren“ angewiesen sei, um Entwicklungen schneller und zuverlässiger erkennen und ggf. nachjustierend darauf reagieren zu können. Sollen Suffizienzindikatoren dazu verwendet werden, den Erfolg suffizienzpolitischer Maßnahmen zu beobachten, können die in dieser Arbeit verwendeten Input-Indikatoren in gewisser Weise als solche Frühindikatoren betrachtet werden. Eine Veränderung der infrastrukturellen Rahmenbedingungen muss keine Veränderung der sozialen Praktiken nach sich ziehen, kann diese aber auslösen. Allerdings lässt sich diese Reihenfolge nicht pauschal annehmen, denn ebenso können sich verändernde soziale Praktiken Veränderungen der Infrastrukturen vorausgehen.

5.4.3. Indikatoren: Komplexitätsreduktion vs. Unterkomplexität

Eine ebenfalls sehr grundsätzliche Herausforderung, die an vielen Stellen bereits angeklungen ist, ist das Spannungsfeld zwischen einem der zentralen Zwecke von Indikatoren, nämlich der Komplexitätsreduktion einerseits und andererseits dem Bestreben, den zu erfassenden Gegenstand nicht unterkomplex oder verzerrend abzubilden. Indikatoren, von lateinisch *indicare* (anzeigen), sind in der Regel dafür gedacht, einen Zustand oder dessen Änderung oder einen Prozess zu beobachten und zu beschreiben, um schließlich auf Grundlage dessen, was durch den Indikator angezeigt wird, eine informierte Entscheidung zu treffen. Ist die Indikatorik nicht geeignet den Gegenstand angemessen zu beschreiben, weil sie ihn verzerrt oder unvollständig abbildet, birgt dies die Gefahr fehlgeleiteter Entscheidungen oder Maßnahmen.

Der Aspekt der Komplexitätsreduktion ist in vielen Fällen in mehrfachem Sinne relevant: Zum Einen wird die Beobachtung des Gegenstands dadurch vereinfacht, dass nur eine begrenzte Zahl von Beobachtungsgrößen erfasst werden muss, zum Anderen wird ein Überblick über den Gegenstand sowie

die Kommunikation darüber vereinfacht. Ein zu umfangreiches und möglicherweise teilweise redundantes Indikatorenset kann insofern den praktischen Nutzen der Indikatorik mindern. Das Spannungsfeld zwischen Komplexitätsnotwendigkeit und Komplexitätsreduktion kann also kaum aufgelöst werden. Im Rahmen dieser Arbeit kann es insbesondere deshalb nicht aufgelöst werden, weil die Suffizienzindikatorik nicht für einen konkreten Anwendungsfall, sondern zunächst als sehr allgemeine Grundlage für die weitere Konkretisierung entwickelt wurde. Spätestens dann, wenn die Indikatorik auf einen konkreten Anwendungsfall zugeschnitten werden soll, gilt es, mögliche Indikatoren anhand beispielsweise der RACER- oder ähnlicher Kriterien zu bewerten und ungeeignete Indikatoren auszusortieren.

6. Fazit und Ausblick

In dieser Arbeit wurden Suffizienzindikatoren für die Sektoren Verkehr und Wohnen auf der Ebene von Städten entwickelt und testweise, soweit dies mit den zentral verfügbaren Daten des eurostat *Cities and greater cities*-Datensatzes möglich war, auf europäische Städte angewendet. Dabei wurde versucht, eine geeignete Methode zu erarbeiten, um die vielen Aspekte, die Suffizienz umfasst und berührt, möglichst systematisch in geeignete Indikatoren zu übersetzen. Für die Suffizienzindikatoren wurde ein eigenes Indikatorensystem aus etablierten Systemen abgewandelt, mit dem im Wesentlichen zwischen Output-Indikatoren (oder Zustandsindikatoren), die den Status quo mit Blick auf Suffizienz abbilden, und Input-Indikatoren (oder Infrastrukturindikatoren), die die infrastrukturellen Rahmenbedingungen beschreiben, unterschieden wird. Dieser Ansatz erwies sich für den Verkehrssektor als sehr fruchtbar und geeignet, wohingegen er für den Wohnsektor nicht gleichermaßen geeignet erschien.

Durch das Konzept der Input- und Output-Indikatoren wurde allerdings sehr deutlich, dass sich die Sektoren Wohnen und Verkehr strukturell stark von einander unterscheiden: Während die sozialen Praktiken der Mobilität sowohl über die materiellen als auch über die institutionellen Infrastrukturen auf politischem Wege beeinflusst werden können, weil es sich bei der gebauten und technischen Infrastruktur um ganz überwiegend öffentliche Infrastruktur handelt, findet das Wohnen ganz überwiegend in gebauten Infrastrukturen statt, die privat gebaut und verwaltet werden. Die sozialen Praktiken des Wohnens (sowie die materiellen Infrastrukturen des Wohnens) können also im Kontext der derzeitigen Eigentumsverhältnisse nur über institutionelle Rahmenbedingungen politisch beeinflusst werden. Dieser strukturelle Unterschied kann nicht eindeutig bewertet werden. Es ließe sich einerseits argumentieren, dass im Bereich der Mobilität eine breitere Palette an Möglichkeiten gezielt gestaltender Maßnahmen zur Veränderung der sozialen Praktiken existiert als beim Wohnen, weil bei der Mobilität sowohl über die physisch-technische Verkehrsinfrastruktur als auch über die institutionellen Rahmenbedingungen Verhaltensänderungen bewirkt werden können, während beim Wohnen der direkte Zugriff auf die gebaute Infrastruktur nicht besteht und so ‚nur' die institutionellen Rahmenbedingungen zur (Um-)Gestaltung genutzt werden können. Andererseits lässt sich auch argumentieren, dass im Bereich der Mobilität über beide Infrastrukturebenen konsistente Signale und Veränderungsimpulse gesetzt werden müssen, um substantielle Veränderungen erzielen zu können, wohingegen beim Wohnen zumindest von Politik und Verwaltung ‚nur' geeignete institutionelle Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen. Zusätzlich kompliziert wird diese Frage dadurch, dass verschiedene Aspekte der Rahmenbedingungen sowohl bei der Mobilität als auch beim Wohnen der Zuständigkeit unterschiedlicher politischer und administrativer Ebenen unterliegen. Dadurch wird die Schaffung von konsistenten, Suffizienz konsequent ermöglichenden und fördernden Rahmenbedingungen zu einer

in den aktuellen politischen Verhältnissen in den Ländern Europas quasi unmöglichen zu meisternden Herausforderung.

Im Zuge der Datenanalyse wurde deutlich, dass im Wohnsektor deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Ländern bestehen. Die deutschen Städte fielen dabei als besonders nicht-suffizient auf. Gemeinsam war praktisch allen Ländern die überwiegende Tendenz zu mehr pro-Kopf-Wohnfläche, einem größeren Anteil an Single-Haushalten und kleineren Haushalten. Auch im Verkehrssektor waren die Ergebnisse der Analyse teilweise deutlich erkennbar nach Ländern geclustert. Allerdings wiesen einige Indikatoren auch deutliche Zusammenhänge mit anderen Parametern, insbesondere mit der Bevölkerungsgröße auf, sodass sich die Unterschiede innerhalb der Länder bei den meisten Indikatoren in einer ähnlichen Größenordnung bewegten wie die Unterschiede zwischen verschiedenen Ländern. Mit Blick auf die zeitliche Entwicklung im Verkehrssektor fiel auf, dass der Anteil des Autoverkehrs in der Mehrzahl der Städte rückläufig war, dass aber zugleich die Autobesitzrate insgesamt eher zu- als abnimmt. Dies könnte zumindest als Indiz für inkonsistente verkehrspolitische Strategien und Signale sein. Es ist jedenfalls ein Indiz dafür, dass der kulturelle Reiz und die Verheißung des eigenen Autos ungebrochen ist, selbst wenn das Auto in der alltäglichen Mobilität tendenziell an Bedeutung verloren hat. Vieles spricht dafür, dass eine suffizienzorientierte Verkehrspolitik sich in besonderem Maße der Reduktion der Autobesitzrate zuwenden sollte. Sehr wahrscheinlich würde dies zu einer weiteren Reduktion des Autoverkehrsanteils positiv beitragen.

Ausgehend von dieser Arbeit ergeben sich verschiedene sinnvolle Anknüpfungspunkte für die weitere wissenschaftliche Arbeit an und mit Suffizienzindikatoren. Vor einer inhaltlichen Weiterentwicklung der Indikatorensets sollten zunächst das Indikatorensystem und die Methode der Indikatorenentwicklung einer Revision unterzogen werden – möglichst unter Einbeziehung verschiedener Expert*innen. Dabei sollte versucht werden, den hier verfolgten Ansatz einer möglichst systematischen Herangehensweise stärker mit theoretischen Arbeiten zu Suffizienz in den betrachteten Sektoren zu verweben, um zu einer besseren Nachvollziehbarkeit und Robustheit der hier recht frei und explorativ entwickelten Methode zu gelangen. In einem nächsten Schritt könnten die auf der Basis der überarbeiteten Methodik entwickelten Indikatorensets beispielsweise in Expert*innenworkshops diskutiert und gegebenenfalls kondensiert werden. Allerdings sollte hierfür möglichst bereits ein konkreter Anwendungsfall ins Auge gefasst werden, da die Einschätzung hinsichtlich mancher Beurteilungskriterien vom Anwendungskontext abhängig ist.

Ein Aspekt, der aufgrund der überwiegend ökologischen Denkrichtung in dieser Arbeit zu kurz gekommen ist, sind die sozialen Untergrenzen. Es wäre lohnend, bei einer inhaltlichen Weiterentwicklung gezielt nach Indikatoren zu suchen, die beleuchten, ob allen Bewohner*innen einer Stadt eine gute Grundversorgung ihrer Mobilitäts- und Wohnbedürfnisse ermöglicht wird bzw. wie häufig und/oder wie stark ausgeprägt eine Unterversorgung besteht. Zudem wäre es lohnenswert, den Aspekten der Verteilung und der zeitlichen Entwicklung noch einmal gezielt Beachtung zu schenken und zu untersuchen, ob und gegebenenfalls wie deren Berücksichtigung im Rahmen einer Suffizienzindi-

katorik sinnvoll wäre. Ein weiterer künftiger Anknüpfungspunkt könnte die Entwicklung von Suffizienzindizes sein. Versuche in diese Richtung wurden im Rahmen dieser Arbeit aufgrund der geringen Zahl relevanter Indikatoren im verwendeten Datensatz in einem frühen Stadium ruhen gelassen und nicht weiterverfolgt. Dabei wäre auch zu untersuchen, worin der Mehrwert von Suffizienzindizes läge und ob die dadurch mögliche zusätzliche Komplexitätsreduktion gegenüber dem zusätzlichen Verlust an Differenzierung und Verständlichkeit überwiegen würde. Ein möglicherweise interessanter Mittelweg, der allerdings mit eigenen methodischen Herausforderungen einhergehen würde, wäre zu eruieren, wie die in Abbildung 3.1 (bzw. 3.2 für den Wohnsektor) dargestellten zentralen physikalischen Suffizienzaspekte, also der Gesamtbedarf an innerstädtischer Mobilität (bzw. Wohnfläche) sowie die Energie-, Flächen-, Ressourcen- und Emissionsintensität bezogen auf diesen Gesamtbedarf näherungsweise berechnet werden könnten. Diese aggregierten Indikatoren wären zwar etwas anderes als ausgeklügelte Indizes, aber sie sind (im Gegensatz zu vielen Indizes) physikalisch interpretierbar und dürften insbesondere im Ensemble ein kompaktes, aber durchaus aussagekräftiges Bild des Verkehrs- bzw. Wohnsektors einer Stadt liefern. Zusätzlich wäre die Unfallintensität der Mobilität leicht abzuleiten, sofern das Gesamtaufkommen erhoben wird.

In ihrer Gesamtheit stellt diese Arbeit einen lehrreichen Versuch der Entwicklung und Anwendung von Suffizienzindikatoren dar, der einige grundsätzliche Herausforderungen aufzeigt und in seiner Konstruktion noch Schwächen aufweist. Es handelt sich gewissermaßen um einen zwar schon recht vielversprechenden Prototyp eines Werkzeugs, der aber noch einiger Verbesserungen bedarf, bevor es gewinnbringend eingesetzt werden kann.

Literaturverzeichnis

AG Energiebilanzen e. V. (2022). Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, *Technical report*.

Allekotte, M., Bergk, F., Biemann, K., Deregowski, C., Knörr, W., Althaus, H.-J., Sutter, D. und Bergmann, T. (2020). ökologische Bewertung von Verkehrsarten. Abschlussbericht., *Technical Report 156/2020*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Alonso, A., Monzón, A. und Cascajo, R. (2015). Comparative analysis of passenger transport sustainability in European cities, *Ecological Indicators 48*: 578–592.

AmsterdamTips.com (2020). Cycling in Amsterdam and the Netherlands, https://www.amsterdamtips.com/cycling-in-amsterdam.

Becker, H., Ciari, F. und Axhausen, K. W. (2018). Measuring the car ownership impact of free-floating car-sharing – A case study in Basel, Switzerland, *Transportation Research Part D: Transport and Environment 65*: 51–62.

Bertling, J., Bertling, R. und Hamann, L. (2018). Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie, *Technical report*, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT.

Best, A., Thie, J.-E., Bartke, S., Wegener-Lange, B., Eckert, K. und Barth, J. (2021). Indikatoren regionaler Nachhaltigkeit aufbauend auf dem Suffizienzansatz.

Bierwirth, A. und Thomas, S. (2019). Energy sufficiency in buildings Concept paper, *Technical report*.

Böcker, M., Lage, J. und Christ, M. (2022). Zwischen Deprivilegierung und Umverteilung: Suffizienzorientierte Stadtgestaltung als kommunales Konfliktfeld, *Soziologie und Nachhaltigkeit 8*(1): 64–83.

Bowen, R. E. und Riley, C. (2003). Socio-economic indicators and integrated coastal management, *Ocean & Coastal Management 46*(3-4): 299–312.

Burzan, N. (2022). Indikatoren, *Handbuch Methoden Der Empirischen Sozialforschung*, Springer, S. 763–771.

Chancel, L., Piketty, T. und Saez, E. (2022). *World Inequality Report 2022*, Harvard University Press.

Chapman, D. A., Eyckmans, J. und Van Acker, K. (2020). Does Car-Sharing Reduce Car-Use? An Impact Evaluation of Car-Sharing in Flanders, Belgium, *Sustainability 12*(19): 8155.

Christ, M. und Lage, J. (2020). Umkämpfte Räume - Suffizienzpolitik als Lösung für sozial-ökologische Probleme in der Stadt?, *in* A. Brokow-Loga und F. Eckardt (Hrsg.), *Postwachstumsstadt. Konturen Einer Solidarischen Stadtpolitik*, Oekom Verlag, München.

Coron, C. (2020). Equal pay index for men and women: The performative power of quantification conventions, *Gender, Work & Organization 27*(6): 1418–1437.

Croci, E. (2016). Urban Road Pricing: A Comparative Study on the Experiences of London, Stockholm and Milan, *Transportation Research Procedia 14*: 253–262.

de Haan, P., Peters, A., Semmling, E., Marth, H. und Kahlenborn, W. (2015). Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik, *Technical Report 31/2015*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Diekmann, J., Eichhammer, W., Neubert, A., Rieke, H., Schlomann, B. und Ziesing, H.-J. (2013). *Energie-Effizienz-Indikatoren: Statistische Grundlagen, Theoretische Fundierung Und Orientierungsbasis Für Die Politische Praxis*, Vol. 32, Springer-Verlag.

Electric Vehicle Database (o. J.). Electric Vehicle Database, https://ev-database.org/cheatsheet/energy-consumption-electric-car.

Europäische Kommission (2017). *Methodological Manual on City Statistics: 2017 Edition.*, Publications Office, LU.

Europäische Kommission (2021). Better regulation toolbox.

Europäische Kommission und Eurostat (1999). *Towards Environmental Pressure Indicators for the EU*, Publications Office.

Europäisches Parlament und Europäischer Rat (2012). Richtlinie 2012/27/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG.

Eurostat (2022). City statistics (urb), https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/urb_esms.htm.

Fietze, D., Kröger, M., Müller, T. und Neuhoff, K. (2021). Ein wirksames Klimaschutzgesetz braucht Frühindikatoren, *DIW Wochenbericht* .

Fischer, C. (2020). Grenzen ermöglichen: Suffizienzpolitik für Nachhaltigkeit, *in* L. Bossert, L. Voget-Kleschin und S. Meisch (Hrsg.), *Damit gutes Leben mit der Natur einfacher wird: Suffizienzpolitik für Naturbewahrung*, Metropolis Verlag, Marburg.

Fisher, J. (2022). Climate change: Ukraine war prompts fossil fuel 'gold rush' - report, https://www.bbc.com/news/science-environment-61723252.

Freie und Hansestadt Hamburg (o. J.). Häufige Fragen zum Bewohnerparken in Hamburg, https://www.hamburg.de/lbv-parken/12659420/faqs/.

Frey, K., Burger, A., Dziekan, K., Bunge, C. und Lünenbürger, B. (2020). Verkehrswende für ALLE - So erreichen wir eine sozial gerechtere und umweltverträglichere Mobilität, *Technical report*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., Le Quéré, C., Luijkx, I. T., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Alkama, R., Arneth, A., Arora, V. K., Bates, N. R., Becker, M., Bellouin, N., Bittig, H. C., Bopp, L., Chevallier, F., Chini, L. P., Cronin, M., Evans, W., Falk, S., Feely, R. A., Gasser, T., Gehlen, M., Gkritzalis, T., Gloege, L., Grassi, G., Gruber, N., Gürses, Ö., Harris, I., Hefner, M., Houghton, R. A., Hurtt, G. C., Iida, Y., Ilyina, T., Jain, A. K., Jersild, A., Kadono, K., Kato, E., Kennedy, D., Klein Goldewijk, K., Knauer, J., Korsbakken, J. I., Landschützer, P., Lefèvre, N., Lindsay, K., Liu, J., Liu, Z., Marland, G., Mayot, N., McGrath, M. J., Metzl, N., Monacci, N. M., Munro, D. R., Nakaoka, S.-I., Niwa, Y., O'Brien, K., Ono, T., Palmer, P. I., Pan, N., Pierrot, D., Pocock, K., Poulter, B., Resplandy, L., Robertson, E., Rödenbeck, C., Rodriguez, C., Rosan, T. M., Schwinger, J., Séférian, R., Shutler, J. D., Skjelvan, I., Steinhoff, T., Sun, Q., Sutton, A. J., Sweeney, C., Takao, S., Tanhua, T., Tans, P. P., Tian, X., Tian, H., Tilbrook, B., Tsujino, H., Tubiello, F., van der Werf, G. R., Walker, A. P., Wanninkhof, R., Whitehead, C., Willstrand Wranne, A., Wright, R., Yuan, W., Yue, C., Yue, X., Zaehle, S., Zeng, J. und Zheng, B. (2022). Global Carbon Budget 2022, *Earth System Science Data 14*(11): 4811–4900.

Fuhrhop, D. (2020). *Verbietet das Bauen! Streitschrift gegen Spekulation, Abriss und Flächenfraß*, oekom verlag, München.

GebOSt (2011). Gebührenordnung für Maßnahmen im Straßenverkehr vom 25. Januar 2011 (BGBl. I S. 98), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1809) geändert worden ist.

Giesel, F. und Nobis, C. (2016). The Impact of Carsharing on Car Ownership in German Cities, *Transportation Research Procedia 19*: 215–224.

Gonzalez, C. (2020). Climate Change, Race, and Migration, *Journal of Law and Political Economy 1*(1).

Gynther, L. und Eichhammer, W. (2021). Energy Sufficiency Indicators and Policies, *Policy Brief*, Motiva Oy & Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI, Helsinki.

Haberl, H., Wiedenhofer, D., Virág, D., Kalt, G., Plank, B., Brockway, P., Fishman, T., Hausknost, D., Krausmann, F., Leon-Gruchalski, B., Mayer, A., Pichler, M., Schaffartzik, A., Sousa, T., Streeck, J. und Creutzig, F. (2020). A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: Synthesizing the insights, *Environmental Research Letters 15*(6): 065003.

Hale, J., Legun, K., Campbell, H. und Carolan, M. (2019). Social sustainability indicators as performance, *Geoforum 103*: 47–55.

Haustein, S., Klöckner, C. A. und Blöbaum, A. (2009). Car use of young adults: The role of travel socialization, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 12*(2): 168–178.

Herson, J. (2014). An evening with Jan Gehl, https://aecom.com/blog/an-evening-with-jan-gehl-2/.

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (2022). Gebühren für Bewohnerparken in kommunaler Hoheit, https://hessen.de/Presse/Gebuehren-fuer-Bewohnerparken-in-kommunaler-Hoheit.

Hickel, J. und Kallis, G. (2020). Is Green Growth Possible?, *New Political Economy 25*(4): 469–486.

Hopkins, D., García Bengoechea, E. und Mandic, S. (2021). Adolescents and their aspirations for private car-based transport, *Transportation 48*(1): 67–93.

Hülsmann, F., Wiepking, J., Zimmer, W., Sunderer, G., Götz, K. und Sprinke, Y. (2018). Share – Wissenschaftliche Begleitforschung zu car2go mit batterieelektrischen und konventionellen Fahrzeugen - Forschung zum free-floating Carsharing, *Abschlussbericht*, Öko-Institut e.V., ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung.

I amsterdam (o. J.). Amsterdam's cycling history, https://www.iamsterdam.com:443/en/plan-your-trip/getting-around/cycling/amsterdam-cycling-history.

Jackson, T. (2017). The Myth of Decoupling, *Prosperity without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow*, second edition Aufl., Routledge, Taylor & Francis Group, London ; New York, S. 84–102.

Jochem, P., Frankenhauser, D., Ewald, L., Ensslen, A. und Fromm, H. (2020). Does free-floating carsharing reduce private vehicle ownership? The case of SHARE NOW in European cities, *Transportation Research Part A: Policy and Practice 141*: 373–395.

Jossin, J., Peters, O., Holz, P. und Grabow, B. (2020). Methodik zur Entwicklung von SDG-Indikatoren für Kommunen, *in* B. Stiftung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, D. Landkreistag, D. Städtetag, Deutscher Städte- und Gemeindebund, Deutsches Institut für Urbanistik, Engagement Global (Servicestelle Kommunen in der Einen Welt) und Rat der Gemeinden und Regionen Europas / Deutsche Sektion (Hrsg.), *SDG-Indikatoren Für Kommunen - Indikatoren*

Zur Abbildung Der Sustainable Development Goals Der Vereinten Nationen in Deutschen Kommunen, 2., vollständig überarbeitete auflage Aufl., Gütersloh.

Jungell-Michelsson, J. und Heikkurinen, P. (2022). Sufficiency: A systematic literature review, *Ecological Economics 195*: 107380.

Kaya, Y. und Yokobori, K. (Hrsg.) (1997). *Environment, Energy, and Economy: Strategies for Sustainability*, United Nations University Press, Tokyo; New York.

Kodukula, S., Rudolph, F., Jansen, U. und Amon, E. (2018). Living. Moving. Breathing. Ranking of European Cities in Sustainable Transport, *Technical report*, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal.

Koszowski, C., Gerike, R., Hubrich, S., Götschi, T., Pohle, M. und Wittwer, R. (2019). Active Mobility: Bringing Together Transport Planning, Urban Planning, and Public Health, *in* B. Müller und G. Meyer (Hrsg.), *Towards User-Centric Transport in Europe*, Springer International Publishing, Cham, S. 149–171.

Kraftfahrt-Bundesamt (2022a). Neuzulassungen nach Motorisierung, https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Motorisierung/2021/2021_n_motorisierung_zeitreihe

Kraftfahrt-Bundesamt (2022b). Pkw-Bestand in Deutschland am 1. Januar 2022, https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html.

Lage, J. (2022). Sufficiency and transformation–A semi-systematic literature review of notions of social change in different concepts of sufficiency, *Frontiers in Sustainability 3*: 954660.

Lambrecht, U., Helms, H. und Dünnebeil, F. (2013). Steigende Umweltanforderungen - Was bedeutet dies für den Verkehr?, *in* K. Beckmann und A. Klein-Hitpaß (Hrsg.), *Nicht Weniger Unterwegs, Sondern Intelligenter - Neue Mobilitätskonzepte*, Edition difu, Berlin, S. 59–77.

Marbjerg, G. (2013). Noise from electric vehicles – a literature survey, *Technical Report Nr. 537*, Vejdirektoratet.

Mau, S. (2017). *Das Metrische Wir: Über Die Quantifizierung Des Sozialen*, Suhrkamp Verlag.

Mihyeon Jeon, C. und Amekudzi, A. (2005). Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics, *Journal of Infrastructure Systems 11*(1): 31–50.

Munir, T., Dia, H. und Ghaderi, H. (2021). A Systematic Review of the Role of Road Network Pricing in Shaping Sustainable Cities: Lessons Learned and Opportunities for a Post-Pandemic World, *Sustainability 13*(21): 12048.

OECD (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews, *Synthesis Report*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.

Parrique, T., Barth, J., Briens, F., Kerschner, C., Kraus-Polk, A., Kuokkanen, A. und Spangenberg, J. H. (2019). Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability, *Report*, European Environmental Bureau (EEB).

Pearse, R. (2017). Gender and climate change, *WIREs Climate Change 8*(2).

Profijt, M. (2018). *Mobilitätssuffizienz: Grundlagen - Messung - Förderung*, number Band 11 in *Wuppertaler Schriften zur Forschung für eine nachhaltige Entwicklung*, oekom verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH, München.

Raworth, K. (2012). A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live within the Doughnut?

Reckwitz, A. (2003). Grundelemente einer Theorie sozialer Praktiken: Eine sozialtheoretische Perspektive, *Zeitschrift für Soziologie 32*(4): 282–301.

Roberts, D. (2017). A fascinating new scheme to create walkable public spaces in Barcelona, https://www.vox.com/2016/8/4/12342806/barcelona-superblocks.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S. I., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. und Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, *Ecology and Society 14*(2): art32.

Rosa, H. (2005). *Beschleunigung: Die Veränderung Der Zeitstrukturen in Der Moderne*, number 1760 in *Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft*, 1. aufl Aufl., Suhrkamp, Frankfurt am Main.

Schels, H. (2019). Städtischer Wohnungsbau: Was wir wissen, nicht wissen und was wir ahnen, *Stadtforschung und Statistik : Zeitschrift des Verbandes Deutscher Städtestatistiker 32*(1): 17–21.

Schneidewind, U. und Zahrnt, A. (2013). *Damit gutes Leben einfacher wird: Perspektiven einer Suffizienzpolitik*, 2. aufl Aufl., Oekom-Verl, München.

Segnestam, L. (1999). Environmental Perfornance Indicators – A Second Edition Note, *Environmental Economics Series 71*, The World Bank.

SEI, IISD, ODI, E3G und UNEP (2021). The Production Gap Report 2021, *Technical report*.

Sorrell, S., Gatersleben, B. und Druckman, A. (2020). The limits of energy sufficiency: A review of the evidence for rebound effects and negative spillovers from behavioural change, *Energy Research & Social Science 64*: 101439.

Stark, J., Meschik, M., Singleton, P. A. und Schützhofer, B. (2018). Active school travel, attitudes and psychological well-being of children, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 56*: 453–465.

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. und Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, *The Anthropocene Review 2*(1): 81–98.

Stockwell, C., Geiges, A., Majid, A., Grant, N., Reynolds, C., Heck, S., Fyson, C., Ramalope, D., Hare, B., Moisio, M., Hans, F., Mooldijk, S., Höhne, N. und Fekete, H. (2022). Warming Projections Global Update - November 2022, *Technical report*, Climate Action Tracker, Climate Analytics, New Climate Institute.

Süddeutsche Zeitung (2022). COP27: Enttäuschung und Kritik über Ergebnisse der Weltklimakonferenz, https://www.sueddeutsche.de/politik/cop27-ergebnisse-1.5699851.

SWR Aktuell (2021). Ab Januar 2022: Hier wird das Parken für Anwohner teurer, https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/anwohnerparken-teurer-102.html.

Thunberg, G. (2019). 'Our house is on fire': Greta Thunberg, 16, urges leaders to act on climate, https://www.theguardian.com/environment/2019/jan/25/our-house-is-on-fire-greta-thunberg16-urges-leaders-to-act-on-climate.

UBA (2022). Fahrleistungen, Verkehrsleistung und Modal Split, https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split.

Umweltbundesamt (2022a). Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugbestand, https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand.

Umweltbundesamt (2022b). Wasserstoff im Verkehr: Häufig gestellte Fragen (FAQs), https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraftstoffe/wasserstoff-im-verkehr-haeufig-gestellte-fragen.

U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (o. J.). All-Electric Vehicles, http://www.fueleconomy.gov/feg/evtech.shtml.

U.S. Energy Information Administration (o. J.). Energy conversion calculators, https://www.eia.gov/energyexplained/units-and-calculators/energy-conversion-calculators.php.

Valdez Young, A. (2018). Measure What Matters – People!, https://medium.com/city-as-a-service/measure-what-matters-people-4fdd95642060.

Vereinte Nationen (2015). Paris Agreement.

von Borries, F. und Kasten, B. (2019). *Stadt der Zukunft: Wege in die Globalopolis*, number 70432 in *Forum für Verantwortung*, 2. auflage Aufl., FISCHER Taschenbuch, Frankfurt am Main.

Wang, L. (2017). How Barcelona ßuperblocks"return city streets to the people, https://inhabitat.com/how-barcelonas-pedestrian-friendly-superblocks-reduce-pollution-and-return-streets-to-the-people/.

Welzer, H. (2011). *Mentale Infrastrukturen: wie das Wachstum in die Welt und in die Seelen kam*, number 14 in *Schriften zur Ökologie*, Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin.

WHO (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region, *Technical report*, World Health Organization, Copenhagen.

WHO (2021). WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary., *Technical report*, World Health Organization, Genf.

Wild, K. und Woodward, A. (2021). The bicycle as 'constructive hope': Children, climate and active transport, *Journal of Paediatrics and Child Health 57*(11): 1785–1788.

Zimmermann, P. (2018). *Bewertbarkeit und ökobilanzieller Einfluss von Suffizienz im Gebäudebereich – Entwicklung einer Suffizienz-Bewertungsmethodik und Bestimmung des Einflusses von Suffizienz auf die Ökobilanz von Wohngebäuden*, Masterarbeit, Technische Universität München, München.

Zukunftsnetz Mobilität NRW (2022). Neues Hinweispapier zu Bewohnerparkausweisen ist da, https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/aktuelles/news/hinweispapier-bewohnerparkausweise.

A. Ergänzende Informationen

A.1. Definitionen *cities*, *greater cities*, und *functional urban areas*

Bei Eurostat[1] werden Städte (*cities*), größere Städte (*greater cities*) und funktionale Stadtgebiete (*functional urban areas*) zunächst wie folgt definiert:

- Eine **Stadt** ist eine lokale Gebietskörperschaft, in der die Mehrheit der Bevölkerung in einem Ballungsraum mit mindestens 50 000 Einwohnern lebt.
- Das **funktionale Stadtgebiet** besteht aus einer Stadt und ihrem Einzugsgebiet. (Früher wurde dies Stadtregion genannt).
- Die **größere Stadt** ist eine Anäherung an das Stadtzentrum, wenn dieses weit über die verwaltungstechnischen Stadtgrenzen hinausgeht.

Beziehungsweise auf Englisch[1]:

- A **City** is a local administrative unit (LAU) where the majority of the population lives in an urban centre of at least 50 000 inhabitants.
- The **Functional Urban Area** consists of a city and its commuting zone. (This was formerly known as larger urban zone (LUZ)).
- The **Greater city** is an approximation of the urban centre when this stretches far beyond the administrative city boundaries.

Im an der selben Stelle[1] verlinkten *Regions and cities glossary*[2] wird eine Stadt dagegen etwas abweichend wie folgt definiert: “a city is a local administrative unit (LAU) where at least 50 % of the population lives in one or more urban centres”, wobei ein *urban centre* als ein “cluster of contiguous grid cells of 1 km^2 (excluding diagonals) with a population density of at least 1 500 inhabitants per km^2 and collectively a minimum population of 50 000 inhabitants after gap-filling”definiert wird. Da die gesamte Berichterstattung der Städtedaten aber freiwillig und durch viele unterschiedliche Institutionen erfolgt, ist davon auszugehen, dass tatsächlich die Stadtgebiete sehr unterschiedlich definiert werden.

[1] https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/cities/spatial-units (deutsch) bzw. https://ec.europa.eu/eurostat/web/cities/spatial-units (englisch)

[2] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Category:Regions_and_cities_glossary

A.2. Datenvalidierung

In Abschnitt 18.4 der Metadaten zur *City statistics*-Datenbank[3] von Eurostat werden die folgenden konkreten *Checks* im Rahmen der Datenvalidierung aufgelistet:

- Type check: Data fields designed for numbers can only accept numbers.
- Length check: Data fields contain allowed length of data, e.g. country code is 2 characters.
- Presence check: Controls that all data fields are present.
- Uniqueness checks: Controls that certain fields do not take duplicate values.
- Code list check: Only defined variables and geographical codes are accepted.
- Consistency checks: Values of related variables must be consistent.
- Range check: Values should be within a defined range.
- Balance check: Sum of values for subgroups should be equal to the total, e.g. male + female = total
- Spatial level control check: Comparison of geographical aggregates at different levels, e.g. value for FUA should be higher than value for the City.
- Time series check: Finds unusual evolution over time.

Zum Teil durch systematische Untersuchung und zum Teil eher zufällig im Zuge der Datenanalyse ergaben sich einige Fälle, die einem *Consistency check*, einem *Range check*, einem *Balance check* oder einem *Time series check* eigentlich nicht hätten standhalten dürfen.

[3] https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/urb_esms.htm#data_rev1660313962076

B. Tabellen

Kürzel	Indikator	verwendet
TRA-01	Share of journeys to work by car [%]	✓
TRA-02	Share of journeys to work by public transport (rail, metro, bus, tram) [%]	✓
TRA-03	Share of journeys to work by motor cycle [%]	✓
TRA-04	Share of journeys to work by bicycle [%]	✓
TRA-05	Share of journeys to work by foot [%]	✓
TRA-06	Share of journeys to work by car or motor cycle [%]	✓
TRA-07	Average time of journey to work [minutes]	
TRA-08	Average length of journey to work by private car [km]	✓
TRA-09	People commuting into the city	
TRA-10	People commuting out of the city	
TRA-11	Length of bicycle network (dedicated cycle paths and lanes) [km]	✓[a]
TRA-12	Cost of a combined monthly ticket (all modes of public transport) for 5-10 km in the central zone [EUR]	✓[b]
TRA-13	Cost of a taxi ride of 5 km to the centre at day time [EUR]	
TRA-14	Number of private cars registered	(✓)[c]
TRA-15	Number of deaths in road accidents	(✓)[c]
TRA-16	Number of registered cars per 1000 population	(✓)[c]
TRA-17	People killed in road accidents per 10000 pop.	(✓)[c]

Tabelle B.1.: Alle Indikatoren des Datensatzes *Transport* innheralb der *Cities and greater cities*-Datenbank der Eurostat *City statistics*

[a] relativ zur Bevölkerung bzw. relativ zur Fläche
[b] absolut und relativ als Anteil am monatlichen Einkommen
[c] TRA-16 und TRA-17 wurden „manuell“ aus TRA-14 bzw. TRA-15 und der Bevölkerung im jeweiligen Jahr berechnet, da TRA-14 und TRA-15 sowie die Bevölkerung mit einer höheren Datenvollständigkeit vorlagen.

Kürzel	Indikator	verwendet
LIV-01	Private households (excluding institutional households)	(✓)[a]
LIV-02	Population living in private households (excluding institutional households)	✓[a]
LIV-03	One person households	✓[b]
LIV-04	Lone parent private households (with children aged 0 to under 18)	
LIV-05	Lone pensioner (above retirement age) households	
LIV-06	Households with children aged 0 to under 18	
LIV-07	Number of conventional dwellings	(✓)[c]
LIV-08	Number of houses	
LIV-09	Number of apartments	
LIV-10	Number of households living in houses	(✓)[d]
LIV-11	Number of households living in apartments	
LIV-12	Households owning their own dwelling	
LIV-13	Households in social housing	
LIV-14	Households in private rented housing	
LIV-15	Number of people in accommodation for the homeless	
LIV-16	Average price for buying a house [EUR]	
LIV-17	Average price for buying an apartment [EUR]	
LIV-18	Average annual rent for housing per m^2 [EUR]	
LIV-19	Dwellings lacking basic amenities	
LIV-20	Empty conventional dwellings	(✓)[c]
LIV-21	Average area of living accommodation [m^2/person]	✓
LIV-22	Number of murders and violent deaths	
	Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite	

[a] LIV-01 und LIV-02 werden kombiniert, um „manuell“ die durchschnittliche Haushaltsgröße (LIV-29) zu berechnen, da dieser Indikator nur ganzzahlig vorliegt und damit unbrauchbar ungenau ist.
[b] relativ zur Anzahl privater Haushalte (LIV-01)
[c] Aus LIV-07 und LIV-20 wird der Anteil leerstehender Wohnungen berechnet.
[d] Aus LIV-10 und LIV-01 wird der Anteil der Haushalte berechnet, die sich in (Ein- oder Zweifamilien-)Häusern befinden.

Kürzel	Indikator	verwendet
LIV-23	Median disposable annual household income [EUR]	✓
LIV-24	Average disposable annual household income [EUR]	✓
LIV-25	Share of persons living in households with very low work intensity [%]	
LIV-26	Share of persons at risk of poverty after social transfers [%]	
LIV-27	Share of severely materially deprived persons [%]	
LIV-28	Share of persons at risk of poverty or social exclusion [%]	
LIV-29	Average size of households	(✓)[a]
LIV-30	Proportion of households that are 1-person households [%]	(✓)[a]
LIV-31	Proportion of households that are lone-parent households [%]	(✓)[a]
LIV-32	Proportion of households that are lone-pensioner households [%]	[a]
LIV-33	Proportion of households with children aged 0-17 [%]	[a]
LIV-34	Lone parent households per 100 households with children aged 0-17 [%]	[a]
LIV-35	Proportion of households living in owned dwellings [%]	[a]
LIV-36	Proportion of households living in houses [%]	(✓)[a]
LIV-37	Proportion of households living in apartments [%]	[a]
LIV-38	Average price for buying a house per m^2 [EUR]	
LIV-39	Average price for buying an apartment per m^2 [EUR]	

Tabelle B.2.: Alle Indikatoren des Datensatzes *Living Conditions* innheralb der *Cities and greater cities*-Datenbank der Eurostat *City statistics*

[a] Diese Indikatoren wurden aufgrund ihrer Redundanz und teilweise auch wegen der geringen Relevanz für diese Arbeit nicht heruntergeladen. Zur Überprüfung der Datenqualität bzw. -konsistenz wäre ein Vergleich z.B. zwischen LIV-30 und LIV-03/LIV-01 dennoch interessant.

Tabelle 4.3.: Korrelationskoeffizienten (**r**) zwischen den in der ersten Spalte angegebenen Indikatoren für einzelne Länder (**ISO**-Codes), für eine Gruppe nicht einzeln betrachteter Länder (**oth**: DK, IE, GR, CY, MT, AT, RO) sowie für alle Länder (**all**, **a-m** und **amo**) des eurostat-Datensatzes, wobei für **a-m** länderweise die Mittelwerte der Städte der einzelnen Länder abgezogen wurden; **amo** basiert auf **a-m**, jedoch wurden hier die Ausreißer (die jeweils höchsten und niedrigsten 2% der A-m-Werte) nicht berücksichtigt. **N** gibt die jeweilige Sample-Größe an. Wenn **N** < 10, wird der entsprechende **r**-Wert grau und für **N** ≤ 5 hellgrau dargestellt. Die grüne und rote Einfär- bung der Kästchen soll helfen, (stark) positive bzw. (stark) negative Korrelationen schnell zu erkennen. Nur Kästchen mit **N** ≥ 10 werden eingefärbt.

	getestete Korrelationen		**DE**	**NL**	**BE**	**FR**	**ES**	**PT**	**UK**	**NO**	**SE**	**FI**	**EE**	**LV**	**LT**	**PL**	**CZ**	**SK**	**HU**	**HR**	**SI**	**IT**	**CH**	**BG**	**oth**	**all**	**A-m**	**Amo**
1	(o-2a-au) Mod. Sh. Auto vs. Bevölkerung (log)	**r**	-0.39	-0.61	0.21	-0.57	-0.46	-0.62	-0.39	-0.97	-0.61	-0.43	-1.00					-0.73				-0.53	-0.84	0.17	0.30	-0.26	-0.45	-0.38
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	3	542	542	500
2	(o-2a-öv) Mod. Sh. ÖPNV vs. Bevölkerung (log)	**r**	0.76	0.88	0.37	0.61	0.49	0.81	0.62	0.98	0.91	0.94	1.00					0.78				0.64	0.67	0.59	0.20	0.45	0.65	0.58
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	4	543	543	504
3	(o-2a-fa) Mod. Sh. Fahrrad vs. Bevölkerung (log)	**r**	-0.05	-0.31	-0.42	0.21	0.29	-0.43	-0.06	-0.56	-0.52	-0.55	-1.00					-0.74				0.01	0.36	-0.54	0.37	-0.04	-0.06	-0.03
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	4	543	543	499
4	(o-2a-fu) Mod. Sh. Fuß vs. Bevölkerung (log)	**r**	-0.42	0.50	0.74	-0.06	-0.26	-0.44	-0.07	0.90	-0.39	-0.66	-1.00					-0.61				-0.15	-0.11	-0.19	-0.78	-0.11	-0.20	-0.14
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	4	543	543	501
5	(o-2a-am) Mod. Sh. aktive Modi vs. Bevölkerung (log)	**r**	-0.42	0.50	0.74	-0.06	-0.26	-0.44	-0.07	0.90	-0.39	-0.66	-1.00					-0.61				-0.15	-0.11	-0.19	-0.78	-0.11	-0.20	-0.14
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	4	543	543	501
6	(o-2a-uv) Mod. Sh. Umweltv. vs. Bevölkerung	**r**	0.40	0.62	-0.16	0.56	0.45	0.72	0.39	0.97	0.64	0.44	1.00					0.70				0.46	0.79	-0.16	0.04	0.28	0.44	0.37
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	4	543	543	501
7	(o-2a-au) Mod. Sh. Auto vs. Autobesitzrate (o-5)	**r**	0.85	0.76	-0.05	0.36	0.62		0.67	0.61	0.83	0.54	1.00					0.28				0.76	0.60	0.39	1.00	0.32	0.64	0.58
		N	127	30	6	76	18	0	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	2	528	528	488
8	(o-2a-au) Mod. Sh. Auto vs. Arbeitsweg (i-1-apla)	**r**	0.32	0.07		-0.09	-0.06			-1.00	-0.14	-0.43	-1.00					-0.69					-0.03	0.28	-0.68	0.35	0.00	0.03
		N	127	30	0	67	18	0	0	4	8	7	2	0	0	0	0	8	0	0	0	1	10	18	3	303	303	278
9	(o-2a-am) Mod. Sh. aktive Modi vs. Arb.weg (i-1-apla)	**r**	-0.32	-0.11		0.05	-0.38			-0.14	-0.53	-0.50	-1.00					-0.64					-0.70	-0.50	0.31	-0.28	-0.17	-0.20
		N	127	30	0	67	18	0	0	4	8	7	2	0	0	0	0	8	0	0	0	1	10	18	3	303	303	273
10	(o-2a-öv) Mod. Sh. ÖPNV vs. Monatsticket rel. (i-21b)	**r**	0.30	-0.26	-0.54		-0.36	-0.88		0.25	0.85	-0.30	1.00					-0.56						0.44		0.46	0.01	0.15
		N	125	11	4	0	11	3	0	4	3	8	2	0	0	0	0	7	0	0	0	1	0	18	0	197	197	177
11	(o-2a-öv) Mod. Sh. ÖPNV vs. Mon.ticket abs. (i-21b)	**r**	0.45	-0.29	0.19	0.83	-0.35	0.11	0.49	-0.26	0.75	0.29	1.00					0.85				0.07	0.95	0.53	-1.00	0.04	0.30	0.29
		N	125	11	6	14	11	10	13	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	15	3	18	2	258	258	235
12	(o-2a-fa) Mod. Sh. Fahrrad vs. Radw.netz/Einw. (i-17a)	**r**	0.59		0.97		0.51	0.12	0.68	0.08	-0.04	-0.27	1.00					0.00				0.75		0.63	-1.00	0.55	0.51	0.55
		N	127	0	6	0	6	5	15	4	6	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	75	1	18	2	283	283	254
13	(o-2a-fa) Mod. Sh. Fahrrad vs. Radw.netz/Fläche (i-17b)	**r**	0.39		0.87		0.26	0.12	0.72		0.40	-0.67	1.00					-0.18				0.49		0.23	1.00	0.42	0.35	0.27
		N	122	0	6	0	6	5	12	0	6	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	66	0	18	2	261	261	235
14	(o-2a-fa) Mod. Sh. Fahrrad vs. Mod. Sh. Fuß (o-2a-fu)	**r**	-0.30	-0.30	-0.52	0.05	0.38	0.19	0.49	-0.72	0.19	0.33	1.00					0.58				-0.38	-0.27	-0.37	-0.75	-0.25	-0.08	-0.11
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	5	544	544	501
15	(o-2a-uv) Mod. Sh. Umweltv. vs. Einkommen	**r**	0.05	-0.33	0.97	0.38	0.18	0.33		-0.07	0.08	0.20	1.00					0.58						-0.14		-0.30	0.13	0.12
		N	127	30	4	75	18	6	0	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	18	0	309	309	286
16	(o-5) Autobesitzrate vs. Einkommen	**r**	0.20	0.38	0.44	0.41	-0.17			0.60	-0.15	-0.74	-0.79		-0.82		0.80	0.56			-1.00			-0.37	-1.00	-0.27	0.11	0.17
		N	127	41	7	75	97	0	0	4	8	9	3	1	6	0	18	8	0	0	2	1	0	18	2	427	427	401
17	(o-5) Autobesitzrate vs. Bevölkerung (log)	**r**	-0.55	-0.64	-0.48	-0.25	-0.35		-0.51	-0.75	-0.82	-0.96	-0.94	0.31	-0.77	0.34	0.46	0.17	-0.24	-0.42	-1.00	-0.29	-0.34	-0.30	-0.28	-0.26	-0.31	-0.32
		N	127	47	11	76	98	0	135	4	13	9	3	4	6	53	18	8	19	7	2	87	10	18	10	765	765	708
18	(o-5) Autobesitzr. vs. Anteil 1-Pers.-Haush. (WO-o-2b-1)	**r**	-0.66	-0.67	0.16	0.53	0.01		-0.49	-0.61	-0.56	0.05	0.07	-0.75	-0.70	0.31	0.37	0.57	-0.38	0.06	1.00	-0.16	0.38	-0.41	-0.43	-0.24	-0.18	-0.22
		N	125	47	11	76	98	0	133	4	13	9	3	4	6	52	18	8	19	7	2	87	10	18	10	760	760	699

	getestete Korrelationen		DE	NL	BE	FR	ES	PT	UK	NO	SE	FI	EE	LV	LT	PL	CZ	SK	HU	HR	SI	IT	CH	BG	oth	all	A-m	Amo
19	(i-1-apla) Arbeitsweg vs. Bevölkerung (log)	r	-0.04	-0.12		-0.24	0.51			0.99	0.33	0.44	0.06					0.96			1.00		-0.17	0.81	0.14	0.07	-0.03	-0.03
		N	127	30	0	67	18	0	0	4	8	7	3	0	0	0	0	8	0	0	2	1	10	18	8	311	311	283
20	(i-21b-mon) Monatsticket abs. vs. Bevölkerung (log)	r	0.57	-0.24	0.00	0.79	-0.62	0.30	0.44	-0.40	0.61	0.28	0.85	0.31	0.80	0.26	0.59	0.69	0.73	0.69	1.00	0.47	0.95	0.64	-0.21	0.22	0.27	0.32
		N	125	11	11	14	11	14	13	4	13	9	3	4	6	60	18	8	19	7	2	15	3	18	44	432	432	396
21	(i-21b-mon) Monatsticket rel. vs. Bevölkerung (log)	r	0.46	-0.20	0.13		-0.61	0.58		0.41	0.82	-0.36	0.03		0.53		0.18	-0.46						0.65	1.00	-0.04	0.23	0.23
		N	125	11	7	0	11	3	0	4	3	9	3	1	6	0	18	7	0	0	0	1	0	18	2	229	229	209
22	(o-11a-PM10) Feinstaub vs. Mod. Sh. Auto) (o-2a-au)	r	0.26	0.30	-0.86	0.00	0.05	-0.35	0.31	-0.65	-0.04	-0.89	1.00					0.12				0.14		0.10		-0.25	0.11	0.05
		N	83	6	6	63	16	5	42	4	4	3	2	0	0	0	0	7	0	0	0	47	1	15	1	305	305	288
23	(o-11a-PM10) Feinstaub vs. Mod. Sh. MIV) (o-2a-mi)	r	0.25	0.32	-0.87	0.02	0.05	-0.07	0.31	-0.71	-0.48	-0.88	1.00					0.07				-0.06		-0.11	-1.00	-0.17	0.07	0.04
		N	83	6	6	63	16	5	42	4	4	3	2	0	0	0	0	7	0	0	0	47	1	15	2	306	306	288
24	(o-11a-NO2) Stickoxid vs. Mod. Sh. MIV) (o-2a-mi)	r	0.23	-0.02	-0.98	-0.42	-0.23	-0.09	-0.10	-0.80	-0.24	-0.98	1.00					-0.41				-0.34	-1.00	-0.30	-0.33	0.02	-0.11	-0.11
		N	89	9	5	66	17	5	51	4	5	5	2	0	0	0	0	7	0	0	0	51	2	9	3	330	330	304
25	(imp) Unfallrate vs. Mod. Sh. Auto) (o-2a-au)	r	0.16	0.07	0.27	0.36	0.33	0.44	0.33	-0.05	0.89	0.28	-1.00					-0.05				0.28	0.07	0.03		-0.03	0.21	0.21
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	2	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	1	540	540	509
26	(imp) Unfallrate vs. Autobesitzrate (o-5)	r	0.32	0.27	0.11	-0.15	0.18		0.35	-0.54	0.65	0.80	-0.01	0.99	-0.03	0.21	0.05	0.03	0.21	0.09	1.00	0.28	-0.01	0.61	0.83	0.47	0.21	0.26
		N	127	46	11	76	98	0	128	4	13	9	3	4	6	53	18	8	19	7	2	87	10	18	7	754	754	704
27	(imp) Unfallrate vs. Motorradverkehr (o-2a-mo)	r	0.12	-0.30	-0.45	0.35	0.06	0.14	-0.16	-0.78	-0.14	0.11						0.44				-0.13	0.26	0.20		0.50	0.02	0.03
		N	127	30	6	77	18	12	124	4	8	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	87	10	18	1	538	538	507
28	(o-1) Wohnfläche vs. Einkommen	r	0.37	-0.31	0.63	0.02	0.17	0.31		0.75	-0.26	-0.81	0.62		-0.80		-0.02	0.72			-1.00			-0.12	1.00	0.86	0.20	0.18
		N	127	6	7	75	72	7	0	4	8	9	3	1	6	0	18	8	0	0	2	1	0	18	2	374	374	346
29	(o-1) Wohnfläche vs. Haushaltsgröße (o-2a)	r	0.46	-0.38	-0.03	-0.79	-0.60	-0.52	1.00	0.76	-0.40	-0.34	-1.00	-0.57	0.22	-0.46	0.03	-0.90	-0.04	-0.42	-1.00	-0.70	-0.72	0.07	0.42	-0.58	-0.45	-0.18
		N	124	6	7	77	72	14	2	4	8	9	3	4	6	52	18	8	19	7	2	67	10	18	16	553	553	510
30	(o-1) Wohnfläche vs. Anteil 1-Pers.-Haushalte (o-2b-1)	r	-0.47	0.41	0.21	0.62	0.55	0.53	-1.00	-0.67	-0.16	0.35	1.00	0.76	-0.29	0.56	-0.01	0.89	0.00	0.47	1.00	0.65	0.40	-0.41	0.70	0.61	0.27	0.15
		N	125	6	7	77	72	14	2	4	8	9	3	4	6	52	18	8	19	7	2	67	10	18	30	568	568	523
31	(o-1) Wohnfläche vs. Anteil Haushalte in Häusern (o-5a)	r	0.73	-0.22	-0.68	-0.06	0.01	0.10	1.00	0.60	0.92	0.58	0.98	-0.41	0.91	-0.47	0.85	0.01	-0.35	0.19	1.00		0.59	0.06	0.38	0.26	0.18	0.40
		N	125	6	7	77	17	14	2	4	8	9	3	4	6	28	5	8	9	5	2	0	10	18	28	395	395	364
32	(o-2a) Haushaltsgröße vs. 1-Pers.-Haushalte (o-2b-1)	r	-0.70	-0.96	-0.65	-0.92	-0.87	-0.92	-0.41	-0.98	-0.82	-0.99	-1.00	-0.94	-0.85	-0.91	-0.94	-0.93	-0.92	-0.93	-1.00	-0.91	-0.81	-0.48	-0.99	-0.88	-0.78	-0.77
		N	124	47	11	77	98	16	133	4	13	9	3	4	6	52	18	8	19	7	2	87	10	18	26	792	792	742
33	(o-2a) Haushaltsgröße vs. Leerstand (o-7b)	r	-0.34	-0.45		0.04	-0.42	-0.42	-0.47		-0.38	-0.81	-0.95	-0.48	-0.18	-0.19	-0.03	-0.06	-0.16	0.12	1.00	0.11	-0.53	0.34	0.39	0.07	-0.04	-0.09
		N	58	30	0	77	73	16	131	0	8	9	3	4	6	52	18	8	19	7	2	87	10	18	19	655	655	601
34	(o-1) Wohnfläche vs. Autobesitzrate (o-5)	r	0.71	-0.12	-0.32	0.78	0.13		1.00	0.96	0.97	0.88	0.00	-0.71	0.81	0.58	0.34	0.78	0.14	-0.28	1.00	0.06	0.64	0.05	-0.87	-0.06	0.43	0.44
		N	127	6	7	76	72	0	2	4	8	9	3	4	6	53	18	8	19	7	2	67	10	18	5	531	531	485
35	Einkommen vs. Bevölkerung (log)	r	0.14	-0.37	-0.21	0.34	0.30	0.47		-0.17	0.50	0.80	0.95		0.91		0.67	0.80			1.00			0.82	1.00	0.20	0.21	0.09
		N	127	41	7	75	97	8	0	4	8	9	3	1	6	0	18	8	0	0	2	1	0	18	2	435	435	400
36	Einkommen vs. Haushaltsgröße	r	0.48	0.85	-0.21	-0.41	-0.05	-0.40		0.34	0.66	0.68	-0.63		-0.31		-0.18	-0.70			1.00			-0.94	-1.00	-0.45	0.09	0.12
		N	124	41	7	75	97	8	0	4	8	9	3	1	6	0	18	8	0	0	2	1	0	18	2	432	432	401

C. Weitere Abbildungen

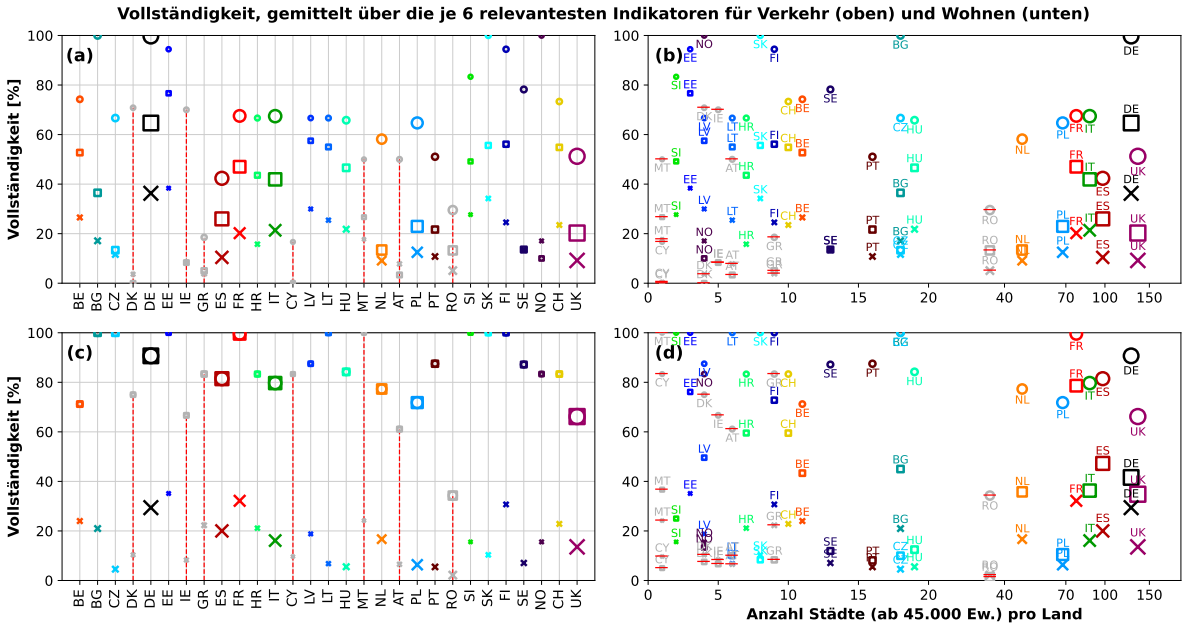


Abbildung C.1.: Über alle Städte eines Landes und je sechs relevante Variablen für Verkehr (oben) und Wohnen (unten) gemittelte Datenvollständigkeit; links nach Ländern geordnet, rechts als Streudiagramme versus die Anzahl der insgesamt im Datensatz aufgeführten Städte der jeweiligen Länder. Beim Symbol Kreis (”mind. 1 Wert”) wird eine Variable in einer Stadt als (100%) vollständig vorliegend betrachtet, wenn für den gesamten Zeitraum (1990 bis 2020) mindestens ein Wert vorliegt. Beim Symbol Quadrat (”2011 - 2020”) gilt eine Variable in einer Stadt als (zu 100%) vollständig vorliegend, wenn für jedes Jahr im Zeitraum 2011 bis 2020 ein Wert angegeben ist. Analog repräsentiert das Kreuz (”1990 - 2020”) die Vollständigkeit mit Blick auf den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2020. Die rot gestrichelten Linien (links) bzw. rot durchgestrichenen Symbole (rechts) markieren die Länder, die aufgrund einer geringen Vollständigkeit und geringen Zahl an Städten nicht bzw. nur unter ßonstigeßusammengefasst betrachtet werden. Rechts ist die x-Achse bis zum Wert 20 linear, danach logarithmisch.

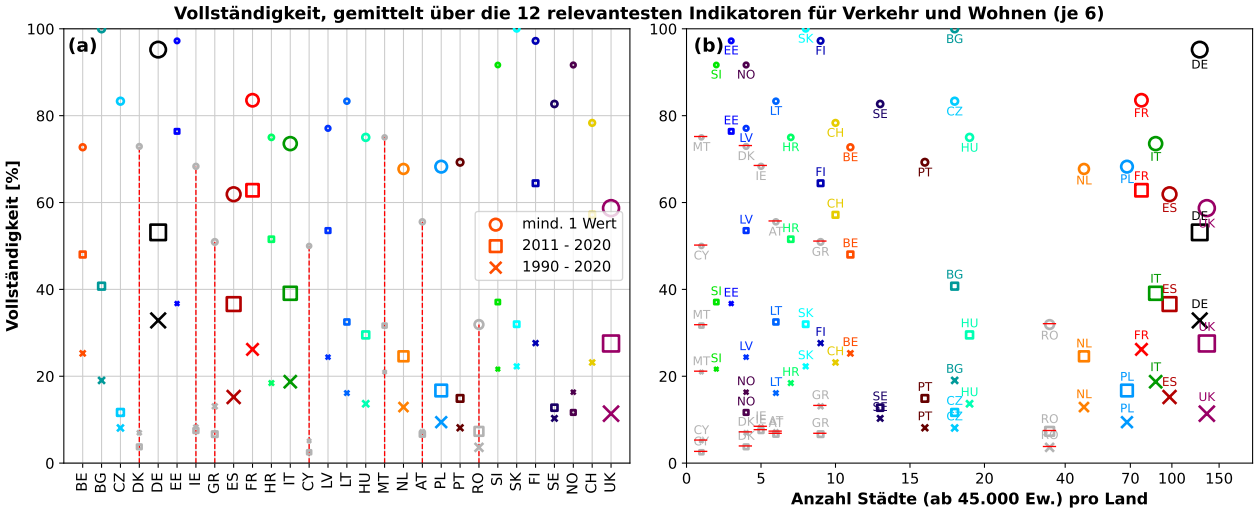


Abbildung C.2.: Über alle Städte eines Landes und 12 relevante Variablen gemittelte Datenvollständigkeit; links nach Ländern geordnet, rechts als Streudiagramm versus der Anzahl der insgesamt im Datensatz aufgeführten Städte der jeweiligen Länder. Beim Symbol Kreis (”mind. 1 Wert”) wird eine Variable in einer Stadt als (100 Prozent) vollständig vorliegend betrachtet, wenn für den gesamten Zeitraum (1990 bis 2020) mindestens ein Wert vorliegt. Beim Symbol Quadrat (”2011 - 2020”) gilt eine Variable in einer Stadt als (zu 100 Prozent) vollständig vorliegend, wenn für jedes Jahr im Zeitraum 2011 bis 2020 ein Wert angegeben ist. Analog repräsentiert das Kreuz (”1990 - 2020”) die Vollständigkeit mit Blick auf den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2020. Die rot gestrichelten Linien (links) bzw. rot durchgestrichenen Symbole (rechts) markieren die Länder, die aufgrund einer geringen Vollständigkeit und geringen Zahl an Städten nicht bzw. nur unter ßonstigeßusammengefasst betrachtet werden. Rechts ist die x-Achse bis zum Wert 20 linear, danach logarithmisch. Die Größe der Symbole repräsentiert die Zahl der Städte pro Land. Die rechte Grafik dient dafür zugleich als Legende.

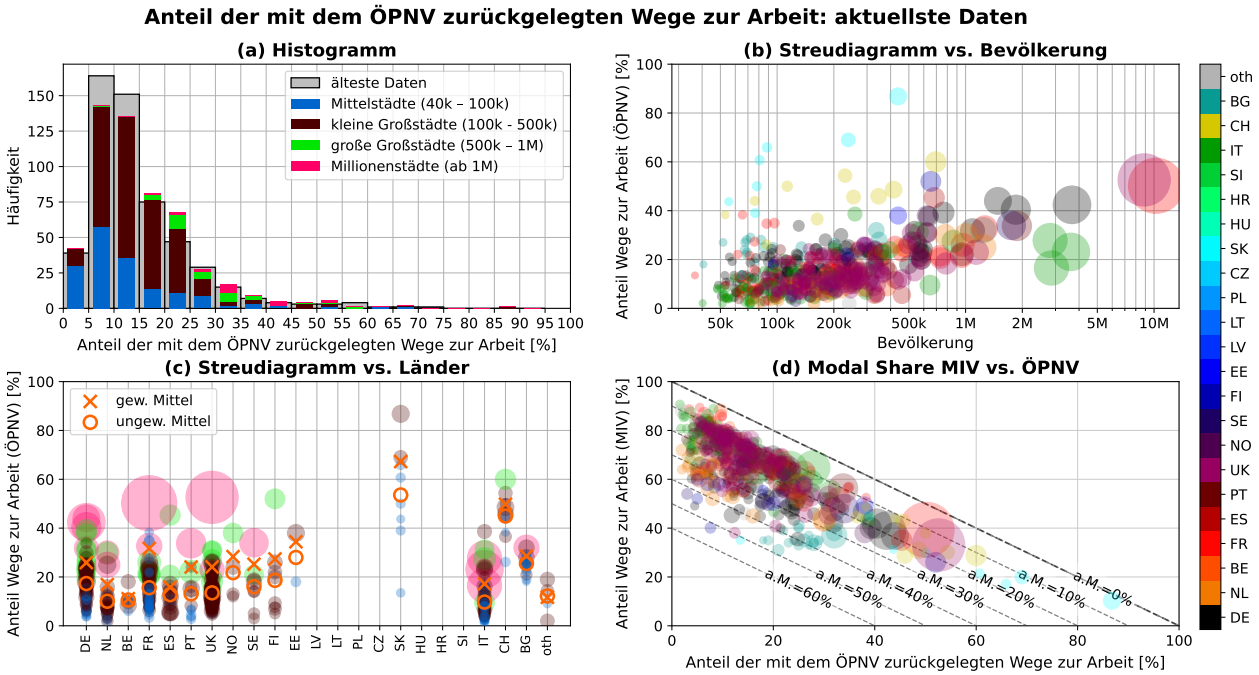


Abbildung C.3.: Auswertungsgrafik zum Modal Share des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-02, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des motorisierten Individualverkehrs gegenüber dem des ÖPNV. Farben und Größen der Marker wie in (b). Gestrichelte Linien zeigen den Modal Share des Residuums zu diesen beiden Anteilen an, d.h. den Anteil der aktiven Modi der Mobilität.

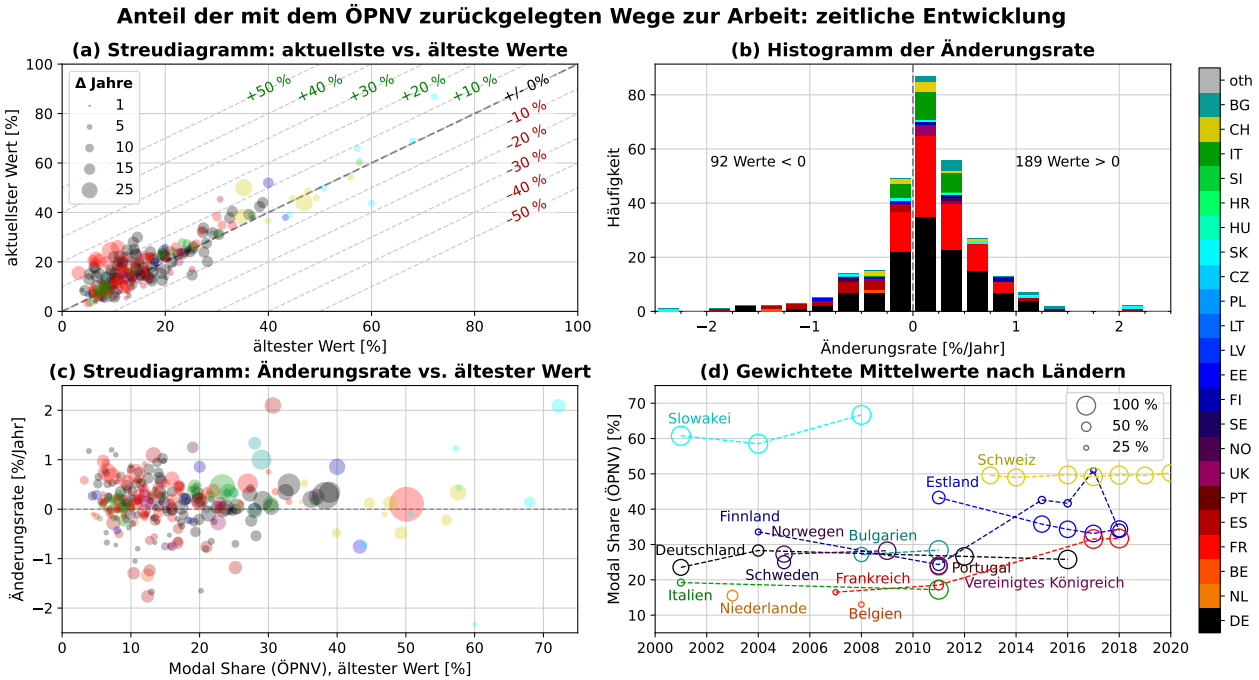


Abbildung C.4.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung des Modal Shares des ÖPNV, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-02, s. Tab. B.1). Genauere Erläuterungen s. Tab. 4.2 auf S. 74.

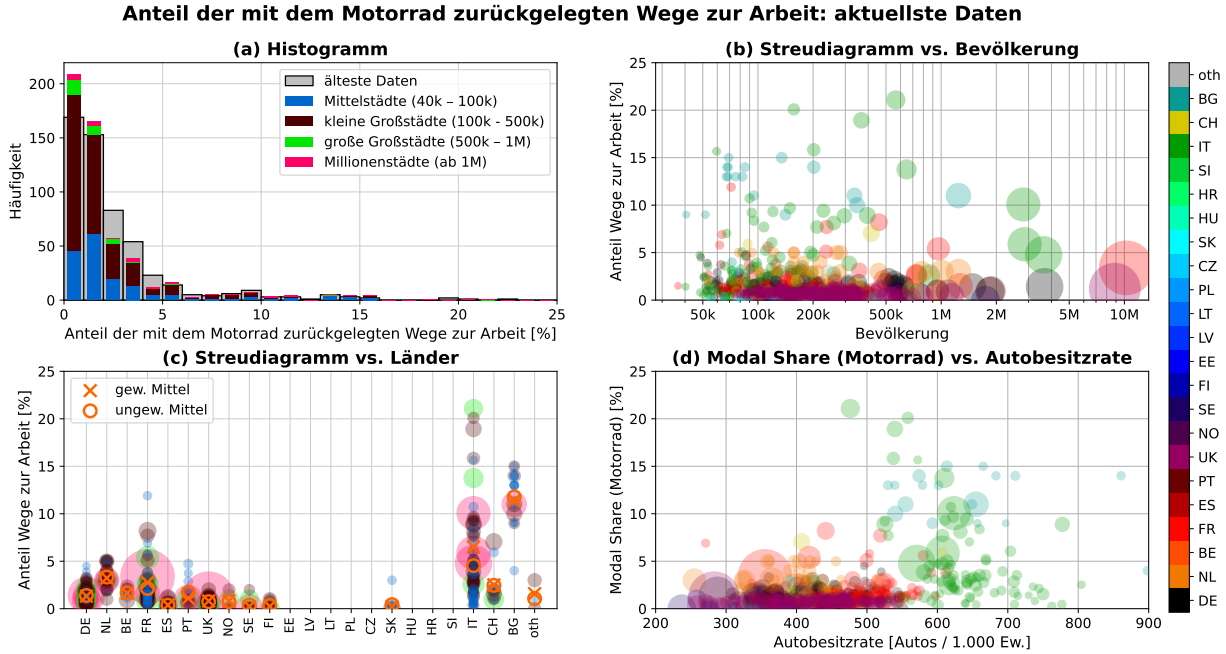


Abbildung C.5.: Auswertungsgrafik zum Modal Share des Motorrad- bzw. Kraftradverkehrs, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-03, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Motorradverkehrsanteils gegenüber der Autobesitzrate. Farben und Größen der Marker wie in (b).

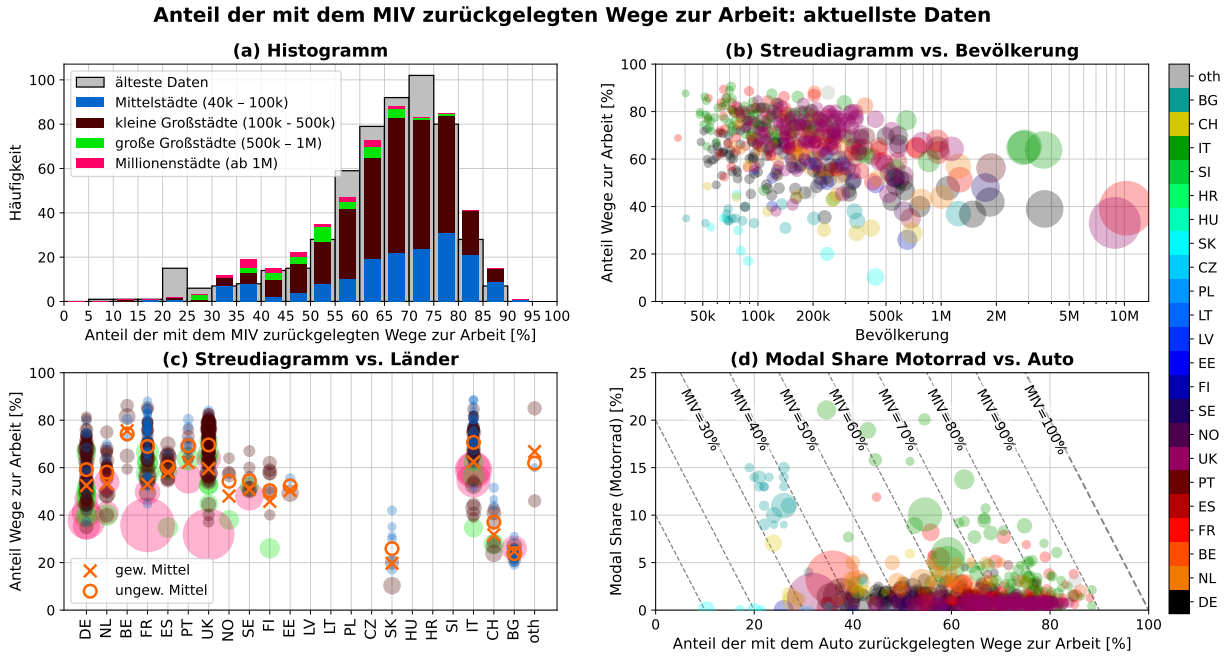


Abbildung C.6.: Auswertungsgrafik zum Modal Share des motorisierten Individualverkehrs (MIV), bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-06, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des Motorradverkehrs gegenüber dem des Autoverkehrs. Farben und Größen der Marker wie in (b). Gestrichelte Linien zeigen den Modal Share von Auto- und Motorradverkehr zusammengenommen und somit den Anteil des MIV an.

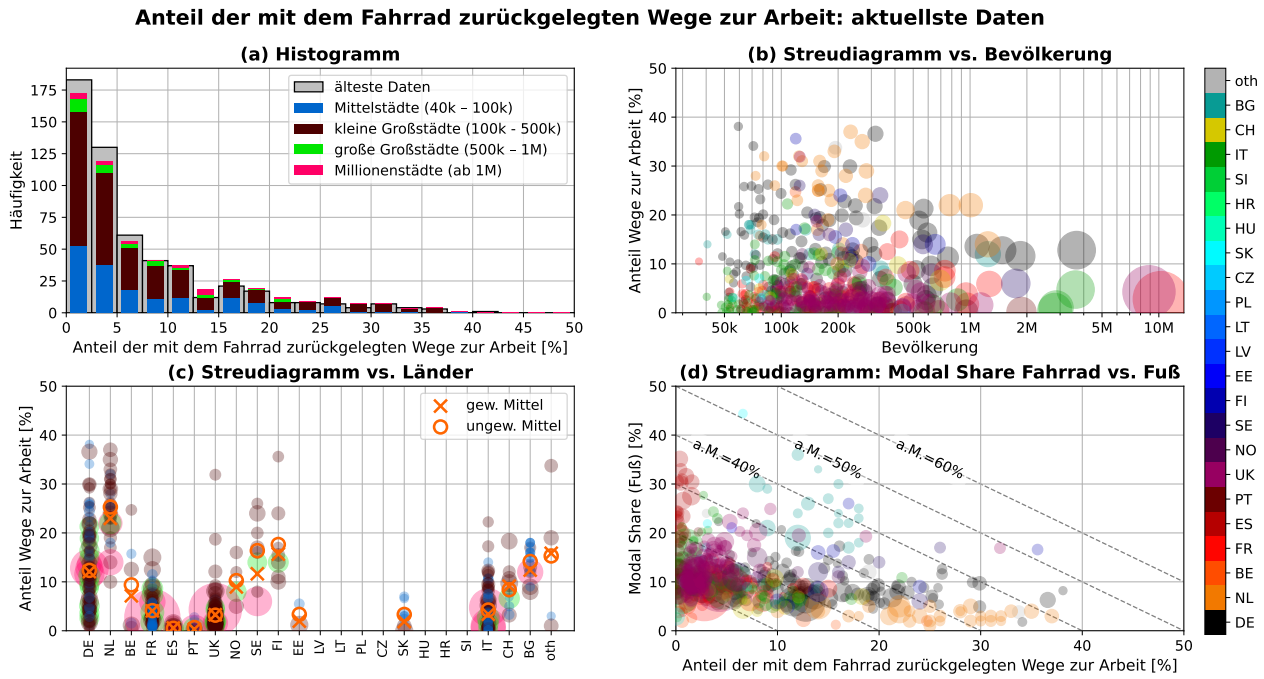


Abbildung C.7.: Auswertungsgrafik zum Modal Share des Radverkehrs, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-04, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des Fußverkehrs gegenüber dem des Radverkehrs. Farben und Größen der Marker wie in (b). Gestrichelte Linien zeigen den Modal Share beider Anteile zusammen an, d.h. den der aktiven Modi der Mobilität.

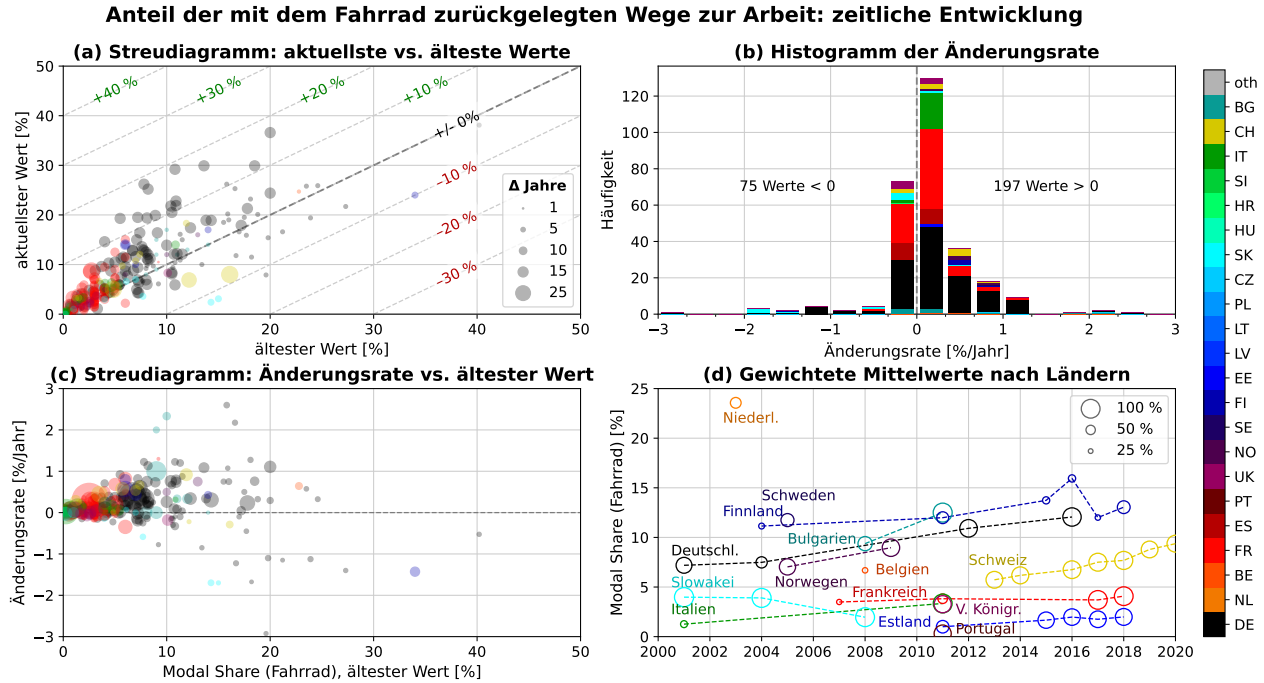


Abbildung C.8.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung des Modal Shares des Radverkehrs, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-04, s. Tab. B.1). Genauere Erläuterungen s. Tab. 4.2 auf S. 74.

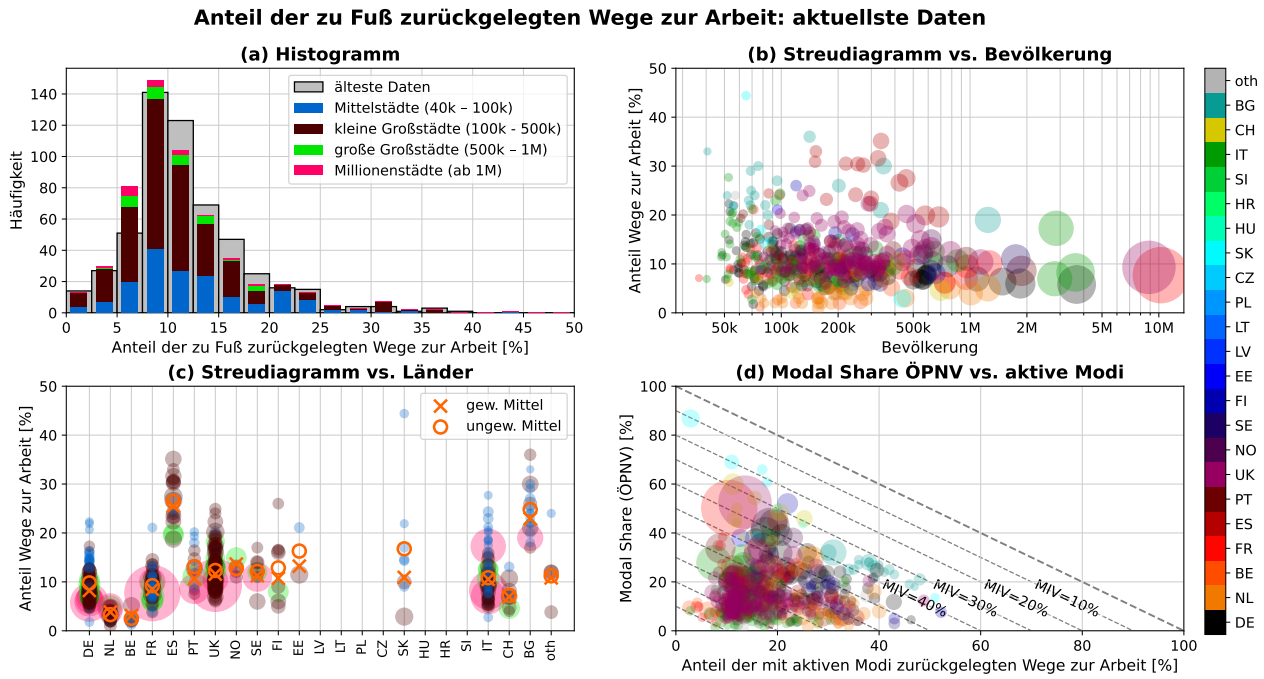


Abbildung C.9.: Auswertungsgrafik zum Modal Share des Fußverkehrs, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-05, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des ÖPNV gegenüber dem der aktiven Modi. Farben und Größen der Marker wie in (b). Gestrichelte Linien zeigen den Modal Share des Residuums, d.h. den Modal Share des MIV.

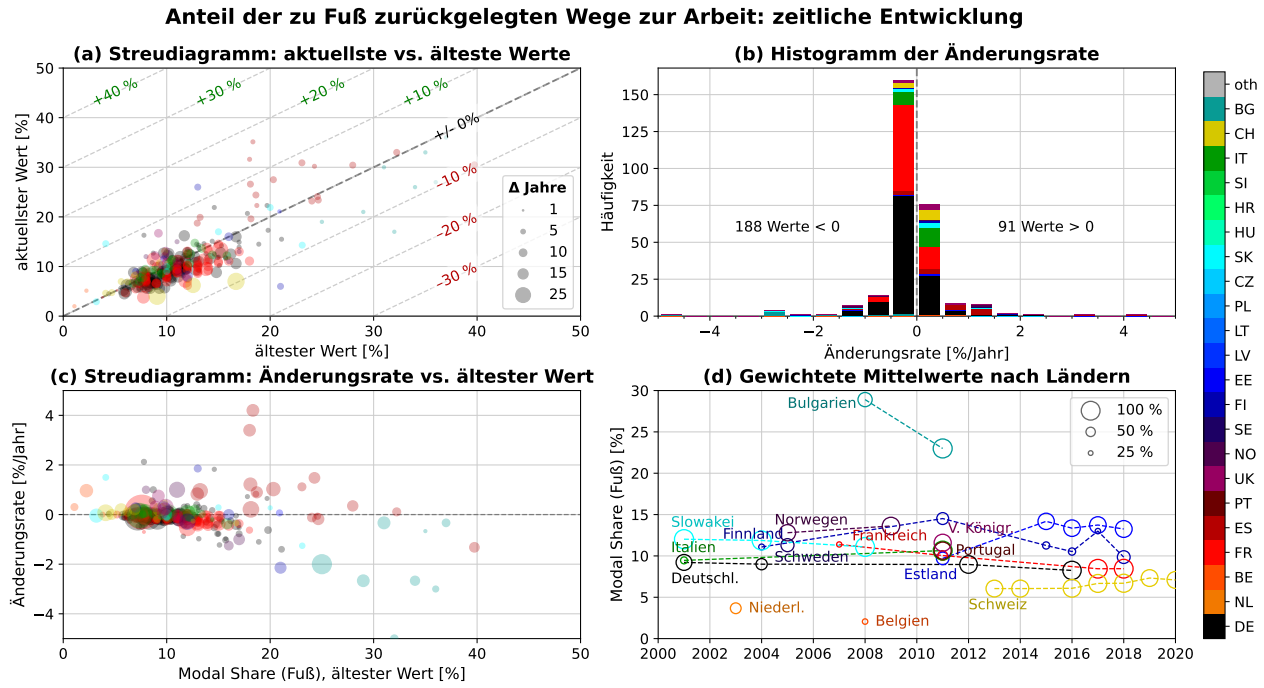


Abbildung C.10.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung des Modal Shares des Fußverkehrs, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikator TRA-05, s. Tab. B.1). Genauere Erläuterungen s. Tab. 4.2 auf S. 74.

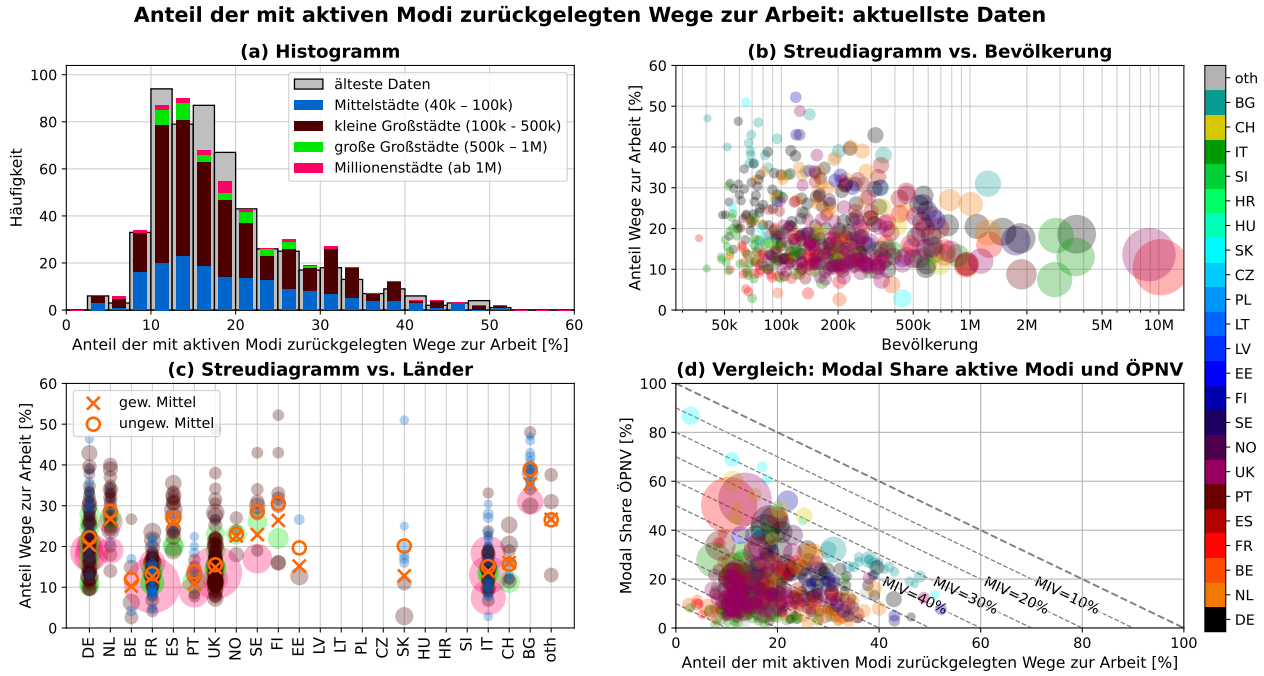


Abbildung C.11.: Auswertungsgrafik zum Modal Share der aktiven Modi, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikatoren TRA-04 und TRA-05, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des ÖPNV gegenüber dem der aktiven Modi. Farben und Größen der Marker wie in (b). Gestrichelte Linien zeigen den Modal Share des Residuums, d.h. den Modal Share des MIV.

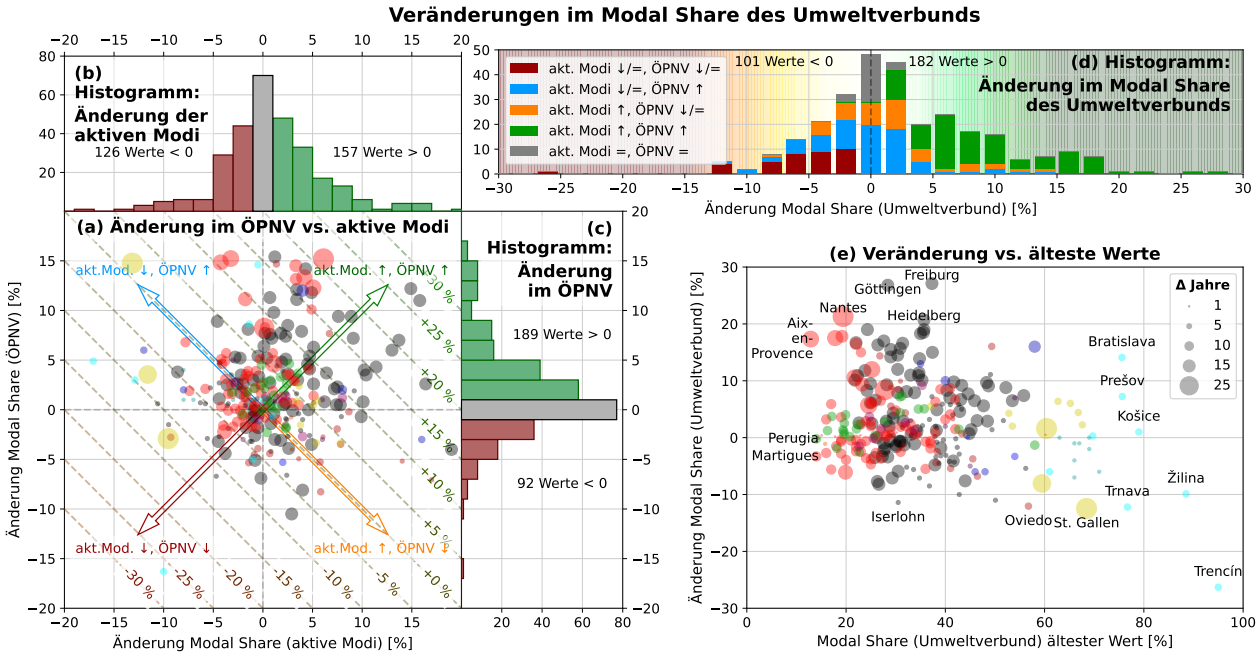


Abbildung C.12.: Auswertungsgrafik zur Veränderung des Modal Shares des Umweltverbunds, bezogen auf die Wege zur Arbeit (Indikatoren TRA-04 + TRA-05, s. Tab. B.1). **(a)** Streudiagramm der Änderung zwischen ältestem und aktuellstem Wert des ÖPNV-Anteils gegenüber der Änderung des Modal Shares der aktiven Modi. Farben folgen der Kodierung nach Ländern (s. Abb. 2.7), Größen der Marker symbolisieren die Zeitdifferenz zwischen ältestem und aktuellstem Wert (Legende s. (e)). **(b) und (c)** Histogramme der absoluten Veränderungen in den aktiven Modi (b) und im ÖPNV (c). **(d)** Histogramm der absoluten Veränderung im Modal Share des Umweltverbunds, gestapelt nach der Richtung der Änderung von aktiven Modi und ÖPNV. **(e)** Streudiagramm der absoluten Änderung des Anteils des Umweltverbunds gegenüber dem jeweils ältesten Wert. Farben folgen der Kodierung nach Ländern (s. Abb. 2.7), Größen der Marker symbolisieren die Zeitdifferenz zwischen ältestem und aktuellstem Wert.

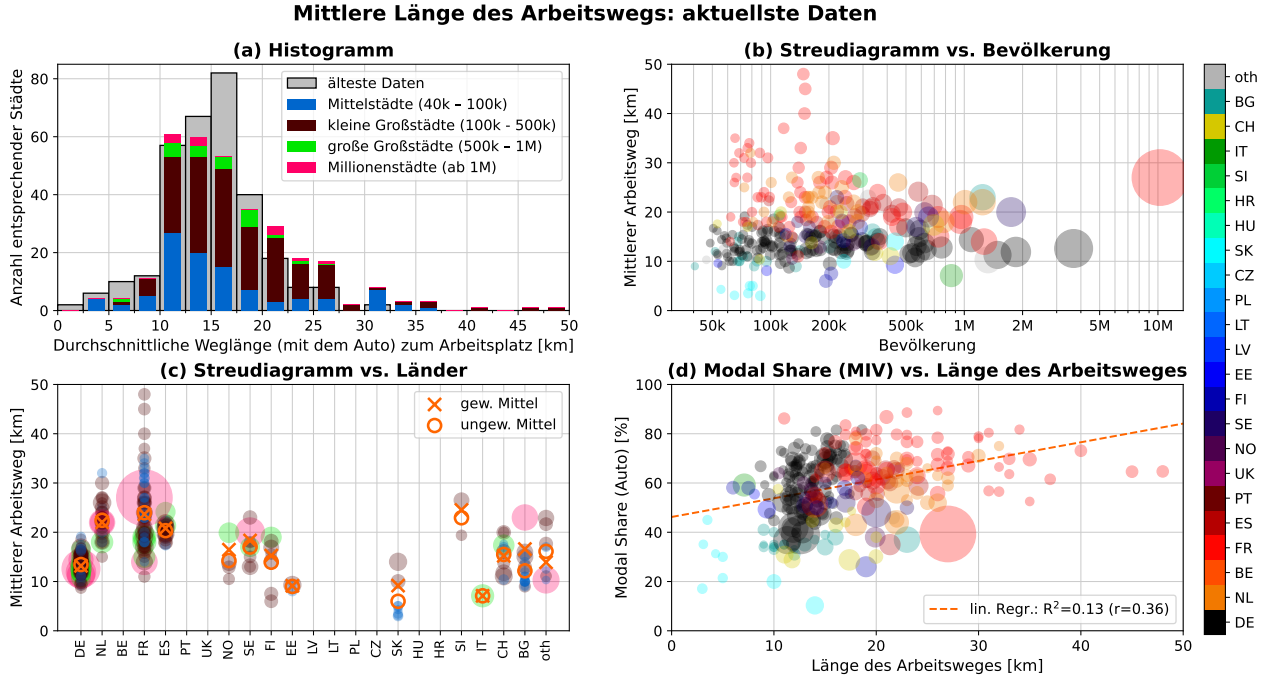


Abbildung C.13.: Auswertungsgrafik zur mittleren Länge des Arbeitswegs (Indikator TRA-08, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des Autoverkehrs gegenüber der Länge des Arbeitswegs. Farben und Größen der Marker wie in (b). Die orangene Linie basiert auf einer linearen Regression.

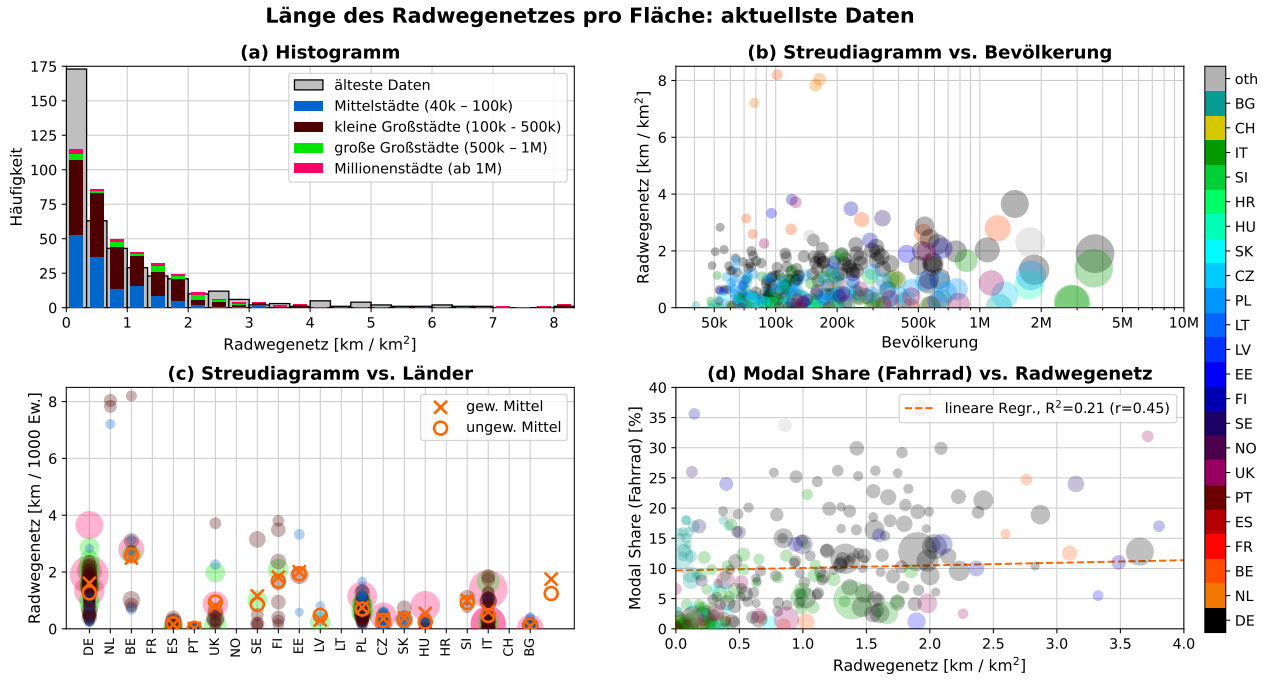


Abbildung C.14.: Auswertungsgrafik zur Länge des Radwegenetzes relativ zur Gesamtfläche der jeweiligen Stadt (Indikator TRA-11, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Radverkehrsanteils gegenüber der Länge des Radwegenetzes. Farben und Größen der Marker wie in (b).

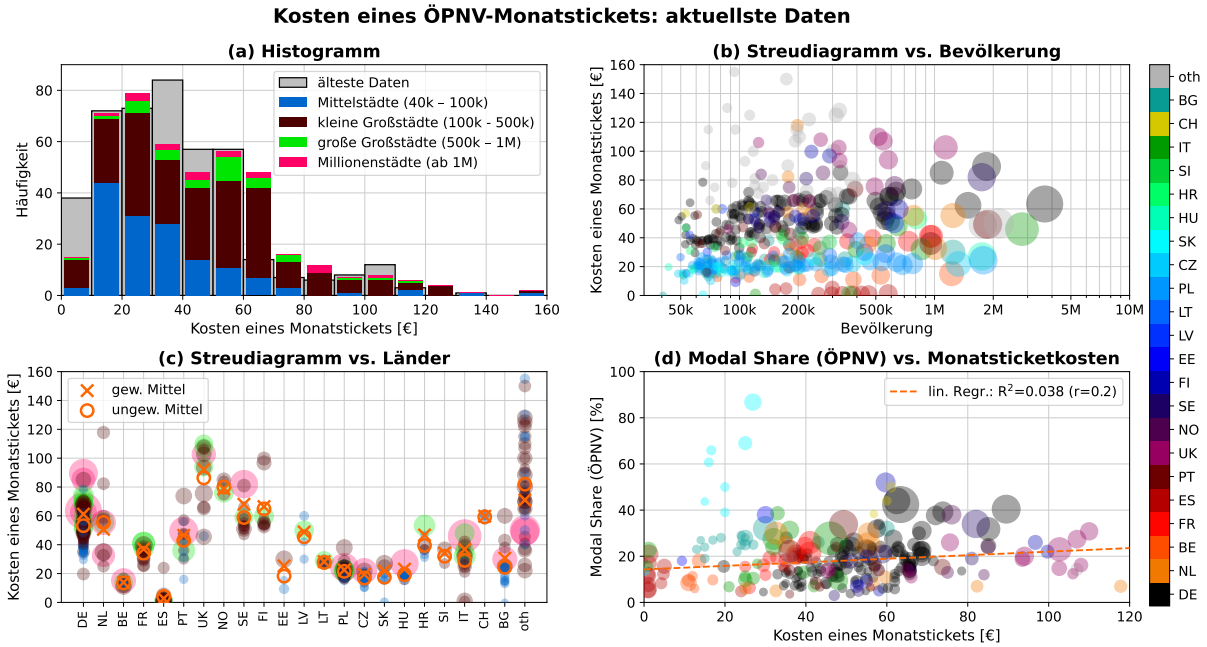


Abbildung C.15.: Auswertungsgrafik zu den Kosten eines ÖPNV-Monatstickets (Indikator TRA-12, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des ÖPNV gegenüber den Kosten für ein Monatsticket. Farben und Größen der Marker wie in (b). Bei der linearen Regression wurden slowakische Städte nicht berücksichtigt.

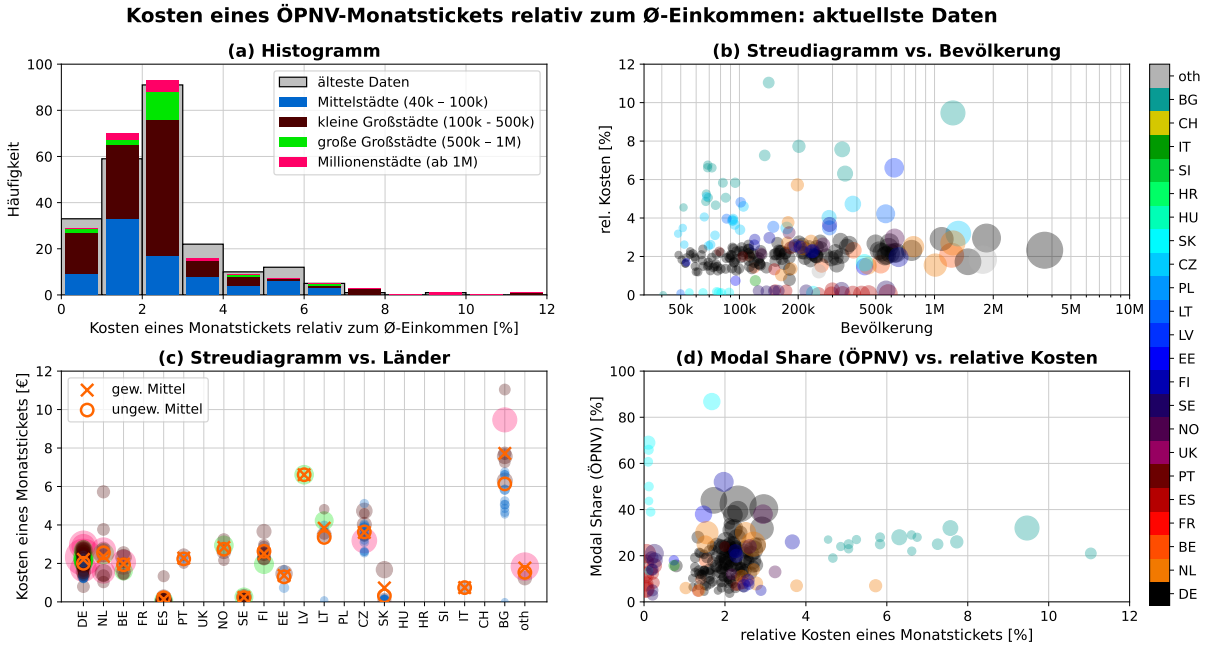


Abbildung C.16.: Auswertungsgrafik zu den Kosten eines ÖPNV-Monatstickets als Anteil des durchschnittlichen Monatseinkommens (Indikator TRA-12, s. Tab. B.1). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm des Modal Shares des ÖPNV gegenüber den relativen Kosten für ein Monatsticket. Farben und Größen der Marker wie in (b). Bei der linearen Regression wurden slowakische und bulgarische Städte nicht berücksichtigt.

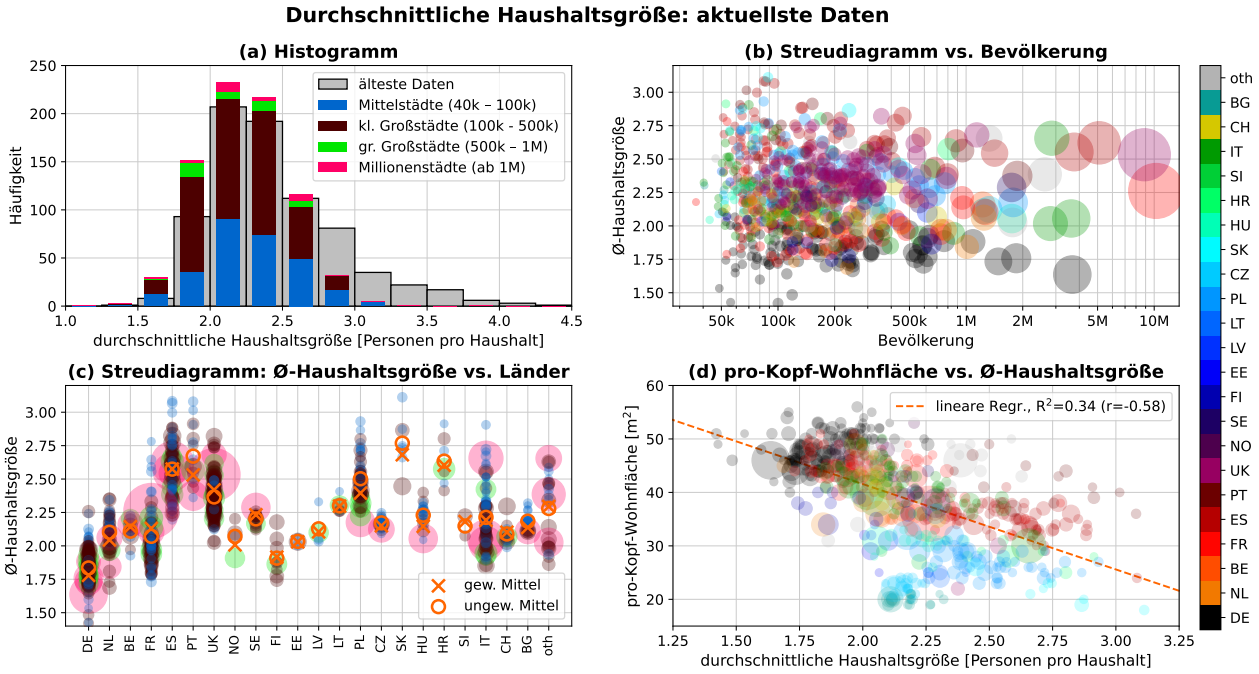


Abbildung C.17.: Auswertungsgrafik zur durchschnittlichen Haushaltsgröße (Indikator LIV-29, s. Tab. B.2). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche gegenüber der durchschnittlichen Haushaltsgröße. Farben und Größen der Marker wie in (b).

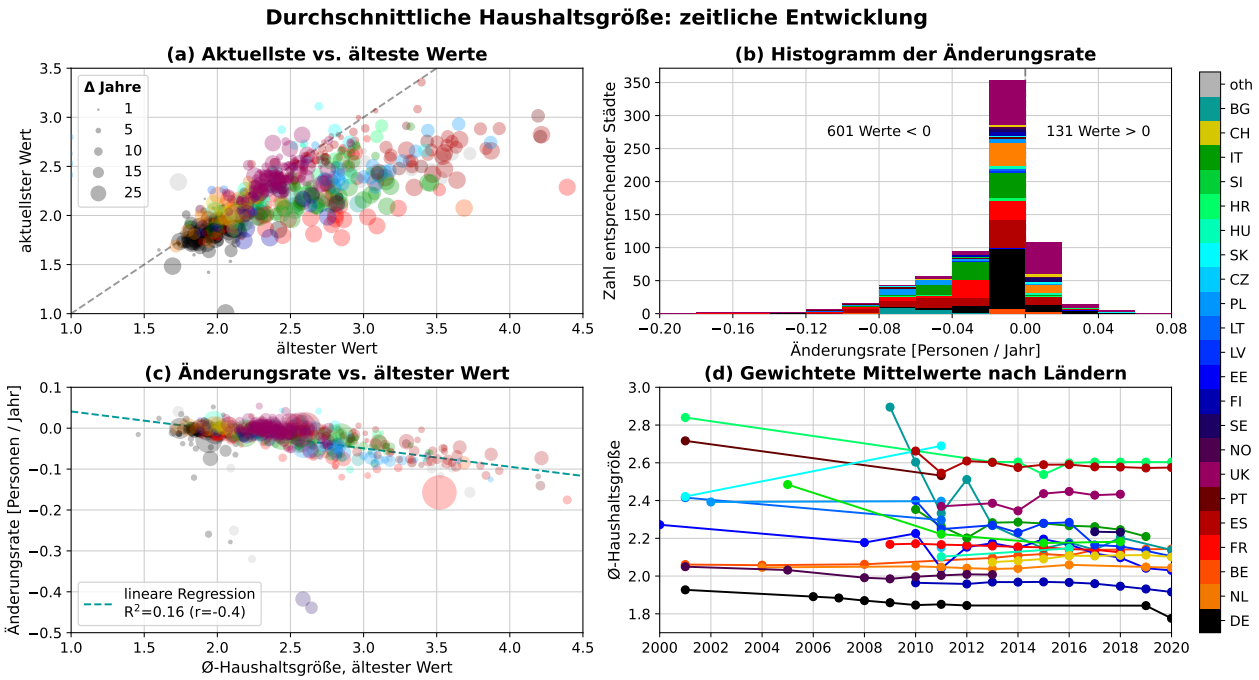


Abbildung C.18.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße (Indikator LIV-29, s. Tab. B.2). Genauere Erläuterungen s. Tab. 4.2 auf S. 74.

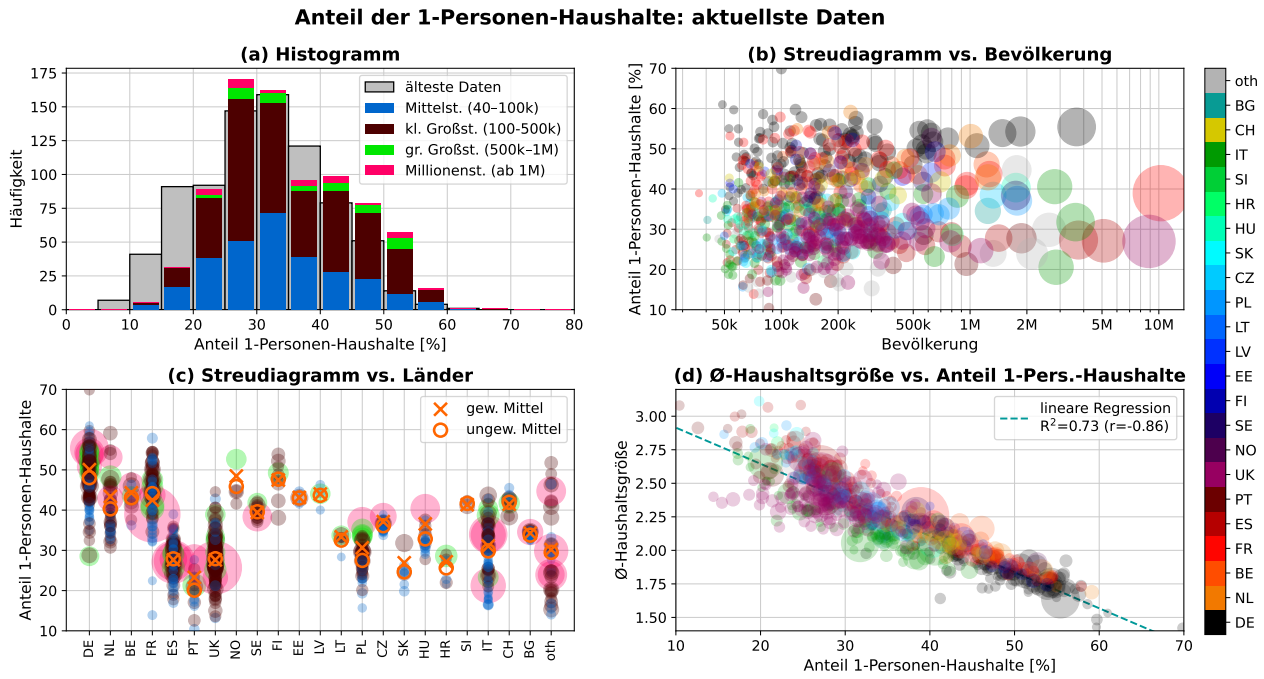


Abbildung C.19.: Auswertungsgrafik zum Anteil der 1-Personen-Haushalte (Indikator LIV-03, s. Tab. B.2). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm der durchschnittlichen Haushaltsgröße gegenüber dem Anteil der 1-Personen-Haushalte. Farben und Größen der Marker wie in (b).

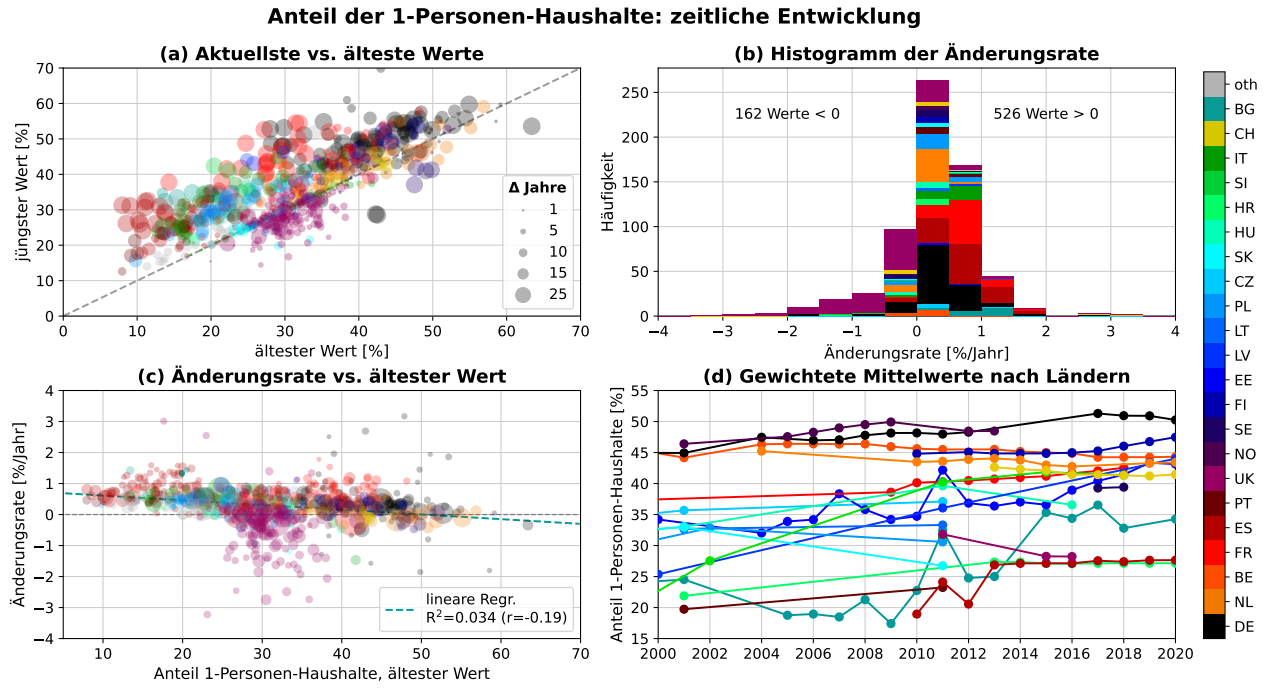


Abbildung C.20.: Auswertungsgrafik zur zeitlichen Entwicklung des Anteils der 1-Personen-Haushalte (Indikator LIV-03, s. Tab. B.2). Genauere Erläuterungen s. Tab. 4.2 auf S. 74.

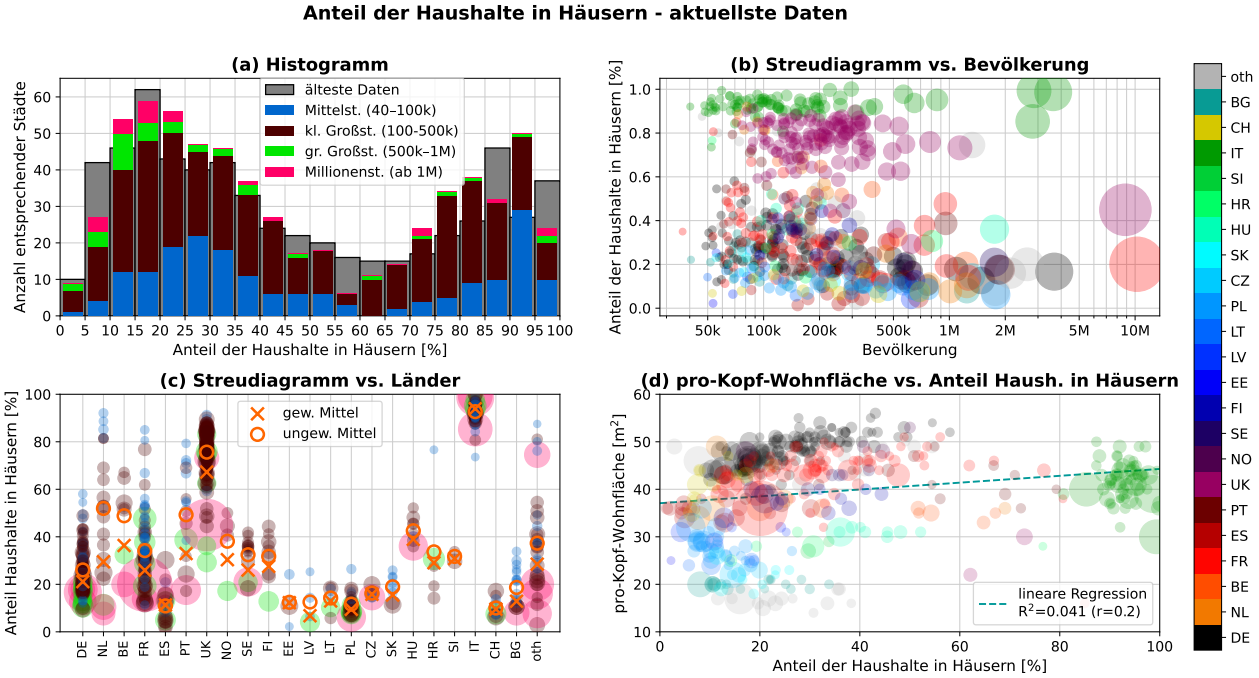


Abbildung C.21.: Auswertungsgrafik zum Anteil der Haushalte in Häusern (Indikatoren LIV-10 und LIV-01, s. Tab. B.2). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm der durchschnittlichen pro-Kopf-Wohnfläche gegenüber dem Anteil der Haushalte in Häusern. Farben und Größen der Marker wie in (b).

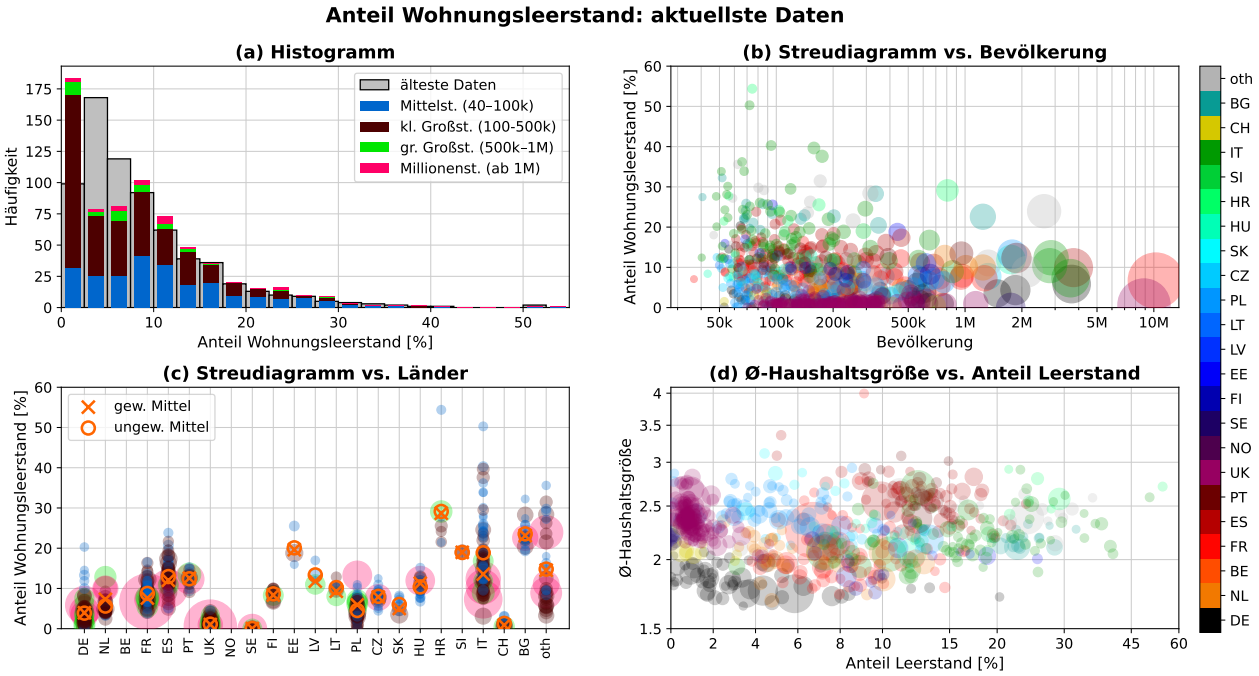


Abbildung C.22.: Auswertungsgrafik zum Anteil leerstehender Wohnungen (Indikator LIV-19, s. Tab. B.2). **(a), (b), (c):** Erläuterungen s. Tab. 4.1 auf S. 72. **(d):** Streudiagramm der durchschnittlichen Haushaltsgröße gegenüber dem Anteil leerstehender Wohnungen. Farben und Größen der Marker wie in (b).

Eigenständigkeitserklärung

der Europa-Universität Flensburg

Hiermit versichere ich ausdrücklich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Ich versichere insbesondere ausdrücklich, dass ich bei Anfertigung der vorliegenden Arbeit keine Dienstleistungen oder sonstigen Unterstützungsleistungen, gleich welcher Art, von Ghostwriter-Agenturen bzw. vergleichbaren Dienstleistungsanbietern oder sonstigen Dritten, gleich ob entgeltlich oder unentgeltlich, in Anspruch genommen habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus gedruckten, elektronischen oder anderen Quellen entnommene oder entlehnte Textstellen sind von mir eindeutig als solche gekennzeichnet worden.

Die vorgelegte Arbeit oder wesentliche Teile daraus wurden vorher nicht in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht, und die eingereichte schriftliche Fassung entspricht derjenigen auf dem elektronischen Speichermedium.

Mir ist bekannt, dass Verstöße gegen diese Versicherung nicht nur zur Bewertung der vorgelegten Prüfungsleistung mit „nicht ausreichend“ (5,0), sondern in schwerer wiegenden Fällen zu weiteren Maßnahmen der Europa-Universität Flensburg bis zur Exmatrikulation führen können.

Mir ist bekannt, dass die Arbeit digital gespeichert und durch eine Anti-Plagiatssoftware überprüft werden kann. Sowohl mit der Datenspeicherung als auch mit der Überprüfung meiner Arbeit durch den Einsatz einer Anti-Plagiatssoftware erkläre ich mich einverstanden.

Flensburg, _____ _____

Datum Unterschrift Vorname, Name