Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (http://www.ub.tuwien.ac.at).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/).



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

# Null-Emissions-Mobilität

## eine Nutzwertanalyse im urbanen Raum

ausgeführt zum Zweck der Erlangung
des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof. DI Dr. techn. Thomas Macoun

E230 – Institut für Verkehrswissenschaften
Forschungsbereich für Verkehrsplanung und
Verkehrstechnik

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Angela Muth
Matrikelnummer 0426914
2002 Nursch 50

Nursch, im November 2010

# Kurzfassung


***Hoch gestecktes Ziel***

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Ziel Null-Emissions-Mobilität und der Erreichung dieses Ziels im städtischen Umfeld. Null-Emissions-Mobilität ist ein hoch gestecktes Ziel, das oft als unerreichbar und dadurch unvorstellbar eingestuft wird. Diese Arbeit hinterfragt diese Anschauung und zeigt deutlich auf, warum ein solches Ziel im Sinne der Nachhaltigkeit besonders aus ökologischer Sicht aber auch aus sozialer und nicht zuletzt ökonomischer Sicht verfolgt werden muss.

***Klima***

Mit dem Kyotoprotokoll wurden Reduktionsziele für Emissionen festgelegt, die vor allem aufgrund der Belastungen im Verkehr nicht eingehalten werden konnten. Die Folgen des anthropogen verursachten Klimawandels können nicht exakt vorhergesagt werden, unbestritten ist allerdings, dass selbst bei radikalen Einsparungen eine Erhöhung der Globaltemperatur nicht mehr aufzuhalten ist. Ein Umdenken beim Verkehr, als einer der Hauptverursacher von Treibhausgasen, ist dringend und rasch nötig, da die Umsetzung von großräumigen, nachhaltigen Strategien Zeit erfordert.

***Ganzheitliche Betrachtung***

Eine ganzheitliche Betrachtungsweise von Mobilität ist Grundlage dieser Arbeit. Es gilt Ziele zu formulieren, Zusammenhänge aufzuzeigen sowie eine quantitative Überprüfung von beeinflussenden Indikatoren zu ermöglichen. Dazu wurde die Nutzwertanalyse herangezogen. Durch ihre erforderliche textliche Beschreibung sowie die Ausprägungen der Indikatoren werden Beziehungen aufgezeigt und mögliche Wege zur Zielerreichung Dargestellt.

***Planung***

Die Arbeit wird aufzeigen, dass eine mobile Gesellschaft nicht vom Auto abhängig ist. Das Ziel „Null-Emissions-Mobilität“ kann nicht durch einzelne Maßnahmen erreicht werden, vielmehr ist das Zusammenspiel vieler Faktoren bei der Planung zu berücksichtigen. Zukünftige Planungen dürfen zwar nicht allein auf neuen Technologien aufbauen, ohne diese wird jedoch das hochgesteckte Ziel nicht zu erreichen sein.


***Hinweis***

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde in der vorliegenden Arbeit bei Gruppenbezeichnungen auf die Anführung von maskulinen und femininen Formen oder der Binnenmajuskel verzichtet. Alle Begriffe, auch wenn diese grammatikalisch männlich sind, beziehen stets Frauen und Männer mit ein.

# Abstract

***High Ambitions*** This thesis will define parameters and requirements for achieving zero-emission-mobility in urban contexts. Zero-emission-mobility is an ambitious goal, which means that it cannot be imagined to be reached and therefore is frequently considered impossible to reach. These assumptions are put into question and it will be shown why such a high aim should be pursued under sustainable aspects – particularly from ecological, social and economic points of view.

***Climate*** The Kyoto-protocol gives a clear definition of reduction goals for emissions. Austria missed to reach these thresholds given a further increase of emissions in traffic and transport sector. Although the predictions on the impacts of the anthropogenic climate change are not exact it is widely agreed that the temperature increase cannot be stopped – even with narrowly defined constraints. Atmospheric changes do have impacts on humans even if the correlations cannot be quantified all the times. Rethinking traffic and transportation strategies is very important in the near future because implementing strategies on the large-scale takes time.

***Integrated View*** The basis of this work is to adopt a holistic approach on different parameters of human mobility. It is important to formulate goals, show connections and do quantitative examinations in this field. Therefore Utility Analysis was chosen to show possible paths for reaching an “impossible” goal. The textual description, that is necessary when caring out a Utility Analysis, as well as the characteristics of the indicators indicate relations between criterions that influence mobility.

***Planning*** This work will show that a mobile society is not dependent on cars. The aim to reach zero-emission-mobility cannot be reached by single measures but the interactions between various factors and measures need to be considered in the planning process. Future planning in traffic and transportation cannot be based just on new technologies, but without these the goal of zero-emission-mobility is not likely to be reached.

# Inhaltsverzeichnis

**Kurzfassung** ..... **II**

**Abstract** ..... **III**

**Inhaltsverzeichnis** ..... **IV**

**Abbildungsverzeichnis** ..... **VII**

**Tabellenverzeichnis** ..... **X**

**Abkürzungen** ..... **XI**

**Danksagung** ..... **XII**

**1 Einleitung** ..... **1**

1.1 Problemstellung ..... 1

1.2 Aufbau der Arbeit ..... 2

**2 Vorgehensweise Methodik** ..... **3**

2.1 Fragestellung und Zielsetzungen ..... 3

2.2 Methodische Herangehensweise ..... 4

2.3 Nutzwertanalyse ..... 5

2.4 Definitionen ..... 8

2.5 Abgrenzungen ..... 9

**3 Verkehr und Klimaproblematik** ..... **11**

3.1 Klimaänderung ..... 11

3.2 Verkehr als Hauptverursacher des verfehlten Kyotoziels ..... 16

3.3 Mobilität und Verkehr ..... 18

3.3.1 Mobilitätsdefintionen ..... 18

3.3.2 Nachhaltige Mobilität ..... 19

3.3.3 Verkehr und Stadtregionen ..... 21

**4 Emissionen und Ressourcenverbrauch der Verkehrsmittel im Personenverkehr** ..... **23**

4.1 Indirekte Belastungen ..... 24

4.2 Luftschadstoffe ..... 26

4.2.1 Stickoxide - Stickstoffoxide ($NO_x$) ..... 27

4.2.2 Flüchtige Organische Verbindungen ..... 28

4.2.3 Treibhausgas-Emissionen ($CO_2$-Äquivalente) ..... 30

4.2.4 Feinpartikelemissionen (PM 2,5) ..... 33

4.3 Lärm ..... 34

4.4 Flächenverbrauch ..... 36
4.5 Kumulierter Energie-Aufwand (KEA) ..... 37
4.6 Gesamtvergleich ..... 38

**5 Nutzwertanalyse - Alternativenentwicklung ..... 40**
5.1 Best Practice Beispiele ..... 40
5.1.1 „Stadt der kurzen Wege“ ..... 40
5.1.2 Autofreie Siedlung Vauban ..... 40
5.1.3 Zero Emission Urban Study 2020 (ZEUS 2020) ..... 41
5.2 Österreichische Vergleichsstädte ..... 42
5.2.1 Bad Ischl ..... 43
5.2.2 Bruck an der Leitha ..... 44
5.2.3 Lustenau ..... 44
5.2.4 Purkersdorf ..... 45
5.2.5 Linz, Steyr, Wels ..... 46
5.2.6 Gegenüberstellung ..... 47

**6 Nutzwertanalyse - Zielsystem, Bewertungskriterien und Indikatoren ..... 49**
6.1 Oberziel ..... 51
6.2 Unterziele, Gruppen und Kriterien ..... 52
6.2.1 (Motorisierten Individual-)Verkehr vermeiden ..... 54
6.2.1.1 Siedlungsstrukturen ..... 56
6.2.1.1.1 Lage im Raum ..... 56
6.2.1.1.2 Funktionen - Aktivitätendichte (Zielpotenziale) ..... 58
6.2.1.1.3 Einwohner - Bevölkerungsdichte (Quellpotenzial, Wohnformen) ..... 59
6.2.1.2 Gesellschaftliche Trends ..... 62
6.2.1.2.1 Sozioökonomischer Hintergrund - Einkommen Haushalt ..... 63
6.2.1.2.2 Disperse Arbeitsmodelle ..... 65
6.2.1.2.3 Differenzierte Freizeitgestaltung ..... 65
6.2.1.2.4 Soziodemographischer Hintergrund - Altersstrukturen ..... 66
6.2.1.2.5 Bedürfnisse - "Wünsche Ideale" ..... 69
6.2.2 Verkehr verlagern (Modal Split) ..... 69
6.2.2.1 Erreichbarkeit - Infrastrukturqualität ..... 70
6.2.2.1.1 NMIV-Infrastruktur ..... 71
6.2.2.1.2 MIV-Infrastruktur ..... 72
6.2.2.1.3 ÖV-Anschlussqualität ..... 73
6.2.2.2 Kosten durch Verkehr ..... 74
6.2.2.2.1 Externe Kosten ..... 74
6.2.2.2.2 Individualkosten je Haushalt und Monat ..... 75
6.2.3 Verkehr verbessern ..... 76
6.2.3.1 Innovationen im Verkehrssektor ..... 76
6.2.3.1.1 Reduktion der Umweltbelastungen im Lebenszyklus ..... 77
6.3 Indikatoren ..... 78
6.3.1 Durchschnittsgeschwindigkeit der externen Wege ..... 78
6.3.2 Durchschnittliche Wegelänge – Anteil der externen Wege ..... 79
6.3.3 Durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz (intern) ..... 81

6.3.4 Durchschnittliche Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg ..... 82
6.3.5 Verhältnisse der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort ..... 83
6.3.6 Einwohnerdichte in Personen/km2 ..... 83
6.3.7 Motorisierungsgrad ..... 84
6.3.8 Anteil der Wege im MIV ..... 85
6.3.9 Anteil der Bevölkerung zwischen 15 und 74 Jahren ..... 86
6.3.10 Anzahl der Knoten/Netzlänge ..... 87
6.3.11 Wegefaktor ..... 87
6.3.11.1 Mittlere Parkplatzentfernung ..... 88
6.3.11.2 Mittlere Haltestellenentfernung ..... 88
6.3.12 ÖV-Intervalle ..... 89
6.3.13 Verhältnis externe Kosten MIV/ÖV ..... 89
6.3.14 Verkehrskosten privater Haushalte ..... 90
6.3.15 $CO_2$-Äquivalente im Lebenszyklus ..... 91
6.4 Zusammenfassung ..... 91

**7 Nutzwertanalyse - Bewertung ..... 93**
7.1 Zielgewichtung ..... 93
7.2 Messung der Zielerträge ..... 97
7.3 Vorgabe der Zielerreichungsgrade ..... 99
7.4 Wertsynthese ..... 104
7.5 Alternativenbewertung ..... 107
7.6 Sensitivitätsanalyse ..... 107

**8 Entscheidung ..... 110**

**9 Resümee ..... 114**
9.1 Kritik ..... 114
9.2 Ausblick ..... 115

**Referenzen ..... 117**

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Änderung des Vorgehens in der 2. Generation der Nutzwertanalyse (Scholles, 2006) ..... 7
Abb. 2: Die Klimaänderung und ihre Ursachen (IPCC, 2009) ..... 12
Abb. 3: Komponenten des Strahlungsantriebs ..... 13
Abb. 4: Ursachen des Treibhauseffektes und seine Folgen (FAZ.NET (Frankfurter Allgemeine)) ..... 14
Abb. 5: Treibhausgasemissionen in Österreich 1990-2008 (Umweltbundesamt, 2010f, S. 2) ..... 15
Abb. 6: Anteil der Sektoren an den nationalen THG-Emissionen 2007 und Änderung der Emissionen in den Sektoren zwischen 1990 und 2007 (Umweltbundesamt, 2009, S. 32) ..... 16
Abb. 7: Sektorale Verteilung der Abweichungen vom Kyotoziel im Jahr 2008 (Umweltbundesamt, 2010f, S. 14) ..... 17
Abb. 8: $CO_2$ Emissionen 1997-2007 im Straßenverkehr (Umweltbundesamt, 2010e, S. 1) ..... 17
Abb. 9: Bevölkerungsdichte im urbanen Raum und der Zusammenhang mit dem Energieverbrauch durch Transport (Kenworthy in Kirby & Bournay, 2008, S. 138) ..... 22
Abb. 10: Umweltrelevante Transportkomponenten im Lebenszyklus am Beispiel eines Pkw-Transportes (Spielmann & Haan, 2008, S. 6) ..... 24
Abb. 11: Normalisierte klimarelevante Emissionen durch den Einsatz alternativer und konventioneller Treibstoffe (Emissionen: $CO_2$: Benzin Euro 3 = 100 % = 181 g/pkm) (Spielmann & Haan, 2008, S. 37) ..... 26
Abb. 12: Stickoxid-Emissionen im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 19) ..... 28
Abb. 13: NMVOC-Emissionen und Reduktionsziele (Umweltbundesamt, 2010c) ..... 29
Abb. 14: Kohlenwasserstoffemissionen im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 21) ..... 30
Abb. 15: Anteile der einzelnen Treibhausgase an den nationalen THG-Gesamtemissionen im Jahr 2008 (Umweltbundesamt, 2010a, S. 47) ..... 32
Abb. 16: Treibhausgas-Emissionen im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 18) ..... 33
Abb. 17: Feinpartikelemissionen aus Abgasen und Abrieb im Personenverkehr (PM2,5) (Spielmann & Haan, 2008, S. 22) ..... 34
Abb. 18: Vergleich der Lärmquellen 2003 und 2007 (Umweltbundesamt, 2010) ..... 35
Abb. 19: Externe Kosten durch Lärm im Personennahverkehr (Spielmann & Haan, 2008, p. 24) ..... 35
Abb. 20: Externe Kosten durch Lärm im Personenfernverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 24) ..... 36
Abb. 21: Flächenverbrauch im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 25) ..... 37
Abb. 22: Kumulierter Energie-Aufwand (KEA) im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 16) ..... 38
Abb. 23: Vauban (Stadt Freiburg im Breisgau, 2010, eigene Darstellung) ..... 41

Abb. 24: Österreichische Stadtbeispiele (Google Maps, 2010, eigene Darstellung) ..... 43
Abb. 25: Bad Ischl (Google Earth, 2010) ..... 43
Abb. 26: Bruck an der Leitha (Google Earth, 2010) ..... 44
Abb. 27: Lustenau (Google Earth, 2010) ..... 45
Abb. 28: Purkersdorf (Google Earth, 2010) ..... 46
Abb. 29: Bevölkerungsveränderung 2002 bis 2008 - absolut (Land Oberösterreich, 2010) ..... 47
Abb. 30: Bevölkerungspyramiden im Vergleich (Statistik Austria, Volkszählung 2010, eigene Darstellung) ..... 48
Abb. 31: Legende des Zielsystems (eigene Darstellung) ..... 49
Abb. 32: Zielsystem (eigene Darstellung) ..... 50
Abb. 33: Oberziel und Unterziele (eigene Darstellung) ..... 52
Abb. 34: Oberziel, Unterziele und Gruppen (eigene Darstellung) ..... 53
Abb. 35: Siedlung und Verkehr - Wirkungszusammenhang und Regelkreise im Raum-Zeit-Gefüge (Markus Hesse, 2002) ..... 54
Abb. 36: Unterziel - MIVerkehr vermeiden, Gruppen, Kriterien und Indikatoren (eigene Darstellung) ..... 55
Abb. 37: Zusammenhänge zwischen gebauter Umwelt, Reiseverhalten und ihren Zeitdimensionen (Holden, 2007, S. 194) ..... 56
Abb. 38: Selbstinduzierende Dynamik des regionalen Verkehrswachstums (Gutsche & Kutter, 2006, S. 16) ..... 56
Abb. 39: Wirkungsebenen raumstrukturell bedingter Verkehrseffizienz auf stadtregionaler Ebene (Gutsche & Kutter, 2006, S. 24) ..... 57
Abb. 40: Wechselbeziehung zwischen der baulichen Struktur einer Region und deren individueller Nutzung durch die Haushalte und Unternehmen (Gutsche & Kutter, 2006, S. 67) ..... 59
Abb. 41: Je höher die Siedlungsdichte, desto weniger Autoabhängigkeit (VCÖ, 2007, S. 32) ..... 60
Abb. 42: Durchschnittlicher ökologischer Fußabdruck je Haushalt und Haushaltsmitglied kombiniert nach Siedlungsdichte, Entfernung zum Stadtzentrum und Gebäudeformen in Förde und Greater Oslo (Holden, 2007, S. 164) ..... 61
Abb. 43: Kausale Zusammenhänge zwischen Haushaltscharakteristika und ihren Gebäudeformen, Konsum und Umweltbelastungen (Holden, 2007, S. 147) ..... 63
Abb. 44: Je höher das Einkommen, desto mehr wird für Pkw ausgegeben (VCÖ, 2009, S. 18) ..... 64
Abb. 45:Wer mehr Geld zur Verfügung hat, gibt mehr Geld für Pkw aus. (VCÖ, 2009, S. 20) ..... 64
Abb. 46: Anzahl der zurückgelegten Kilometer steigt in Zukunft vor allem bei älteren Menschen (Dangschat & Blum, 2007, S. 12) ..... 67
Abb. 47: Pkw-Verfügbarkeit steigt vor allem bei älteren Menschen (Dangschat & Blum, 2007, S. 14) ..... 67
Abb. 48: Im Alter sind die eigenen Beine das wichtigste Verkehrsmittel (Dangschat & Blum, 2007, S. 27) ..... 68
Abb. 49: Unterziel - MIVerkehr verlagern, Gruppen, Kriterien und Indikatoren ..... 70

Abb. 50: Aufteilung der Verkehrsmittelwahl (Modal Split) im Personenverkehr, 1990 und 2007 (Umweltbundesamt, 2009, S. 111) ..... 70
Abb. 51: Modal-Split in Abhängigkeit von der Dichte des Fußwegenetzes bei Wegen, die kürzer als 2 km sind (Knoflacher, 1995, S. 28) ..... 72
Abb. 52: Modal-Split in Abhängigkeit vom Angebot des öffentlichen Verkehrs im Umkreis von 200 m (Knoflacher, 1995, S. 29) ..... 74
Abb. 53: Tagesweglänge und Autoabhängigkeit steigen weiter (VCÖ, 2003, S. 17) ..... 80
Abb. 54: Überbaute Bauzone pro Einwohner bzw. Beschäftigten (x-Achse) und mit dem MIV zurückgelegte Distanz pro Einwohner (y-Achse) nach Regionen. (Schloeth, S. 38) ..... 80
Abb. 55: $CO_2$-Emissionen aus dem Personenverkehr (Pkw) und gefahrene Personenkilometer nach Treibstoffen, 1990-2007 (Umweltbundesamt, 2009, S. 110) ..... 81
Abb. 56: Dichtes Angebot für Fahrgäste wichtiger als Preis (VCÖ & Rauh, 2005, S. 22) ..... 89
Abb. 57:Kosten von 41 Cent pro Pkw-Kilometer werden "ausgeblendet" (VCÖ, 2009, S. 25) ..... 90
Abb. 58: Ansätze für eine integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung (Stein in Gutsche & Kutter, 2006, S. 102) ..... 92
Abb. 59: Normierungsfunktionen I (eigene Darstellung) ..... 101
Abb. 60: Normierungsfunktionen II (eigene Darstellung) ..... 102
Abb. 61: Zielerfüllungsgrade (eigene Darstellung) ..... 103
Abb. 62: Internalisierung - Preise den tatsächlichen Kosten anpassen (VCÖ & Rauh, 2005, S. 19) ..... 112
Abb. 63:Gegenüberstellung der Modal Splits aller Alternativen (eigene Darstellung) ..... 113

# Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zahlen und Fakten Vauban (Stadt Freiburg im Breisgau, 2010) ..... 41
Tab. 2: Zahlen und Fakten Bad Ischl (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001) ..... 44
Tab. 3: Zahlen und Fakten Bruck an der Leitha (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001) ..... 44
Tab. 4: Zahlen und Fakten Lustenau (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001) ..... 45
Tab. 5: Zahlen und Fakten Purkersdorf (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001) ..... 46
Tab. 6: Zahlen und Fakten Linz, Steyr, Wels (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001) ..... 47
Tab. 7: Gegenüberstellung Linz, Wels, Steyr, Lustenau, Bad Ischl, Purkersdorf, Bruck/Leitha (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001) ..... 48
Tab. 8: Motorisierte Verkehrsleistung in Abhängigkeit von Ortstyp und Ortsgröße (Kutter 1991, S. 473) ..... 62
Tab. 9: Gewichtungen des Zielsystems (Experteninterviews, 2010, eigene Darstellung) ..... 96
Tab. 10: Messung der Zielerträge (eigene Darstellung) ..... 98
Tab. 11: Wertsynthese I (Gewichtung Lichtblau, 2010, eigene Darstellung) ..... 105
Tab. 12: Wertsynthese II (Gewichtung Lichtblau, 2010, eigene Darstellung) ..... 106
Tab. 13: Alternativenreihung (Gewichtung Lichtblau, 2010, eigene Darstellung) ..... 107
Tab. 14: Alternativenreihung (Gewichtung Pfaffenbichler, 2010, eigene Darstellung) ..... 107
Tab. 15: Alternativenreihung (Gewichtung Stocker, 2010, eigene Darstellung) ..... 108
Tab. 16: Alternativenreihung (Gewichtung eigene Ersteinschätzung, 2010, eigene Darstellung) ..... 108
Tab. 17: Vergleich der Modal Splits (eigene Darstellun, Quellen in Hochzahlen) ..... 113

# Abkürzungen

| | |
|---|---|
| $CH_4$ | Methan |
| $CO_2$ | Kohlendioxid |
| ebd. | ebendort |
| F-Gase | die fluorierten Treibhausgase |
| FKWs | vollfluorierte Kohlenwasserstoffe |
| GDWV | *Grades des wissenschaftlichen Verständnisses* |
| HFC | Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe |
| HFKWs | teilfluorierte Kohlenwasserstoffe |
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change – zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung |
| IV | Individualverkehr |
| KEA | kumulierte Energie-Aufwand |
| Kfz-km | Kraftfahrzeugkilometer |
| MIV | motorisierte Individualverkehr |
| | Lachgas |
| NMHC/NMVOC | Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe/Non Methane Volatile Organic Compounds |
| NMIV | nicht motorisierte Individualverkehr |
| $NO_x$ | Stickoxide/Stickstoffoxide |
| NWA | Nutzwertanalyse |
| ÖPNV | öffentlicher Personennahverkehr |
| ÖV | öffentlicher Verkehr |
| PFC | Perfluorierte Kohlenwasserstoffe |
| pkm | Personenkilometer |
| Pkw | Personenkraftwagen |
| PM2,5 | Feinstaub Partikel mit 50 % 2,5 µm Durchmesser |
| s. o. | siehe oben |
| SA | Strahlungsantrieb |
| SF6 | Schwefelhexafluorid |
| THG | Treibhausgase |
| TMB | trabel money budget – Reisegeldbudget |
| TTB | travel time budget – Reisezeitbudget |
| UNCED | United Nations Conference on Environment and Development |
| UNEP | United Nations Environmental Programm |
| UV-Strahlung | Ultraviolette Strahlung |
| VCÖ | Verkehrsclub Österreich |
| WCED | World Commission on Environment and Development |
| WHO | Weltgesundheitsorganisation |
| z. B. | zum Beispiel |
| ZE | Zielertrag |
| ZG | Zielerreichungsgrad |

# Danksagung

In meiner Studienzeit haben mich viele Personen auf unterschiedliche Weise unterstützt und geprägt, sei es durch Zuspruch, Kritik, Aussprachen, Diskussionen, Herzlichkeit oder bloße Anwesenheit. An dieser Stelle möchte ich mich besonders bei meinen Eltern bedanken, die mir immer freie Wahl hinsichtlich meiner Bildungswünsche gelassen haben und mir damit vermittelt haben, dass es nicht nur wichtig ist, was man erreicht, sondern insbesondere was man auf seinem Weg mitnimmt. Außerdem danke ich meinen Geschwistern, die gerade in letzter Zeit oft auf mich verzichten mussten, mich aber dennoch unterstützten. Insbesondere bedanke ich mich bei meinem Freund Reinhard Krapf der es durch seine beruhigende und doch standhafte Art immer wieder geschafft hat mich zu motivieren. Ebenfalls bedanke ich mich bei meinen Freunden und Arbeitskollegen, die meine Launen nicht allzu ernst genommen haben und immer ein aufbauendes Wort für mich hatten.

Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Ao. Univ. Prof. DI Dr. techn. Thomas Macon und DI Peter Dosti, die stets ein offenes Ohr und Zeit für kritische Diskussionen zur Komplexität des Themas hatten.

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

***Klimaproblematik***

Der Klimawandel ist ein in den Medien mittlerweile seit Jahrzehnten behandeltes Thema. Naheliegend ist, dass zur Lösung der Klimaproblematik bzw. zur Erreichung einer Verlangsamung des Klimawandels rasches Umdenken und Handeln notwendig sind. Es gibt bereits verschiedene Ansätze und Zielformulierungen, die jedoch oft sehr allgemein gehalten sind und so in den Handlungsfeldern einzelner Personen oder verantwortlichen Behörden keine Änderungen bewirken.

***Thema Verkehr/Mobilität***

Besonders das Thema Verkehr/Mobilität betrifft alle, nur wenige sehen sich hier jedoch imstande, grundsätzliche Veränderungen zu bewirken. Die in den Medien aufgezeigten Möglichkeiten sind oft mit hohen Investitionskosten (z. B. Elektroauto, …) und teilweise fraglichen Auswirkungen im Sinne eines Stopps des Klimawandels (z. B. Energieverbrauch bei der Herstellung von Biotreibstoffen, …) verbunden.

***Auto***

Das Auto ist in vielen Gebieten immer schwieriger wegzudenken, um Mobilität zu gewährleisten. So steigt die Anzahl der Pkw in den Haushalten weiter an. Die im Verkehr durch Pkw produzierten Treibhausgase liegen bei ca. 55,5 % der Treibhausgasemissionen im Verkehr. Diese Emissionen sind zwischen 1990 und 2008 um 36,1 % gestiegen. Gerade bei diesem Verringerungspotenzial setzt das Ziel „Zero-Emission-Mobility“ – „Null-Emissions-Mobilität“ an. (Umweltbundesamt, 2010a, S. 111)

***Urbanisierung***

Im Zeitalter der Urbanisierung (über 50 % der Weltbevölkerung lebt bereits in Städten) ist besonders im städtischen Raum noch keine Lösung für eine (für Mensch und Umwelt) „verträgliche“ Gestaltung des Verkehrs implementiert. Es können allerdings sowohl auf nationaler, als auch auf EU/globaler Ebene Ansätze zur Reduktion von Treibhausgasen erkannt werden. Gerade in ländlichen Gemeinden gibt es bereits Lösungsansätze/Versuche, die ähnliche Ziele verfolgen und bereits klimafreundlichen Verkehr umsetzen. Wichtig erscheint jedenfalls die Verflechtung mit dem Umland, bei einem auf Agglomerationen bezogenen Ansatz, nicht zu vernachlässigen.

***Gesamtsicht und Vernetzung der Themenstellung***

Zunehmend rückt ein Bewusstsein über Systemzusammenhänge ins Blickfeld von Forschern und Entwicklern. Das Erkennen von komplexen Zusammenhängen und ein Auflösen dieser in Einzelsituationen ist in einer komplexen Welt immer schwieriger, dennoch zunehmend bedeutender. Gerade beim Thema Mobilität gibt

es Zusammenhänge zwischen Verkehrsmittelwahl, Siedlungsstrukturen, aber auch sozialen Bedürfnissen und Bedingungen. Im Hinblick auf das Ziel einer möglichst emissionsfreien Mobilität ist eine möglichst ganzheitliche Systemsicht unerlässlich um entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

***Life Cycle - Cradle to Cradle***

Ausgehend vom Ansatz des „Life Cycle“ wird von einigen Forschern und Entwicklern bereits der Ansatz „Cradle to Cradle“ angewendet. Dabei geht es nicht nur um Emissionen, die während der Entstehung und Verwendung von Produkten anfallen, sondern auch um die Wiederverwendung von „Abfallprodukten“ bzw. eine Zurückführung dieser in den natürlichen Stoffkreislauf. Um dauerhaft nachhaltig zu wirtschaften, ist ein solcher Ansatz als Lückenschluss (von der Wegwerfgesellschaft zur Recyclinggesellschaft) zu sehen.

## 1.2 Aufbau der Arbeit

***Inhaltliche Gliederung***

Die Arbeit setzt sich aus zwei großen Blöcken zusammen: einem theoretischen Teil und einem praktischen Teil. Es werden diese hier kurz beschrieben und vorgestellt.

***Theoretischer Teil***

Der theoretische Teil beschäftigt sich mit der Klimaproblematik und den Zusammenhängen mit dem Verkehr. Hier werden zunächst die Zielsetzungen der Arbeit, die Fragestellung sowie die methodische Herangehensweise beschrieben. Weiters wird auf Ursache-Wirkungszusammenhänge von Verkehrsmittelwahl und Ressourcenverbrauch eingegangen. Für diesen Teil der Arbeit wurden objektive Quellen herangezogen. Es wurden Recherchen in verschiedenen Universitätsbibliotheken und im Internet durchgeführt. Auf den Ergebnissen dieses Teils baut auch der praktische Teil der Arbeit auf.

***Praktischer Teil***

Es wird mithilfe einer Nutzwertanalyse versucht, die Wirkungsgefüge bei der Verkehrsmittelwahl theoretisch sowie durch Expertenmeinungen aufzuarbeiten. Die praktische Überprüfung anhand existierender und in Planung befindlicher Beispiele erfolgt mit Hilfe der durch Experten gewichteten Indikatoren. Der praktische Teil der Arbeit besteht aus drei qualitativen Experten-Befragungen. Anhand der Experten-Gewichtungen wird versucht, die Fragestellungen dieser Arbeit zu bearbeiten, aber auch Widersprüchlichkeiten aufzudecken.

***Abschluss***

Den Abschluss der Arbeit bildet eine Zusammenfassung inklusive jener Schlussfolgerungen, die sich aus dem theoretischen und dem praktischen Teil ergeben.

# 2 Vorgehensweise Methodik

***Inhalt***

Im folgenden Kapitel werden die Zielsetzungen der Arbeit, die zugrunde liegenden Fragestellungen sowie der methodische Ansatz mit Definitionen und Abgrenzungen erläutert.

## 2.1 Fragestellung und Zielsetzungen

***Zusammenhänge erkennen und aufzeigen***

Ausgehend von der Problematik des Klimawandels und deren Verursachern werden in dieser Arbeit vorwiegend Verkehrsaspekte behandelt. Diese sind zu einem großen Teil für die Emissionen von Treibhausgasen verantwortlich.

Übergeordnete Zielsetzung ist, die im Verkehrssektor verursachten Treibhausgase zu minimieren. Dazu gibt es bereits verschiedene Ansätze, die mehr oder weniger eine Verringerung der Emissionen im Verkehrssektor bewirken.

Ein wichtiger Punkt bei der Verfolgung des Ziels Emissionen zu verringern ist es, die ganzheitliche Sichtweise zu bewahren. Eine vollständige Abbildung der komplexen Wirklichkeit ist dabei nicht möglich. Trotzdem kann das Aufzeigen von Ursache-Wirkungszusammenhängen helfen einen Überblick zu verschaffen und darauf aufbauend Lösungen zu definieren und umzusetzen.

***Ausgangssituation***

Ausgehend von den Problemen, die durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) – nicht nur im Bezug auf die Klimaveränderung, sondern auch auf die unterschiedlichen Lebensbedingungen, -voraussetzungen und weitreichenden direkten und indirekten Folgen für den Menschen – verursacht werden, stellt sich die Frage nach einer entsprechenden Lösungsstrategie.

***Ziel Null-Emissions-Mobilität***

Als grundsätzliches Ziel soll Null-Emissions-Mobilität angestrebt werden. Die Erreichung dieses Ziels dient einer Senkung der volkswirtschaftlichen Kosten, die durch die Emissionen des Verkehrs (im weitesten Sinne) verursacht werden. Um jedoch dieses Ziel zu erreichen, gilt es zunächst die Zusammenhänge der Beeinflussung des Mobilitätssystems aufzuzeigen. Die Fragen, die es demnach zu beantworten gilt, sind:

- Was sind negative Auswirkungen des (motorisierten) Verkehrs?
- Wie sind die Wirkungszusammenhänge im Mobilitätssystem?
- Wie sind systemische Änderungen im urbanen Raum hinsichtlich des Ziels Null-Emissions-Verkehr einzuordnen?

## 2.2 Methodische Herangehensweise

***Negative Auswirkungen Verkehr - Literaturrecherche***

Zur Untersuchung der negativen Auswirkungen des Verkehrs (MIV) wird eine Literaturrecherche durchgeführt. Um Null-Emissions-Verkehr überprüfbar zu machen, müssen zunächst einige Kennzahlen ausgearbeitet werden. Dazu gehören unter anderem die produzierten Emissionen der verschiedenen Verkehrsarten und deren Abbaubarkeitszyklen sowie die Verbreitungsmechanismen.

***ZEUS 2020***

In die Diplomarbeit fließen auch die Ergebnisse des Forschungsprojektes ZEUS 2020 – Zero Emission Urban Study 2020 - ein. Im Fokus von ZEUS 2020 steht die Gestaltung von Lebensräumen unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung. Das Ziel dieses Pilotprojektes wird mit der Konzeption von Umsetzungsmaßnahmen zur Erreichung einer „Null-Emissions-Stadt“ definiert.

Die Grundsätze der Europäischen Umweltagentur bieten dafür eine Orientierungshilfe:

- *“minimising the consumption of space and natural resources,*
- *rationalising and efficiently managing urban flows,*
- *ensuring equal access to resources and services,*
- *maintaining cultural and social diversity.”*

***Ergebnisse, Erkenntnisse verschiedener Disziplinen durch ZEUS 2020***

Wichtig ist, dass aufgrund der Verknüpfung der Diplomarbeit mit dem Forschungsprojekt ZEUS 2020 die unterschiedlichen Untersuchungen, Ergebnisse und Erkenntnisse der verschiedenen Disziplinen eine Basis bilden, auf die aufgebaut werden kann. Es wirken entsprechende Experten zu den Aspekten

- Ökologie
- Ökonomie
- Soziologie, Soziodemographie
- Städtebau, Raumplanung, Architektur
- Ressourcen- und Energiebewirtschaftung
- Verkehr, Logistik
- Meteorologie, Klima

am Projekt mit. Dies gewährleistet eine gute Vernetzung der unterschiedlichen Themenbereiche und die Zugänglichkeit des entsprechenden Know-Hows als Basis für die Diplomarbeit.

***Verkehrsmittelwahl - Literaturrecherche***

Die Faktoren der Verkehrsmittelwahl werden ebenfalls durch Literaturrecherche erhoben, aber auch durch Experteninterviews belegt und ergänzt. Mit Hilfe der Interviews sollen insbesondere auch die Zusammenhänge zwischen den Auswirkungen des Verkehrs und den Indikatoren genauer aufgezeigt werden. Zur übersichtlichen Darstellung der Zu-

sammenhänge wird eine Nutzwertanalyse ausgehend von einer qualitativen, textlichen Beschreibung durchgeführt.

***Nutzwertanalyse***

Die Nutzwertanalyse (1. Generation) wird gewählt, um durch ihre klar strukturierte Form in das komplexe Thema der Mobilität eine nachvollziehbare Struktur zu bringen. Weiters dient diese dem Aufzeigen von Zusammenhängen und damit der Bewertung von verschiedenen Maßnahmen im Hinblick auf die gewählte Zielsetzung – Null-Emissions-Mobilität. Im folgenden Kapitel wird die Nutzwertanalyse detaillierter beschrieben.

***Experteninterviews***

Um eine möglichst objektive Bewertung (Gewichtung) der Nutzwertanalyse zu gewährleisten, werden Experteninterviews durchgeführt. Diese dienen sowohl der Rückkopplung zu inhaltlichen Herangehensweisen als auch der Abbildung des Praxisbezuges.

***Handlungsempfehlungen***

Es sollen die Zusammenhänge der, die Verkehrsmittelwahl beeinflussenden, Faktoren und den negativen Auswirkungen des (motorisierten Individual-) Verkehrs konkret aufgezeigt werden. Daraus werden Handlungsempfehlungen, wie die Raumplanung im Sinne von Zero Emission Mobility handeln kann (und muss), abgeleitet. Es ist wichtig zwischen veränderbaren (z. B. Bebauungskennzahlen) und nur schwieriger und indirekt beeinflussbaren Faktoren (z. B. soziale Gefüge) zu unterscheiden. Die Handlungsempfehlungen leiten sich aus den Zusammenhängen zwischen den, in der Nutzwertanalyse beschriebenen Indikatoren ab. Diese wiederum werden anhand der zuvor beschriebenen Alternativen überprüft. Das Ziel ist raumplanerische Maßnahmen (auf allen Entscheidungsebenen) aufzuzeigen, die Voraussetzungen für einen Null-Emissions-Verkehr zu schaffen und so konkret (Schritt für Schritt) eine Änderung der Verkehrsmittelwahl jedes Einzelnen im Sinne eines entsprechenden Modal Splits zu schaffen.

## 2.3 Nutzwertanalyse

***Charakter der Nutzwertanalyse***

*„Das wesentliche Charakteristikum der Nutzwertanalyse ist die Auflösung einer komplexen Bewertungsproblematik in einfache Teilaspekte, die Bewertung dieser Teilaspekte und die daran anknüpfende Zusammenfassung der Teilbewertungen zu einer umfassenden Bewertungsaussage: dem Nutzwert.“* (Bechmann, 1978, S. 21)

***Hintergrund***

Ähnlich der Kosten-Nutzen-Analyse bestimmt die Nutzwertanalyse ebenso den Nutzen eines Projektes. Im Gegensatz zur Kosten-Nutzen-Analyse bedient sich die Nutzwertanalyse aber nicht der Kosten zur Feststellung des Nutzens, sondern eines relativen Wertes. Damit ermöglicht sie eine Bewertung über den ökonomischen Wert eines Projektes hinausgehend. Die Methode der Nutzwertanalyse (Utility Analysis) wurde in den USA entwickelt und Anfang der 1970er im deutschsprachigen Raum durch Zangemeister bekannt gemacht. Im

selben Jahrzehnt wurde sie durch Bechmann weiterentwickelt. (Fürst & Scholles, 2008, S. 431)

**Ziel: Effektivität**

*„Die Nutzwertanalyse ermittelt [daher] weniger die Effizienz eines Projekts, als vielmehr die Effektivität, d. h. den Gesamtbeitrag des Projektes zu gegebenen Zielen. Der Gesamtzielbeitrag oder Gesamtnutzen ergibt sich aus der Summe von Einzelzielbeiträgen.“* (ebd. S. 431) Genau dies ist der Grund für die Wahl der Nutzwertanalyse für diese Arbeit. Sie ermöglicht einen umfassenden Über- und Einblick in eine komplexe Problemstellung und hilft die Effektivität von Maßnahmen, sowie die Zusammenhänge der Auswirkungen schlüssig aufzuzeigen und zu bewerten. (Fürst & Scholles, 2008, S. 431)

**Vorgehensweise, Aufbau**

1. *„Problemdefinition: Was wird betrachtet, was insbesondere nicht?*
2. *Alternativenentwicklung: Ziel ist die relative Bewertung von Alternativen: Trassenalternativen, Standortalternativen, Produktalternativen, Null-Alternative (wird nicht gebaut).*
3. *Konkretisierung des Zielsystems: Wichtigster Schritt der Methode: Das Zielsystem muss soweit ausdifferenziert werden, dass es in messbaren oder abschätzbaren Indikatoren endet. Es muss streng hierarchisch sein, sonst ist nicht berechenbar, welchen Zielbeitrag die einzelnen Zielelemente zum Gesamtnutzen liefern. Trotz Gesamtnutzen haben wir es mit einem mehrdimensionalen Zielsystem zu tun. Es wird allerdings am Projekt orientiert, auf das für das Projekt Relevante reduziert.*
4. *Zielgewichtung: Nicht alle Ziele sind gleich wichtig für den Gesamtnutzen; sie tragen nicht dasselbe zum Nutzen bei. Wie wichtig welches Teilziel ist, hängt von den Präferenzen der Entscheidungsträger ab und ist daher politisch bestimmt. Die Summe aller Gewichte muss 100 ergeben, damit 100 % Gesamtnutzen vorhanden sind.*
5. *Bestimmung der Zielerträge: Bestimmung der Auswirkungen des Projekts auf die Indikatorenausprägung (z. B.: Welchen Schallpegel - in dB(A) - verursacht die neue Straße?).*
6. *Transformation in Zielerreichungsgrade: Rechenvorgang anhand von Nutzenfunktionen (vgl. u.): Zwecks Bestimmung des Verlaufs des Nutzens bei Zu- oder Abnahme des Indikatorwerts, Inwertsetzen von Zuständen (z. B. mit Zunahme des Lärms nimmt der Nutzen/Wohnwert ab; mit Zunahme des Verkehrs nimmt der Nutzen/verkehrlicher Wert zu).*
7. *Wertsynthese: Nur noch Rechenvorgang (da Zielsystem, Gewichte und Nutzenfunktionen nun festliegen), Aggregation von verschiedensten Werten zu einem Wert, dem Gesamtnutzen […].*
8. *Alternativenbewertung: Je größer der Gesamtnutzen, desto besser ist der Zielerreichungsgrad der Alternative, also ihre Effektivität.*
9. *Sensitivitätsanalyse*
10. *Entscheidung: I. d. R. für diejenige Alternative mit dem höchsten Gesamtnutzen“*

(Scholles, 2006)

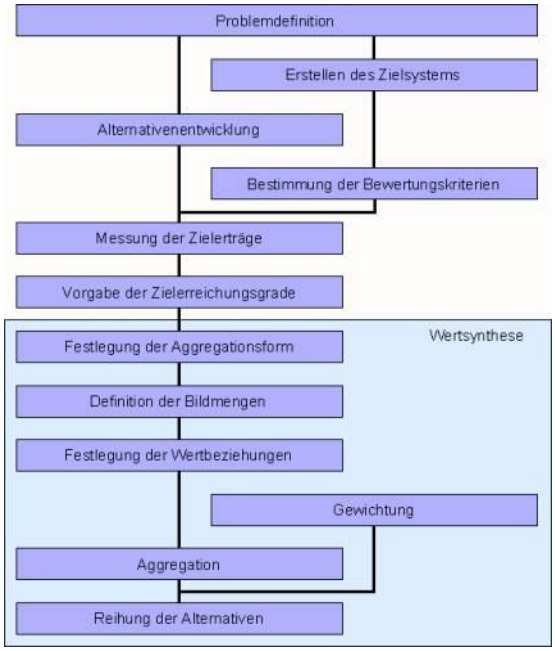


Abb. 1: Änderung des Vorgehens in der 2. Generation der Nutzwertanalyse (Scholles, 2006)

***Neuerungen - NWA 2. Generation***

Als wichtigste Neuerungen für die Nutzwertanalyse der zweiten Generation gelten, die Einführung einer ordinal skalierten Klassifizierung mit maximal 10 Klassen - anstatt der bisher unendlich möglichen - der Zielerreichungsgrade, sowie die Darstellung von Wertbeziehungen. Weiters erfolgt die Wertaggregation nicht mehr durch simples Addieren, sondern durch logisches Zusammenfassen. Sowohl für die Aggregation zum Gesamtnutzen als auch für die Bestimmung der Bewertungskriterien (nun als eigener Schritt) gilt absolute Transparenz. (Bechmann, 1978, S. 101–102)

***Wahl der 1. Generation***

Aufgrund der bestehenden Datenlage und der sehr komplexen Fragestellung wurde die Nutzwertanalyse der 1. Generation herangezogen. Dies bedeutet für diese Themenstellung weniger Aggregationsprobleme, da nur auf quantitativ messbare Indikatoren aufgebaut wird. Es ist keine Zusammenfassung zu ordinal skalierten Klassifizierungen erforderlich und damit gehen auch keine Informationen verloren, es werden rein die erhobenen bzw. errechneten Daten abgebildet. Es wird trotz Wahl der NWA der 1. Generation auf Zusammenhänge zwischen den Indikatoren, als auch den Zielen und Kriterien textlich eingegangen. Die Transparenz der Indikatorenausprägungen ist durch Angabe der Quellen sowie eventuell nötiger Berechnungen gewehrleistet.

***Probleme der Methode***

Als Schwierigkeiten der Methode werden unter anderem genannt:

- Informationsverluste durch Ordinalskala (Aggregation, vereinfachte Abbildung),
- zusätzliche verbale Erläuterung unerlässlich,
- Aggregationsproblematik, Aggregation ist bei komplexen Beispielen nötig, führt aber oft auch zu „Verfälschung“ wenn dominante Kriterien die Zielerreichungsgrade bestimmen,
- Wertung durch Zuordnung der Kriterien zu Gruppen,
- Zahl der Güteklassen stellt oft Schwierigkeiten dar,
- Anwendungsfehler aufgrund missverstandener Theorie.

Wichtig ist bei der NWA eine verbale Interpretation um angemessene, sachliche Transparenz zu gewährleisten. (Scholles, 2006)

***Anwendung und Aufbau in der Arbeit***

In diesem Kapitel wurden die Grundlagen der Nutzwertanalyse so kurz wie möglich zusammengefasst. Als weitere Vorgehensweise werden daher die einzelnen Schritte immer zu Beginn der jeweiligen Kapitel nochmals kurz erläutert, um den Gesamtzusammenhang der Nutzwertanalyse nicht zu vernachlässigen. Zur leichteren Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit wird der zusammengefasste Aufbau der Nutzwertanalyse, wo es möglich ist, auch in die Struktur der Arbeit übernommen.

## 2.4 Definitionen

***Einleitung***

Im folgenden Kapitel werden Fachbegriffe kurz vorgestellt und im Hinblick auf die Verwendung in dieser Arbeit abgegrenzt.

***Dauersiedlungsraum***

*„Der Dauersiedlungsraum besteht aus einem Siedlungsraum mit den Nutzungskategorien städtisch geprägte Flächen, Industrie-, und Gewerbeflächen und aus einem besiedelbaren Raum mit den Nutzungskategorien Ackerflächen, Dauerkulturen, Grünland, heterogene landwirtschaftliche Flächen, Abbauflächen und den künstlich angelegten nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen (z.B. städtische Grünflächen, Sport- und Freizeitflächen). "* (Statistik Austria, 2010)

***Emissionen***

*„Von einer Anlage in die Umgebung entweichende feste, flüssige oder gasförmige verunreinigende Stoffe, Wärme, Geräusche, Erschütterungen u.a.m. (z.B. Schadstoffemission, Wärmeemission, Lärmemission, elektromagnetische Strahlung) Emissionen führen in der Umwelt zu Immissionen."* (Gebhardt, 2008)

***Gravitationsansatz***

Der Gravitationsansatz ist ein grundlegender Gedanke dieser Arbeit er beschreibt die Zusammenhänge zwischen Quell- und Zielpotentialen und Raumstrukturen wie folgt. *„Die Fahrten zwischen zwei Orten hängen einerseits ab von den Potentialen (Quell-Zielverkehrsaufkommen) dieser Orte, wie auch von den Widerständen zwischen den Orten. Die Potentiale können über die Einwohner- oder Arbeitsplatzzahlen aber auch z. B. über Verkaufsflächen definiert werden. Je größer die Potentiale desto größer die Anzahl der Bewegungen zwischen den Orten. Grundsätzlich drückt das Potential die Möglichkeit der Verkehrserzeugung aber auch ein Bedürfnis zur Mobilität aus. Die Zahl der Fahrten wird daher auch durch das Potentialgefälle (Differenz der Potentiale zwischen zwei Orten) beeinflusst, was in extremer Ausprägung in der Relation zwischen einem Wohnort und einem Urlaubsort zu beobachten ist. Bedürfnisse können aber durch Planungsfehler wie durch unattraktive Siedlungsräume verstärkt werden. Mängel in der Nähe sowie geringe Widerstände zur Ferne verstärken das Verkehrsaufkommen."* (Macoun, 2000, S. 145–147)

**Mobilität**

Cerwenka (1993, S. 12) definiert Mobilität als die *„Anzahl der pro Person und Tag zurückgelegten außerhäusigen Wege, unabhängig davon wie lang sie sind und auf welche Weise sie zurückgelegt werden“*

„*Talking about mobility is to talk about human modes of moving.”* (Bergmann & Sager, 2008, S. 19)

**Modal-Split im Personenverkehr**

*„Der Modal-Split im Personenverkehr gibt die Verkehrsmittelwahl für eine definierte Personengruppe, für bestimmte Verkehrsmittel, für einen festgelegten Wegezweck, in einer bestimmten Zeitspanne oder zu einem Zeitpunkt und in einem definierten Raum und bezogen auf die Anzahl zurückgelegter Wege (Verkehrsaufkommen) oder auf die zurückgelegte Wegestrecke (Verkehrsarbeit; bei Zeitbezug Verkehrsleistung) in Form von Absolutwerten oder Anteilswerten an.“* (Klein, 1999, S. 31)

**Personenverkehr**

*„Es ist zwischen Personenverkehr, Dienstleistungsverkehr sowie Güterverkehr zu unterscheiden.“* (Klein, 1999, S. 32) Diese Arbeit bezieht sich im Speziellen auf den Personenverkehr. Dabei wird auch die Reise vom und zum Arbeitsplatz berücksichtigt.

**Verkehrsmodalitäten**

Die Verkehrsmodalitäten beschreiben die Art und Weise, wie die Wege außer Haus zurückgelegt werden. Diese sind der motorisierte Individualverkehr (MIV), der öffentliche Verkehr (ÖV) bzw. öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) sowie der nicht motorisierte Individualverkehr (NMIV), zu dem zu Fuß gehen und mit dem Fahrrad fahren zusammengefasst werden.

## 2.5 Abgrenzungen

**Personenverkehr**

Grundsätzlich erfolgt eine Vertiefung des Themas Verkehr in Richtung Personenverkehr, da hier enormes Potential besteht (siehe Problemstellung). Trotzdem sind gerade Ver- und Entsorgung sowie die Emissionen des Bauverkehrs bei der Errichtung von Verkehrsinfrastruktur nicht zu vernachlässigen.

**Güterverkehr**

Der Güterverkehr ist nicht Teil dieser Arbeit, Konzepte im Bereich der Logistik tragen zu einer Verringerung der Emissionen, die durch den Güterverkehr verursacht werden, bei. Es soll daher an dieser Stelle auf die Logistikkonzepte wie unter www.bestufs.net zusammengefasst verwiesen werden.

**Umweltrelevante Verkehrsaspekte**

Das Thema ist eingeschränkt auf umweltrelevante Verkehrsaspekte. Eine erneuerbare Ressourcenverwendung in anderen Bereichen (wie beim Hausbau, der Industrie, bei der Energiegewinnung, bei Verpackungsmaterialien, Konsumgegenständen, …) im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zur Erreichung einer „Null-Emissions-Stadt“ wird in anderer Form

(siehe ZEUS 2020) abgehandelt und ist nicht Thema der Diplomarbeit gleichwohl es Zusammenhänge mit den in dieser Arbeit definierten Ziele gibt.

# 3 Verkehr und Klimaproblematik

*Problem Individualverkehr*

Zur Reduktion der Auswirkungen des Klimawandels und des weiteren Fortschreitens des Klimawandels gilt es, Treibhausgasemissionen so gering wie möglich zu halten. Besonders dem zunehmenden, motorisierten Individualverkehr ist der hohe Anstieg der Emission von Treibhausgasen im Bereich Verkehr zuzurechnen. Es gilt Maßnahmen zu ergreifen, die insbesondere die Emissionen im Bereich des Individualverkehrs (IV) möglichst verringern. Dazu sind nicht nur Entwickler in der Automobilindustrie aufgerufen, es geht vielmehr um eine ganzheitliche Sicht des Problems „Emissionen im Verkehr“. Die folgenden Unterkapitel beschreiben kurz die Grundbegriffe der Klimaänderung, des weiteren wird auf den Verkehr als Hauptverursacher eingegangen und die Zusammenhänge zwischen Mobilität, Verkehr und Klimawandel dargestellt.

## 3.1 Klimaänderung

*Aufzeigen von Zusammenhängen*

Das folgende Kapitel behandelt in Kürze die Ursachen und (möglichen) Auswirkungen des Klimawandels. Es werden Treibhausgasemittenten angeführt und deren Wirkungen auf Umwelt, Flora, Fauna sowie den Menschen als Verursacher, aber auch als Betroffener beschrieben.

*Definitionen Klimaänderung*

Klimaänderung kann unter zwei unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet werden. Zum einen kommt es aufgrund natürlicher Schwankungen zu Klimaänderungen im Zeitverlauf, andererseits kann die Klimaänderung auch als reine Folge menschlicher Aktivitäten betrachtet werden. Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen versteht unter Klimaänderung eine Änderung des Klimas, die direkt oder indirekt auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist und zu den natürlichen Klimaschwankungen hinzukommt. Der Intergovernmental Panel on Climate Change - zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung (IPCC) - hingegen betrachtet Klimaänderung als jegliche Klimaänderung im Lauf der Zeit, ohne Einschränkung auf die, durch den Menschen verursachten Änderungen. (IPCC, 2007, S. 2)

*Ursachen und Zusammenhänge*

Wie bereits aus der Definition der Klimaänderung hervorgeht, gibt es mehrere Ursachen, die eine Klimaänderung herbeiführen. Der größte Unterscheidungsfaktor ist dabei, ob die Ursachen direkt oder indirekt vom Menschen ausgelöst wurden. Die untenstehende Grafik zeigt die Zusammenhänge der Systeme „Erde“ und „Mensch“. Dabei wird nicht nur ersichtlich, dass der Mensch seine Umwelt und damit das Klima beeinflusst, sondern, dass der Mensch auch vice versa vom Klima abhängig ist. Vom Menschen verur-

sachte Treibhausgase bewirken eine raschere Änderung des Klimas, als diese ohne menschlichen Einfluss vonstatten gehen würde. Durch die rasche Änderung des Klimas werden Ökosysteme stark beeinflusst. Diese können sich nur schwer, der steigenden Geschwindigkeit der Änderung des Klimas, anpassen. Dies stellt eine große Herausforderung - auch - für den Menschen dar.

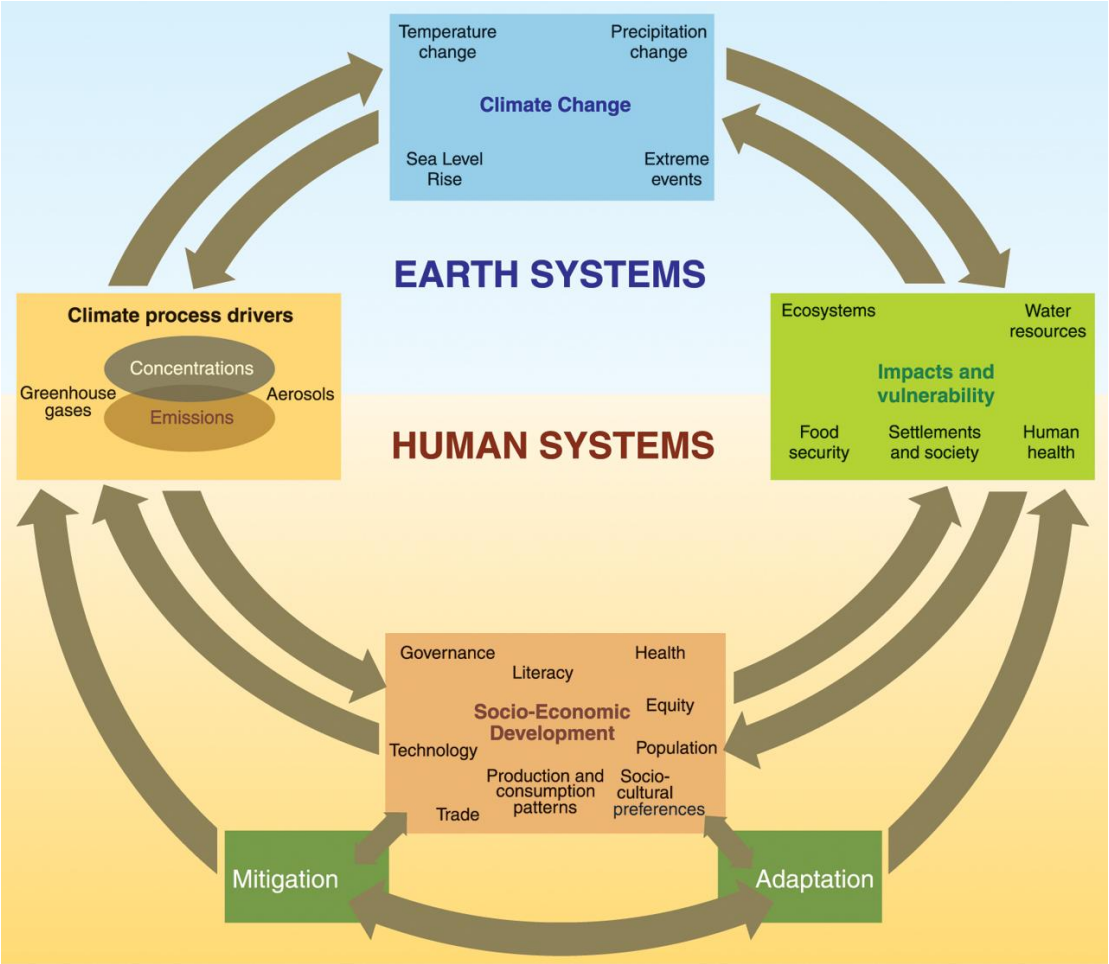



Abb. 2: Die Klimaänderung und ihre Ursachen (IPCC, 2009)

***Klimawandel, Treibhauseffekt, globale Erwärmung***

Zur einfacheren Unterscheidbarkeit wird in der folgenden Arbeit die durch den Menschen verursachte Änderung des Klimas als Klimaänderung oder Klimawandel beschrieben. Die natürlichen Schwankungen (Änderungen) des Klimas werden als Klimaschwankungen bezeichnet. Als Hauptursache des Klimawandels gilt der anthropogene Treibhauseffekt, der zu einem großen Anteil auf den Anstieg der $CO_2$-Konzentration in der Atmosphäre zurückzuführen ist. Als Hauptursache für den Anstieg der $CO_2$-Konzentration gilt die Verbrennung von fossilen Energieträgern (Kohle, Erdöl, Erdgas). Als weitere Ursache gilt die Vernichtung von $CO_2$-Senken (Wälder, Meere, Biosphäre, Landflächen), die die Fähigkeit besitzen $CO_2$ aus der Atmosphäre zu binden. Die globale Erwärmung ist die Folge des anthropogenen Treibhauseffektes und ist bereits in vollem Gange. Viele Klimaforscher (IPCC) sind der Ansicht,

dass nur sehr rasches Handeln die Folgen in Grenzen halten kann, dass der Klimawandel aber nicht mehr gestoppt werden kann.

**Strahlungsantrieb**

*„Der Strahlungsantrieb ist ein Maß für den Einfluss, den ein Faktor auf die Änderung des Gleichgewichts von einfallender und abgehender Energie im System Erde-Atmosphäre hat, und ist ein Index für die Bedeutung eines Faktors als potentieller Mechanismus einer Klimaänderung. Ein positiver Antrieb führt tendenziell zur Erwärmung der Erdoberfläche während ein negativer Antrieb tendenziell zu einer Abkühlung führt. In diesem Bericht sind die Werte für den Strahlungsantrieb für das Jahr 2005, bezogen auf vorindustrielle Werte im Jahr 1750, definiert und werden in Watt pro Quadratmeter ($Wm^2$) ausgedrückt."* (IPCC, 2007, S. 2)

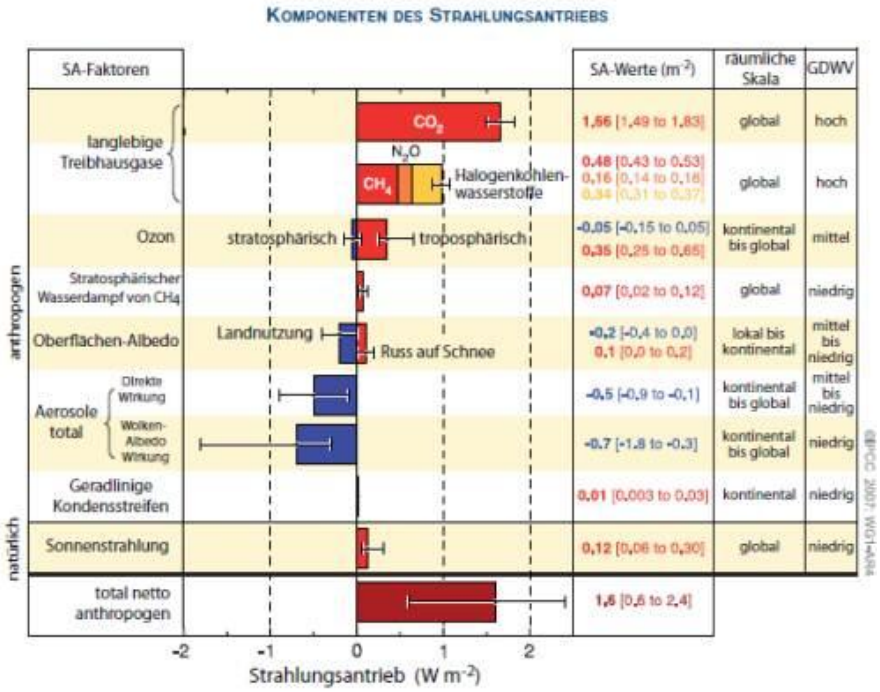



Abb. 3: Komponenten des Strahlungsantriebs

**Erläuterungen Starhlungsantrieb**

*„Schätzungen und Bandbreiten des global gemittelten Strahlungsantriebs (SA) im Jahr 2005 für anthropogenes Kohlendioxid ($CO_2$), Methan ($CH_4$), Lachgas ($N_2O$) und andere wichtige Faktoren und Mechanismen, zusammen mit der typischen geographischen Ausdehnung (räumliche Skala) des Antriebs und der Beurteilung des Grades des wissenschaftlichen Verständnisses (GDWV). Der Nettobetrag und die Bandbreite des anthropogenen Strahlungsantriebs sind ebenfalls angeführt. Deren Berechnung benötigt die Summierung von asymmetrischen Unsicherheitsabschätzungen der einzelnen Faktoren und kann deshalb nicht durch einfache Addition durchgeführt werden. Für weitere hier nicht aufgeführte Strahlungsantriebe wird das GDWV als sehr niedrig eingeschätzt. Vulkanische Aerosole wirken als zusätzlicher natürlicher Antrieb, sind aber aufgrund ihres episodischen Charakters in dieser Abbildung nicht berück-*

*sichtigt. Der Bereich für geradlinige Kondensstreifen schließt andere mögliche Effekte des Luftverkehrs auf die Bewölkung nicht ein*." (IPCC, 2007, S. 4)

***Die wichtigsten Treibhausgase***

Als die bedeutendsten anthorpogen verursachten Treibhausgase gelten Kohlendioxid, Methan, Lachgas und Halogenkohlenwasserstoffe. Sie reichern sich in der Atmosphäre an und verstärken so den natürlichen Treibhauseffekt. Als Hauptverursacher von Kohlendioxid gilt die Verbrennung von fossilen Brennstoffen, während für Methan vor allem die Viehzucht (dabei die Rinderhaltung) verantwortlich gemacht wird (siehe Abbildung). (Agenda 21, 2010c)

***Strahlungsantrieb und Kohlendioxid***

Insbesondere der Anstieg des Kohlendioxids in der Atmosphäre hat den Strahlungsantrieb zwischen 1995 und 2005 stark erhöht. In diesem Zeitraum ist der Strahlungsantrieb durch $CO_2$ um 20 % gestiegen. Eine derartige Änderung hat es zumindest während der letzten 200 Jahre nicht gegeben. Der Anstieg von $CO_2$ kann sehr eindeutig auf den Menschen zurückgeführt werden. (IPCC, 2007, S. 4–5)

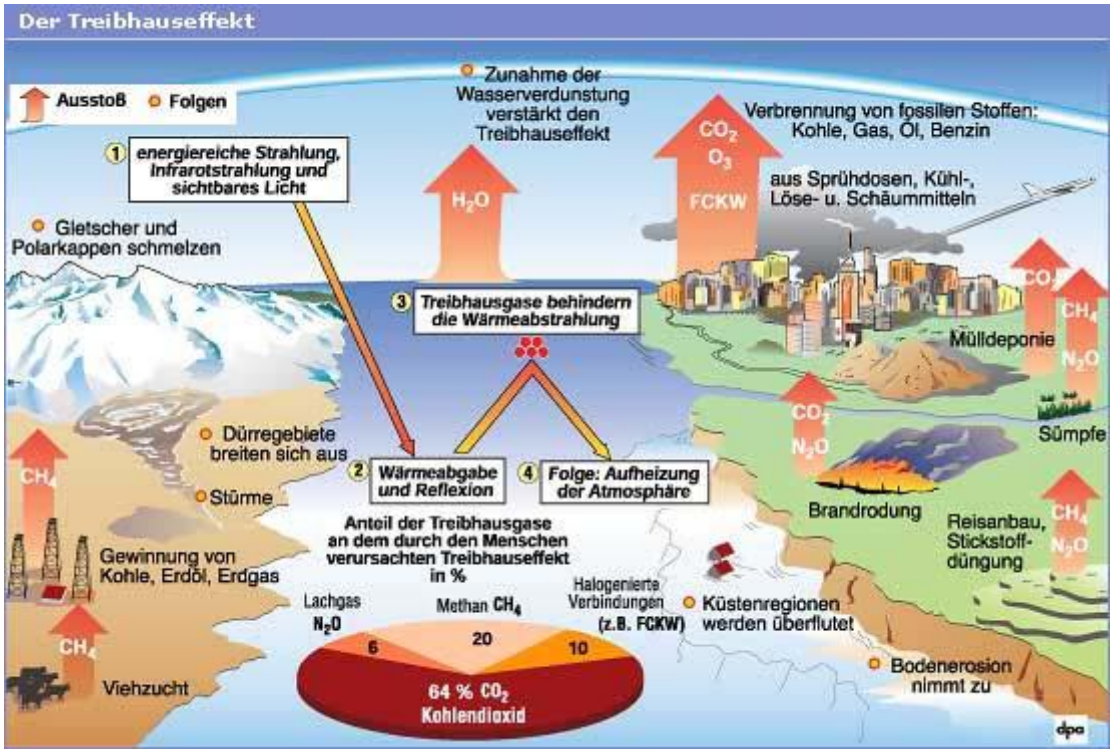


Abb. 4: Ursachen des Treibhauseffektes und seine Folgen (FAZ.NET (Frankfurter Allgemeine))

***Bereits zu beobachtenden Auswirkungen des Klimawandels***

Auf allen Kontinenten und in den meisten Ozeanen konnte bereits eine Änderung des regionalen Klimas festgestellt werden. Vor allem Temperaturerhöhungen sind in zahlreichen natürlichen Systemen festzustellen. Besonders Gletschergebiete sind dadurch von erheblichen Veränderungen betroffen. Erwärmungen von hydrologischen Systemen (Gletscher, Flüsse, Seen) tragen zu einer Verminderung der Wasserqualität bei. Durch die Erwärmung konnte ein früheres „*Eintreten von Frühlingser-*

*eignissen wie z. B. Blattentfaltung, Vogelzug und Eiablage*“ (ebd. S.21), aber auch eine „*Verschiebung der geografischen Verbreitungsgebiete von Pflanzen- und Tierarten polwärts und in höhere Lagen*“ (ebd. S.21) beobachtet werden. Diese Veränderungen betreffen auch ozeanische Zirkulationen, die durch Veränderungen in der Temperatur, im Sauerstoff- und Salzgehalt verursacht werden. (IPCC, 2007, S. 20–23)

***Zukünftige Folgen des Klimawandels***

Änderungen im Gesamtsystem der Erde als Lebensraum bedingen auch entsprechende Anpassungen durch alle Lebewesen in unterschiedlichsten Ökosystemen. Schon jetzt wird ein Verlust von Artenvielfalt prognostiziert. Dieser ist bedingt durch schwindende Lebensräume für stark auf kleinste Veränderung reagierende Systeme (z. B. Korallenriffe). Andererseits können sich andere Lebewesen (z. B. Insekten) auf weitere Gebiete ausdehnen. Als negative Folge wird die weitere Verbreitung von Tropenkrankheiten in den Norden befürchtet. Ein vermehrtes Auftreten von Wetterextremen wird ebenso vorhergesagt, wie der Anstieg des Meeresspiegels, Veränderung von Meeresströmungen und Trinkwassermangel. Die Folgen dieser Änderungen wirken auf alle im System vorhandenen Komponenten und damit auch auf den Menschen. (Agenda 21, 2010b)

***Kyotoprotokoll***

Das 1997 beschlossene und 2005 ratifizierte Kyotoprotokoll ist ein Klimaschutzabkommen mit dem Ziel durch Reduktion der Treibhausgas-Emissionen die globale Erwärmung abzubremsen. Ziel ist es, die $CO_2$-Emissionen der Industrieländer insgesamt um 5,2 % (Referenzjahr 1990) zu senken. Für die EU-15-Staaten wurde eine Reduktion von 8 % festgelegt. Auf Österreich entfällt eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 13 % für den Durchschnittswert der Jahre 2008-2012. Folgende 6 Treibhausgase finden im Kyotoprotokoll Verankerung: Kohlendioxid ($CO_2$), Methan ($CH_4$), Lachgas ($N_2O$), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC), Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), Schwefelhexafluorid (SF6). (Agenda 21, 2010a)

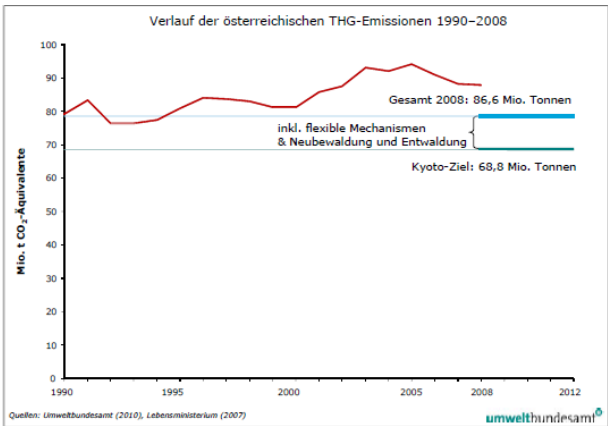



Abb. 5: Treibhausgasemissionen in Österreich 1990-2008 (Umweltbundesamt, 2010f, S. 2)

Die Grafik zeigt die Treibhausgasemissionen in Österreich bis zum Jahr 2008 und stellt die Kyotoziele dazu in Relation. Es ist ersichtlich, dass Österreich noch relativ weit von den gesetzten Zielen entfernt ist und entsprechend gehandelt werden sollte. Im folgenden Kapitel wird auf die Hauptursachen dieser schlechten Bilanz für Österreich eingegangen.

## 3.2 Verkehr als Hauptverursacher des verfehlten Kyotoziels

*Zusammenhänge Verkehr - Klimawandel*

Die Betrachtungen des vorigen Kapitels geben einen Überblick zum Thema Klimawandel, in diesem Kapitel werden insbesondere die Zusammenhänge des Verkehrs mit dem Klimawandel aufgezeigt. Dazu werden die Daten Österreichs herangezogen, um die Relevanz des Themas insbesondere in Österreich zu verdeutlichen.

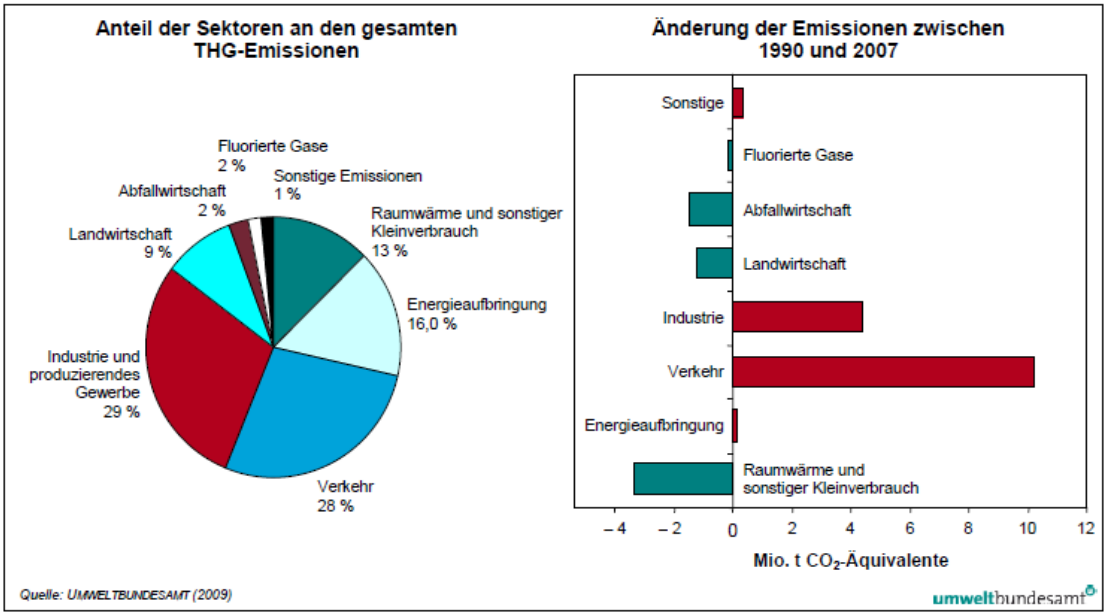



Abb. 6: Anteil der Sektoren an den nationalen THG-Emissionen 2007 und Änderung der Emissionen in den Sektoren zwischen 1990 und 2007 (Umweltbundesamt, 2009, S. 32)

*Erhöhung der THG-Emissionen im Verkehrssektor*

Während in den Sektoren Abfallwirtschaft, Landwirtschaft und Raumwärme (und sonstiger Kleinverbrauch) eine Reduktion der THG-Emissionen stattgefunden hat, haben sowohl die Sektoren Industrie als auch Verkehr zu einer Erhöhung des Ausstoßes beigetragen. Der Verkehr verursachte 2009 28 % der Treibhausgasemissionen, nur einen Prozentpunkt weniger, als Industrie und produzierendes Gewerbe. Die untenstehende Grafik verdeutlicht den großen Anstieg der THG-Emissionen im Verkehrssektor im Vergleich zu den anderen Sektoren.

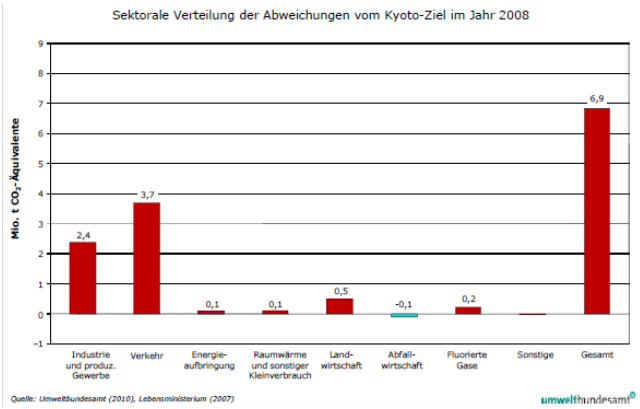



Abb. 7: Sektorale Verteilung der Abweichungen vom Kyotoziel im Jahr 2008 (Umweltbundesamt, 2010f, S. 14)

***Verkehr als Hauptverursacher des verfehlten Kyotoziels Österreichs***

*„Der Sektor Verkehr ist jener Sektor, in dem die größte Lücke im Vergleich zu den sektoralen Zielen der Klimastrategie besteht. Die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors lagen im Jahr 2007 ca. 5,4 Mio. Tonnen über dem sektoralen Ziel der Klimastrategie. Zwischen 2005 und 2006 sind die Emissionen zurückgegangen. Zurückzuführen ist dieser Effekt auf einen leichten Rückgang im Kraftstoffabsatz und auf den Einsatz von Biokraftstoffen entsprechend der Substitutionsverpflichtung gemäß Kraftstoffverordnung. Von 2006 auf 2007 hat die verkaufte Menge an Treibstoffen wieder zugenommen, was sich auch im Trend der Emissionen zeigt.“* (Umweltbundesamt, 2009, S. 39)

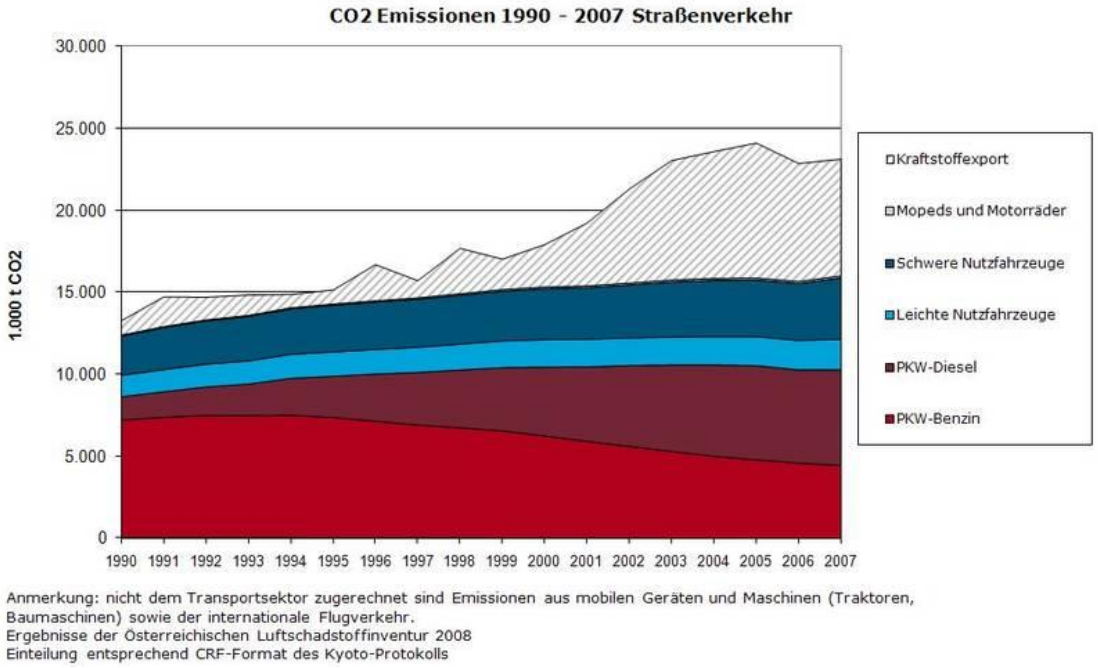



Abb. 8: $CO_2$ Emissionen 1997-2007 im Straßenverkehr (Umweltbundesamt, 2010e, S. 1)

***Anstieg der $CO_2$-Emissionen im Straßenverkehr***

Die obenstehende Grafik zeigt einen Anstieg der Gesamt-$CO_2$-Emissionen in Österreich von 1997-2007 von ca. 13.000 Tonnen auf ca. 23.000 Tonnen, wobei die größten Anstiege in den Bereichen Kraftstoffexport und Diesel-Pkw-Emissionen stattfanden. Dabei sind sowohl die - für diese Arbeit weniger interessanten - Kraftstoffex-

porte sowie der Anstieg an Diesel-Pkw-Emissionen zu hinterfragen. Beide Punkte werden durch die Energiepolitik/Substitutionspolitik in Österreich hervorgerufen.

## 3.3 Mobilität und Verkehr

***Zusammenhänge Klimawandel, Verkehr und städtisches Umfeld***

Das folgende Kapitel unterscheidet die Begriffe Mobilität und Verkehr. Dazu werden im ersten Unterkapitel die verschiedenen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge geklärt. Weiters wird die nachhaltige Mobilität erläutert und zuletzt das Thema Verkehr in Stadtregionen behandelt. Es wird damit die Klammer der Zusammenhänge zwischen Klimawandel, Verkehr und städtischem Umfeld geschlossen.

### 3.3.1 Mobilitätsdefintionen

***Mobilität versus Verkehrsaufkommen***

Mobilität und Verkehrsaufkommen im MIV wurden in der traditionellen Verkehrswissenschaft oft gleichgesetzt. Unter dieser Prämisse wird davon ausgegangen, dass Personen umso mobiler sind, je längere Wege sie zurücklegen. Diese Sichtweise beruht nach Macoun auf einer „*stark eingeschränkten Systemsicht, nämlich die Fixierung auf mechanische Verkehrsmittel*“ (ebd. S. 152). Dieser Ansatz baut auf hohen Geschwindigkeiten und Wegelängen auf, er sagt aber noch nichts darüber aus, wie mobil eine Gesellschaft wirklich ist. Durch Ziele (Arbeitsplätze, Einkaufsmöglichkeiten, Freizeitangebote, ...) in näherer Umgebung zum Ausgangsort (Wohnort) können geringere Systemgeschwindigkeiten und geringere Wegelängen eine sehr mobile Gesellschaft bedeuten. Mobilität wird daher über die „*Anzahl der erreichbaren Ziele pro Tag*“ definiert. Dazu muss angemerkt werden, dass sich dieser Wert auch nach den Verkehrsmodi unterscheiden lassen sollte. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass gleich viele Ziele erreicht werden können, wenn kein Kfz zur Verfügung steht. Dem entsprechend sollte zwischen Zielen, die nicht motorisiert (mit Rad oder zu Fuß) erreichbar sind und solchen, die mittels ÖV erreichbar sind, unterschieden werden. Eine Kombination dieser Verkehrsmodi wird als „Umweltverbund“ bezeichnet. Weiters können die mit dem MIV erreichbaren Ziele erhoben werden, um einen Vergleich anzustellen. (Macoun, 2000, S. 150–151)

***Mobilitätszeitkonstanz***

Der „Satz vom konstanten Reisezeitbudget“ wird von vielen Verkehrswissenschaftlern behandelt, er gilt mittlerweile als anerkannt, wird jedoch in der Literatur noch immer inkonsequent verwendet. Straßenbauten werden weiterhin mit vermeintlichen Zeiteinsparungen begründet. (Macoun, 2000, S. 152)

***Mobilitätskonstanz - verschiedene Ansätze***

Das Mobilitätszeitbudget (travel time budget - TTB) wurde bereits über Jahrzehnte beobachtet und scheint sowohl über die

Zeit, als auch über Kulturkreise und Veränderungen im Transportsystem hinweg bei ca. einer Stunde konstant zu bleiben (Schafer 1998 in Kölbl 2000). Kölbl beschreibt in seiner Arbeit zwei Ansätze, um TTB näher zu untersuchen - den ökonomischen (travel money budget - TMB) und den evolutionären Ansatz. Auch das Reisegeldbudget (TMB) bleibt bei ca. 3-5 % ohne Auto und ca. 10-12 % des Einkommens mit Auto über mehrere Einkommensschichten konstant. Es wird also von einer starken Beziehung zwischen sozio-ökonomischen Haushaltscharakteristika und TTB sowie TMB ausgegangen. Vom evolutionären Gesichtspunkt aus gesehen gibt es mehrere Ansätze, zum einen den territorialen, bei dem davon ausgegangen wird, dass der Mensch als Instinktwesen sein Territorium ausdehnen will. Weiters verweist Knoflacher auf die Energieeinsparung, die als das größte Ziel des Körpers angesehen wird. Damit erklärt er, die (Ir)rationalität des Menschen, nicht zu Fuß zu gehen.(Kölbl, 2000, S. 33-39)

***Mobilitätszeitkonstanz als Grundlage***

Die Mobilitätszeitkonstante ist eine wichtige Grundlage in dieser Arbeit. Von dieser ausgehend werden wichtige Ableitungen für Planungsmaßnahmen und deren Wirksamkeit erfolgen.

### 3.3.2 Nachhaltige Mobilität

***Entwicklung des Nachhaltigkeitsgedankens***

Der Ansatz der Nachhaltigkeit geht auf die vorindustrielle Zeit zurück und wurde erstmals in der Forstwirtschaft verwendet. Festgelegt wurde, dass dem Wald nicht mehr Holz entnommen werden durfte, als dieser unter Berücksichtigung der Leistungskraft des Bodens wieder reproduzieren konnte. Anfang der 1970er Jahre fand dieser Gedanke der Nachhaltigkeit Einzug in die globale Umweltdiskussion. Weitere wichtige Meilensteine sind die Studie „The Limits to Growth“ (Meadows, 1972), die Gründung des UNEP („United Nations Environmental Programm“) 1972 sowie der 1987 erschienene Bericht „Our Common Future“ (World Commission on Environment and Development - WCED) - auch Brundtland-Bericht. Dieser Bericht war Anstoß für die zweite Welt-Umweltkonferenz („United Nations Conference on Environment and Development“ - UNCED) in Rio de Janeiro 1992, bei der unter anderem die „Agenda 21“ - ein Aktionsplan *„für die Umsetzung nachhaltiger Entwicklung in insgesamt 40 unterschiedlichen Handlungsfeldern beschlossen wurde“.* (Priewasser, 2003, S. 17–20)

***Mehrdimensionaler Nachhaltigkeitsgedanke***

Die Nachhaltigkeitsstrategie in ihrem Kern ist eine Strategie der Umweltnutzung, bei der ökologische, ökonomische sowie soziale Ziele verfolgt und aufeinander abgestimmt werden. Diese Strategie wird auch „Nachhaltigkeitsdreieck“ oder die „drei Säulen der Nachhaltigkeit“ genannt. In dieser Arbeit werden im Sinne der Nachhaltigkeit die Emissionen des Verkehrs hinterfragt und entsprechende Handlungsempfehlungen entwickelt. (Priewasser, 2003, S. 21–31)

**Nachhaltigkeit und Stoffeinträge in die Umwelt**

*„Als allgemeinste Handlungsregel für die Abgabe von Stoffen an die Umwelt unter Nachhaltigkeitsbedingungen gilt nach Meadows et al.: ‚Die Rate der Schadstoffemissionen darf die Kapazität zur Schadstoffabsorption der Umwelt nicht übersteigen.'"* (Priewasser, 2003, S. 52)

**Umweltverträglichkeit und kritische Konzentrationen**

Abgesehen davon, dass in vielen Teilbereichen der Umwelt eine genaue Festlegung von Grenzwerten nur erschwert möglich ist, ist auch zwischen unterschiedlichen Auffassungen von Umwelt zu unterscheiden. Oftmals wird hier der Mensch oder besser die Gefahren für den Menschen (Verträglichkeit des menschlichen Organismus) als Ausgangsmaß herangezogen. Weiters gibt es die Betrachtung von Ökosystemen und übergreifenden Stoffkreisläufen sowie chemisch-physikalische Fließgleichgewichte, die beeinflusst werden können. Zum Letzteren zählt beispielsweise die Auswirkung der FCKW auf die Ozonschicht. In diesem Zusammenhang schließt sich wiederum der Kreis, denn es kann davon ausgegangen werden, dass jegliche Veränderung von Ökosystemen oder chemisch-physikalischen Fließgleichgewichten über kurz oder lang auch eine Auswirkung auf den Menschen haben wird. Das Feststellen der kritischen Konzentration für das jeweilige, betrachtete System hängt von der Ausbreitung, der Verweildauer, der Abbaubarkeit sowie der Akkumulierbarkeit der eingetragenen Stoffe ab. Eine Feststellung ist oft sehr schwer möglich bzw. ist das Gefährdungspotential bei manchen Substanzen so hoch, dass diese nicht verwendet werden dürften. Für die betrachteten verkehrsrelevanten Stoffe werden die Grenzwerte im folgenden Kapitel beschrieben. (Priewasser, 2003, S. 52–87)

**Nachhaltigkeit und Personennahverkehr**

Gerade im Verkehrssektor ist ein hoher Handlungsbedarf aufbauend auf dem Nachhaltigkeitsansatz gegeben. Dies betrifft insbesondere den Ressourcenverbrauch (Boden, Energie, Rohstoffe) sowie die Freisetzung von Stoffen (Abgase, Lärm). Insbesondere der Straßenverkehr nimmt hier eine gewichtige Rolle ein, wie die Daten des achten Umweltkontrollberichtes (Umweltbundesamt 2007) erläutern. Der Verkehrssektor verursacht:

- 31 % des energetischen Energieverbrauchs (2001 noch 27 %),
- fast ein Viertel der österreichischen Treibhausgasemissionen 2005 und die stärkste Steigerung der Treibhausgasemissionen (1990-2005 Steigerung um 92 %),
- 44 % der österreichischen $NO_x$-Emissionen (2001 noch 68 %) und ist damit der Hauptverursacher von Stickoxidemissionen,
- 73 % der Lärmbelastung geht auf Verkehrslärm zurück (60 % auf Straßenlärm),
- rund 2,7 ha Landschaft werden täglich für Verkehrsflächen verbaut (hauptsächlich für Straßenbau).

(Priewasser, 2003, S. 152–278)

*Herangehensweise zur Erreichung nachhaltiger Mobilität*

Es gibt etwas unterschiedliche Herangehensweisen an die Erreichung von nachhaltiger Mobilität. Grundsätzlich können diese jedoch im durchaus üblichen Grundsatz „Verkehr vermeiden, Verkehr verlagern, Verkehr verbessern“ (3 Vs) zusammengefasst werden. In dieser Arbeit wird aufbauend auf diesem Nachhaltigkeitsansatz im Bereich Mobilität die Emissionsreduktionswirkung überprüft.

### 3.3.3 Verkehr und Stadtregionen

*Die Stadt als Lösungsansatz*

Während in der Vergangenheit oft überwiegend negative Aspekte der Stadt als Lebensraum und Verursacher des Klimawandels aufgezeigt wurden, gibt es mittlerweile gegenläufige Ansätze. Die Stadt mit Problemen wie Smog, Feinstaub oder Lärm beginnt gerade im „Verursachersektor“ dieser Phänomene als der mögliche Lösungsansatz ins Zentrum des Interesses zu rücken. Gerade bei den differenzierten Möglichkeiten, die eine Stadt auf engerem Raum bietet, erscheint diese Herangehensweise zukunftsfähig.

*Anstieg der Wegelängen*

In den Jahren 1960 bis 2000 stieg die durchschnittliche tägliche Wegelänge von 9,2 km auf 47,3 km im motorisierten Verkehr in Norwegen. Dies kann in ähnlicher Weise auf alle EU-Länder übernommen werden und beruht auf einem enormen Anstieg im Auto- und Flugverkehr, der sich wie bereits beschrieben als besonders problematisch darstellt. (Holden, 2007, S. 3)

*Distanz der täglichen Wege steigt kaum noch*

*„Die Statistiken zeigen: Die zurückgelegten täglichen Distanzen von der Wohnung zur Arbeit und wieder zurück steigen seit einiger Zeit kaum mehr. Die Menschen suchen sich schließlich ein Zuhause, von wo sie Arbeit, Kindergarten oder Schule der Kinder leicht erreichen können.“* (Illetschko, 2010, S. 18)

*Weiterer Anstieg der Wegelänge unwahrscheinlich*

Gerade was Wegdistanzen betrifft, dürfte ein weiterer Anstieg in dem beschriebenen Ausmaß, eher unwahrscheinlich sein, wie auch Barbara Lenz feststellte. Es gilt nun, die Herausforderung anzunehmen und entsprechende Maßnahmen zu einer Verlagerung auf andere Verkehrsmodalitäten zu ergreifen. Eine wichtige Spielwiese ist dabei die städtische Mobilität.

*Zusammenhang Bevölkerungsdichte, Energieaufwand für Verkehr*

Die Grafik zeigt den Zusammenhang der Bevölkerungsdichte und dem Energieverbrauch durch Verkehr. Es ist deutlich erkennbar, dass der Energieverbrauch bei höherer Dichte überproportional abnimmt. Dies ist zum einen auf eine bessere Durchmischung der Gelegenheiten zurückzuführen und zum anderen auf kürzere Wege um beispielsweise Arbeitsplatz, Freizeitaktivitäten oder Einkaufsmöglichkeiten zu erreichen. (Kirby & Bournay, 2008, S. 137–140)

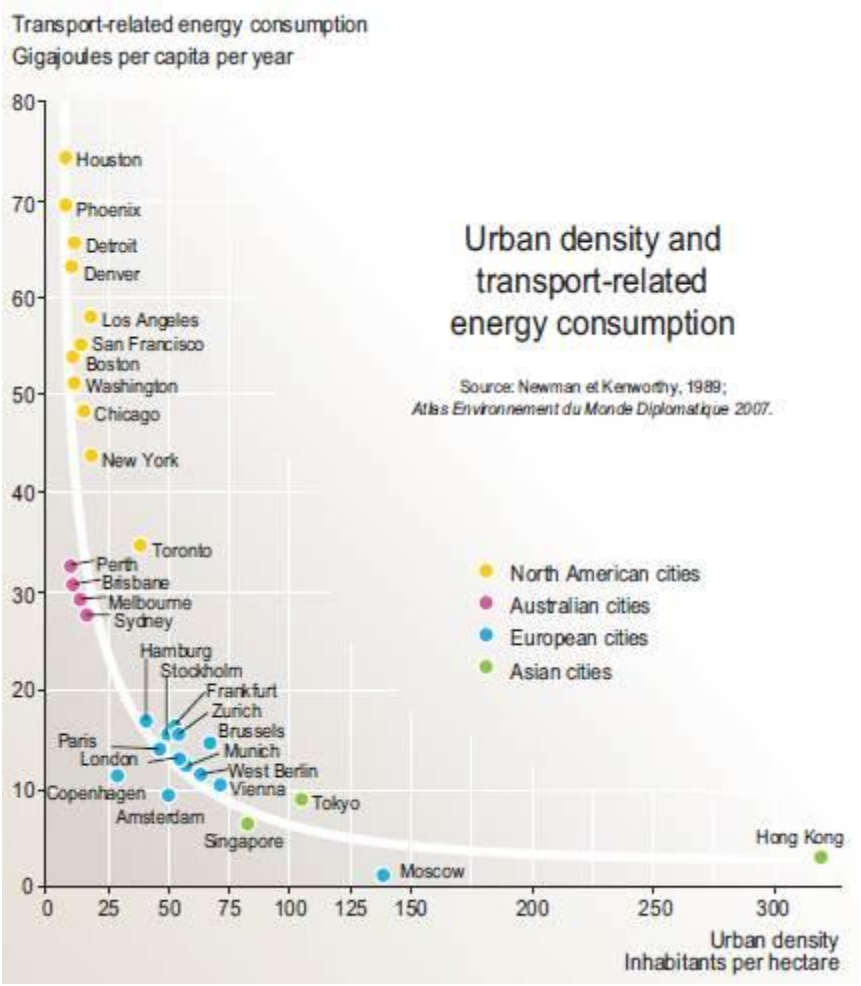



Abb. 9: Bevölkerungsdichte im urbanen Raum und der Zusammenhang mit dem Energieverbrauch durch Transport (Kenworthy in Kirby & Bournay, 2008, S. 138)

# 4 Emissionen und Ressourcenverbrauch der Verkehrsmittel im Personenverkehr

***Auswahl der zu berücksichtigenden Transportkomponenten***

Je nach Standpunkt der Betrachtung kann die Entscheidung, welches Verkehrsmittel verwendet wird aufgrund der berücksichtigten Transportkomponenten, sehr unterschiedlich ausfallen. Eine kurzfristige Überlegung über die Wahl des Verkehrsmittels Pkw unter der Voraussetzung, dass das Fahrzeug bereits vorhanden ist, bezieht primär die Kosten für Betrieb und Unterhalt ein. Mittelfristig werden auch die Kosten für die Anschaffung mit einbezogen. Belastungen bei der Fahrzeugherstellung sowie -entsorgung, aber auch für die Treibstoffbereitstellung sollten ebenfalls berücksichtigt werden (vgl. Kostenrechnung). Bei langfristigen Entscheidungen müssen zusätzlich Umweltbelastungen durch die Bereitstellung der Infrastruktur berücksichtigt werden. Bezug nehmend auf die Überlegungen von Spielmann und Haan (2008) kann für diese Diplomarbeit nur eine Betrachtung des gesamten Lebenszyklus der verschiedenen Verkehrsmittel infrage kommen. Nur bei langfristiger Planung und strategischen Entscheidungen in Richtung Null-Emission ist das Erreichen dieses Zieles auch möglich. (Spielmann & Haan, 2008, S. 7)

***Betrachtungsweise des Personenverkehrs im Lebenszyklus***

Ausgehend von den verschiedenen persönlichen Betrachtungsmöglichkeiten kann zur Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit beziehungsweise zum Aufhalten des Klimawandels nur eine langfristig wirksame Lösung beitragen. Grundsätzlich sollen hier zunächst die Luftemissionen, die durch die Benutzung der verschiedenen Verkehrsmittel verursacht werden, gegenübergestellt werden. Dabei sind sowohl treibhauswirksame Gase, wie auch für den Menschen direkt schädliche Luftbelastungen zu unterscheiden. Weiters sollen aber auch andere unerwünschte Nebeneffekte des Verkehrs, wie Lärm und Flächenverbrauch gegenübergestellt werden. Indirekte negative Auswirkungen des Personenverkehrs, wie beispielsweise Emissionen aus der Herstellung, sowohl der Verkehrsmittel als auch anderer Transportkomponenten, werden ebenso in den folgenden Unterkapiteln behandelt, um eine langfristige Betrachtungsweise und somit eine nachhaltige und umwelt- sowie klimaneutrale Zielsetzung zu ermöglichen.

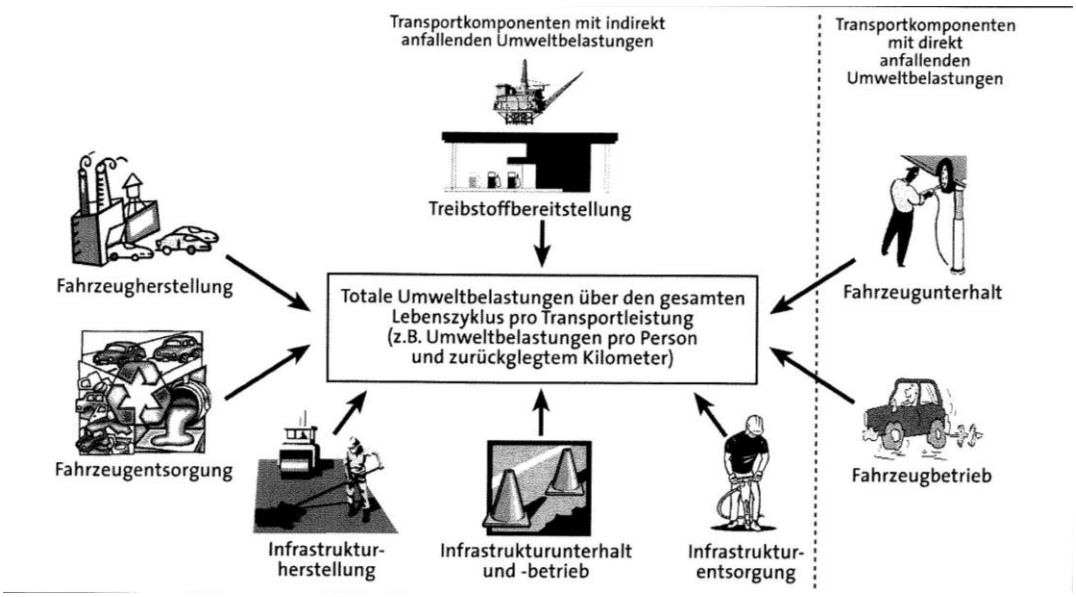



Abb. 10: Umweltrelevante Transportkomponenten im Lebenszyklus am Beispiel eines Pkw-Transportes (Spielmann & Haan, 2008, S. 6)

***Grundlage des Kapitels***

Als Grundlage für die Gegenüberstellung der Emissionen der verschiedenen Verkehrsmittel dient die Arbeit von Michael Spielmann und Peter de Haan (2008). Diese verwendet Schweizer Zahlen, die nicht 1:1 für Österreich zu übernehmen sind. Als hauptsächlicher Unterscheidungspunkt fällt der verwendete Strommix aus Nuklearenergie und Wasserkraft auf, da in Österreich keine (zumindest nicht selbst erzeugte) Nuklearenergie zum Einsatz kommt. Eine grundsätzliche Vergleichbarkeit ist dennoch gegeben. Dieses Kapitel soll vor allem einen Überblick über mögliche Entscheidungskriterien hinsichtlich Verkehrsmittelwahl liefern.

## 4.1 Indirekte Belastungen

***Lebenszyklusbetrachtung***

Wie bereits die vorhergehende Grafik zeigt, ist der Fahrzeugbetrieb nicht die einzige Komponente im Lebenszyklus eines Transportmittels, die Emissionen verursacht. Oft werden jedoch andere, nicht durch den Betrieb verursachte, Emissionen vernachlässigt und führen so zu nicht umweltverträglichen Entscheidungen. Das folgende Kapitel gibt einen kurzen Überblick über den Ursprung indirekter Belastungen des Verkehrs sowie über verschiedene Arten indirekter Umweltbelastungen.

***Ursprung indirekter Belastungen***

Obwohl in der Abbildung lediglich das Beispiel eines Pkw-Transportes abgebildet ist, kann diese auch auf alle anderen Transportmittel übertragen werden. Sie zeigt, dass durch Infrastrukturherstellung, -unterhalt und -betrieb sowie deren Entsorgung indirekte Umweltbelastungen entstehen. Weiters entstehen durch Fahrzeugherstellung und -entsorgung, aber auch durch die Treibstoff-/Energieherstellung Umweltbelastungen.

Den direkten Umweltbelastungen werden hingegen Fahrzeugunterhalt und -betrieb angerechnet. Zur Erreichung nachhaltiger Mobilität ist es von großer Bedeutung, auch indirekte Umwelteinflüsse nicht zu vernachlässigen.

***Bau von Infrastruktur***

Aus dem Baustellenbetrieb resultieren zunächst Belastungen durch Baufahrzeuge, wie Abgase, Staub und Lärm, weiters werden Bodenverdichtungen und Versiegelungen verursacht. Die Baustelle erzeugt weitere Wirkungen durch Erdentnahme und Deponierung. Verkehrsinfrastruktur erzeugt Flächenverlust und Flächenveränderung und damit verbunden auch Änderungen im Kleinklima und im Wasserhaushalt. Der Grad der Auswirkungen ist immer abhängig von Bauart und dem Standort der Infrastruktur. (Kaule, 2002, S. 233–241)

***Betrieb von Infrastruktur***

Besonders Flächenzerschneidungen können schwerwiegende Einschnitte in natürliche Lebensräume darstellen. Dazu gehören die Trennung von Teillebensräumen, die Verhinderung von Ausbreitungsmöglichkeiten von Tieren und Biotopen, aber auch Tierverluste durch Lockwirkungen von Straßen. Je nach Fahrzeugzahlen und Fahrmodus unterscheiden sich die Auswirkungen durch den Betrieb. Dazu gehören Lärm, Luftschadstoffe aber auch Schadstoffeinträge in den angrenzenden Boden und in die Grundwässer. Schadstoffeinträge setzen sich aus Abrieben, Salzen, Schwermetallen aber auch aus, durch Unfälle verursachten Freisetzungen weiterer Stoffe zusammen. Der Abfluss solcher Schadstoffeinträge erfolgt mittlerweile, insbesondere bei Neubauten, nicht mehr direkt ins Grundwasser, sondern wird gesammelt und abgeleitet, damit verschiebt sich die Problematik jedoch in Fließgewässer. Wie bereits kurz angesprochen zählen auch Verkehrsunfälle zu nicht erwünschten Belastungen. Diesen wird jedoch in dieser Arbeit geringere Aufmerksamkeit beigemessen, da der Schwerpunkt auf klimarelevante Auswirkungen liegt. (Kaule, 2002, S. 235–241)

***Entsorgung von Infrastruktur***

Insbesondere die Entsorgung von Straßeninfrastruktur, also von Teer (kanzerogen), verursacht enorme Folgekosten. Heute wird der Asphalt aus Bitumen hergestellt und kann auch wiederverwendet werden, allerdings ist diese von der Qualität/Reinheit des Asphalts abhängig, somit kann eine Deponierung nicht ausgeschlossen werden.

***Fahrzeugherstellung und Entsorgung***

Bei der Fahrzeugherstellung werden sowohl durch die Herstellung (Lackierung, Schmieröle, ...) direkt, aber auch indirekt durch die Lieferung von Teilen für die Produktion, Emissionen verursacht. Zur Entsorgung von Fahrzeugen gibt es mittlerweile ganzheitliche Ansätze, wonach neu produzierte Fahrzeuge zu mindestens 98 % wieder verwendet werden sollen. Diese Ansätze sind jedoch noch nicht umgesetzt, werden aber gerade im Zusammenhang mit Rohstoffverknappungen immer relevanter. Oft sind in der Vergangenheit ganze Fahrzeuge in der Schrottpresse gelandet, dies verursacht Umweltkosten über mehrere Generationen.

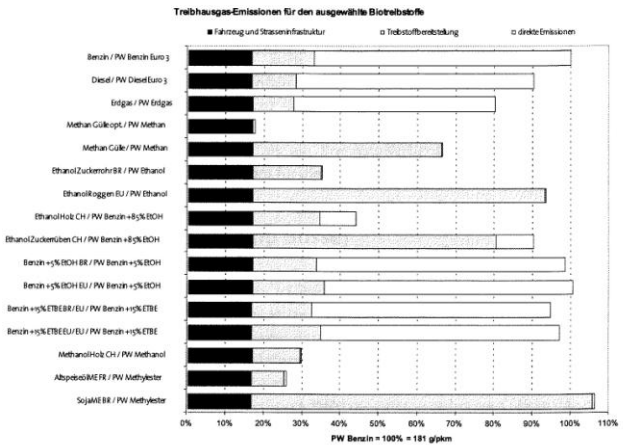



Abb. 11: Normalisierte klimarelevante Emissionen durch den Einsatz alternativer und konventioneller Treibstoffe (Emissionen: $CO_2$: Benzin Euro 3 = 100 % = 181 g/pkm) (Spielmann & Haan, 2008, S. 37)

***Treibstoffbereitstellung***

Für die Bewertung der Treibstoffbereitstellung werden die verschiedenen Treibstoffe hinsichtlich ihrer klimarelevanten Emissionen bei der Herstellung sowie beim Verbrauch untersucht. Der Strom wird in der Abbildung nicht behandelt, da hier der zur Verfügung stehende Strommix sehr differenzieren kann. In der untenstehenden Grafik ist ersichtlich, dass zur Bereitstellung der verschiedenen Treibstoffe oft mehr klimarelevante Emissionen erzeugt werden, als später beim Verbrauch. Dies ist speziell bei sogenannten Biotreibstoffen nicht zu vernachlässigen. Bei diesen kommen abgesehen von der verbrauchten landwirtschaftlichen Fläche oft Brandrodung und Überdüngung als unterschätzte Emissionen hinzu. Die weiteren Auswirkungen solcher Kraftstoffe, die aus Grundnahrungsmitteln hergestellt werden, sind zwar bezogen auf Emissionen nicht abgebildet, spielen aber gerade in ärmeren Ländern eine große Rolle. Der Preis für Mais ist beispielsweise durch die Subventionierung von Biotreibstoffen in den USA derart gestiegen, dass sich in Mexiko viele dieses Grundnahrungsmittel kaum noch leisten können. (Spielmann & Haan, 2008, S. 36–38)

## 4.2 Luftschadstoffe

***Treibhausgase und weitere Luftbelastungen***

Das Kapitel der Luftbelastungen setzt sich mit den durch die Benutzung sowie den indirekt (siehe voriges Kapitel) verursachten Luftemissionen auseinander. Hier wird zwischen Treibhausgas-Emissionen in $CO_2$-Äquivalenten und weiteren wichtigen Luftbelastungen unterschieden. Dazu zählen Schwefeldioxid, Stickoxide/Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Ozon und Staub.

***Ozon und seine Vorläufersubstanzen***

Zunächst muss zwischen stratosphärischem und bodennahem Ozon unterschieden werden. Das stratosphärische Ozon schützt uns vor schädlicher UV-Strahlung und wird durch einige Luftschadstoffe wie beispielsweise FCKWs zerstört. Bodennahes Ozon entsteht erst aus den Vorläufersubstanzen in Verbindung mit Sonnenlicht. Zu den Vorläufersubstanzen zählen Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen, weiters auch Methan und Kohlenmonoxid. (Umweltbundesamt, 2010c)

***Wirkungen und Schwellenwerte von Ozon***

Troposphärisches Ozon wirkt in erhöhtem Ausmaß sowohl auf Menschen als auch Pflanzen negativ. Dazu zählen Beeinträchtigungen der Lungenfunktion und Schädigungen der Blattorgane bei Pflanzen. Bei zu hohen Konzentrationen kann es zu Ernteausfällen kommen. Des Weiteren ist bodennahes Ozon auch ein bedeutendes Treibhausgas, das allerdings im Kyotoprotokoll nicht berücksichtigt wird. Als Schwellenwerte laut Novelle des Ozongesetzes (1. Juli 2003) wurden eine Informations- (mehr als 180 µg/m³ über eine Stunde) und eine Alarmschwelle (einstündige Ozonkonzentration von über 240 µg/m³) festgelegt. Als Zielwert wurde 120 µg/m³ als höchster Achtstundenmittelwert eines Tages, der über drei Jahre gemittelt nicht an mehr als 25 Tagen je Jahr überschritten werden darf, festgelegt. (Umweltbundesamt, 2010c)

***Ozon in dieser Arbeit***

Ozongrenzwerte werden in vielen Gebieten häufiger als die Zielvorgaben festlegen überschritten. In dieser Arbeit wird jedoch nicht mehr direkt auf Ozon eingegangen, sondern auf seine wichtigsten, durch Verkehr erzeugten Vorläufersubstanzen - Stickstoffoxide. (Umweltbundesamt, 2010c)

### 4.2.1 Stickoxide - Stickstoffoxide ($NO_x$)

***Entstehung***

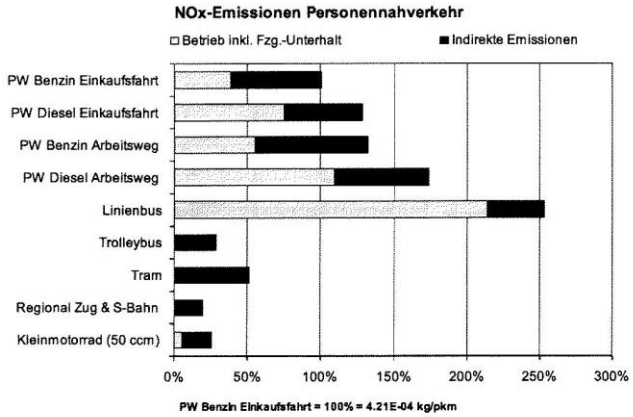
Wie bereits erläutert sind Stickstoffoxide wichtige Ozonvorläufersubstanzen. Sie entstehen vorwiegend aus der Verbrennung von Treibstoffen. Als größter Verursacher gilt der Verkehr, dabei entsteht insbesondere NO2. (Umweltbundesamt, 2010c)

***Auswirkungen von Stickoxiden***

Neben der besonders für die menschliche Lungenfunktion schädlichen Wirkung sind Stickoxide mitverantwortlich für die Belastung durch Feinstaub (PM10). Weiters tragen Stickstoffoxide zu Versauerung und Überdüngung (Eutrophierung) von Böden und Gewässern bei. (Umweltbundesamt, 2010c)

***Grenzwerte und Überschreitungen***

Im Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) wurde für Stickoxide im Jahr 2010 eine Obergrenze von 103.000 Tonnen festgelegt. Diese wird insbesondere in großen Städten und verkehrsnahen Gebieten (beispielsweise im Inntal) überschritten. In der folgenden Abbildung sollen daher die Stickoxid-Emissionen der verschiedenen Verkehrsmittel im Personenverkehr gegenübergestellt werden. (Umweltbundesamt, 2010c)



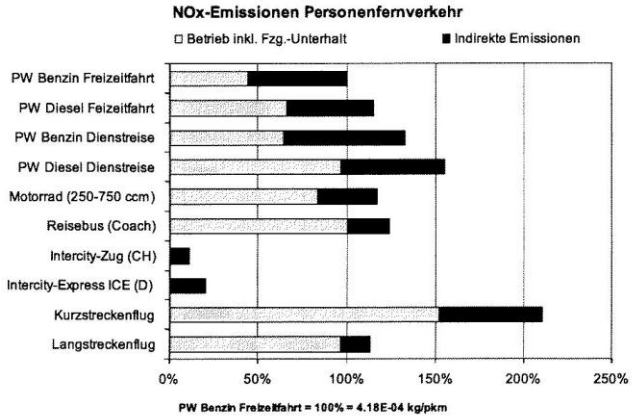




Abb. 12: Stickoxid-Emissionen im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 19)

***Vergleich Pkw (Benzin) und Linienbus - Einkaufsfahrt***

Im Personennahverkehr fallen vor allem die, im Vergleich zum Pkw, 2,5-fachen $NO_x$-Emissionen durch Linienbusse auf. Diesen enormen Unterschied begründen Spielmann und Haas durch die Reduktion der Pkw-$NO_x$-Emissionen (Schweizer Durchschnitts-Pkw) um den Faktor 3 in den Jahren von 1995 bis 2005, während im gleichen Zeitraum bei Linienbussen nur eine Verbesserung von 50 % stattgefunden hat. (Spielmann & Haan, 2008, S. 19–20)

***Direkte und indirekte $NO_x$-Emissionen Diesel/Benzin***

Bei einem Vergleich der direkten und indirekten $NO_x$-Emissionen von Diesel und Benzin Fahrzeugen fällt auf, dass die direkten Emissionen des Benziners nur halb so groß sind (Kurzstrecke), wie diejenigen des Diesel-Pkw. Die indirekten, höheren Emissionen des Benziners im Vergleich zum Diesel-Pkw lassen sich durch die höheren Emissionen bei der Benzinherstellung erklären (Benzin/Diesel = 1,38). (Spielmann & Haan, 2008, S. 19–20)

### 4.2.2 Flüchtige Organische Verbindungen

***Entstehung und Auswirkungen***

Als Hauptverursacher flüchtiger organischer Verbindungen ohne Methan (Non Methane Volatile Organic Compounds - NMVOC/Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe - NMHC) gilt die Verdunstung von Lösemitteln und Treibstoffen sowie die unvollständige Verbrennung. Speziell die ozonbildende Wirkung von flüchtigen organischen Verbindungen ist die Basis des negativen Beitrages zum Klimawandel von NMHC. (Umweltbundesamt, 2010c)

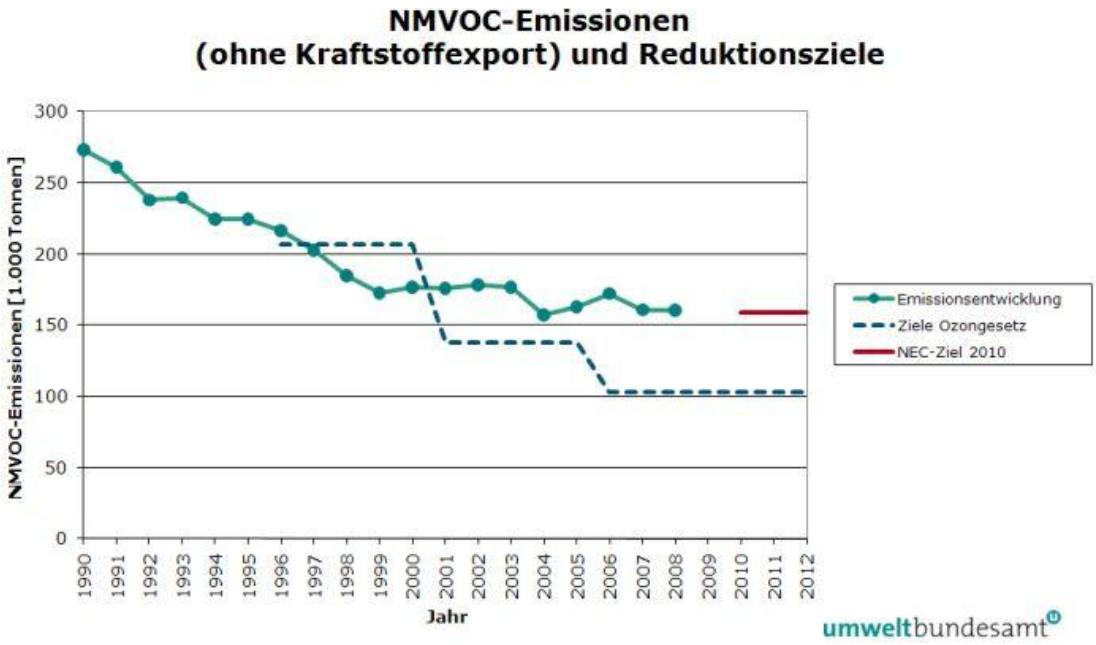



Abb. 13: NMVOC-Emissionen und Reduktionsziele (Umweltbundesamt, 2010c)

***Verfehlung der österreichischen Ziele***

Die obenstehende Grafik zeigt zwar einen Rückgang der NMVOC-Emissionen und damit verbunden vermutlich auch das Erreichen der Ziele laut RICHTLINIE 2001/81/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES für 2010 (NEC-RL). Jedoch werden die Ziele laut österreichischem Emissionshöchstmengengesetz (EG-L) nicht eingehalten.

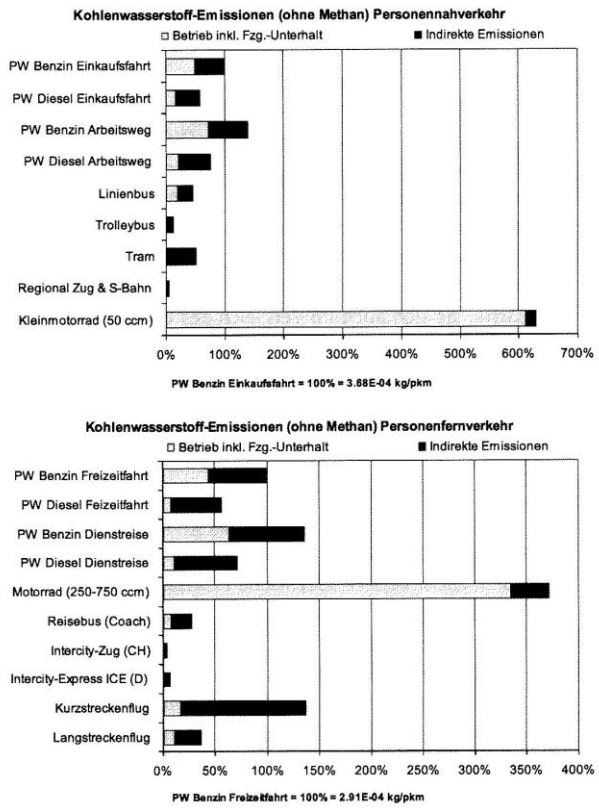



Abb. 14: Kohlenwasserstoffemissionen im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 21)

***Vergleich Diesel-, Benzin-Pkw***

Die direkten NMHC-Emissionen der Diesel- und Benzin-Pkw Fahrten unterscheiden sich hier auffällig. Der Diesel verursacht nur 50 % der NMHC-Emissionen im Betrieb verglichen mit dem Benzin-Pkw im Kurzstreckenbetrieb, im Fernverkehr ist der Unterschied noch größer, da sich hier Kaltstartemissionen weniger stark auswirken. (Spielmann & Haan, 2008, S. 21)

***Motorrad als negativer Spitzenreiter***

Werden direkte und indirekte NMHC-Emissionen der verschiedenen Verkehrsmittel im Kurz- und Langstreckenbereich verglichen, so fällt sofort auf, dass Motorräder in beiden Fällen negativ hervorstechen. Dies lässt darauf schließen, dass in kleineren Motoren die Verbrennung unvollständiger stattfindet. Hier kann auch der Kurzstreckenflug zum Vergleich herangezogen werden, es zeigt sich dabei, dass die direkten Emissionen besonders gering ausfallen, während die indirekten NMHC-Emissionen hier besonders hoch sind. Insgesamt ist erkennbar, dass die indirekten Emissionen bei allen Verkehrsmitteln, außer dem Motorrad, im Vergleich zu den direkten NMHC-Emissionen, ausschlaggebend sind. (Spielmann & Haan, 2008, S. 21)

***Vergleich Bus, Zug, Pkw***

Sowohl auf Kurzstrecken als auch im Fernverkehr ist ein deutlich besseres Abschneiden von Schienenfahrzeugen und Bussen im Vergleich zum Pkw erkennbar. Allerdings zeigt der Linienbus mit dem Diesel-Pkw vergleichbare Werte. Bei der Straßenbahn fallen hohe indirekte Emissionen auf. Während der Linienbus auch direkte NMHC-Emissionen ausstößt, sind schienengebundene Fahrzeuge im Betrieb NMHC emissionsfrei. (Spielmann & Haan, 2008, S. 21)

### 4.2.3 Treibhausgas-Emissionen ($CO_2$-Äquivalente)

***Treibhausgase und Kyotoprotokoll***

Die im Kyotoprotokoll erfassten Treibhausgase sind:

- Kohlendioxid ($CO_2$),

- Methan ($CH_4$),
- Lachgas ($N_2O$) sowie
- die fluorierten Treibhausgase (F-Gase)

Zur Berechnung werden die Treibhausgasemissionen in $CO_2$-Äquivalente, je nach Treibhauswirkung im Vergleich zu Kohlendioxid, umgerechnet. Das Kyotoprotokoll legt für die Europäische Union das Reduktionsziel auf 8 % der Treibhausgasemissionen von 1990 in der Periode 2008-2012 fest. Für Österreich wurde eine Reduktionsverpflichtung von 13 % fixiert. In Zahlen bedeutet dies, dass jährlich nicht mehr als 68,8 Millionen Tonnen $CO_2$-Äquivalente emittiert werden dürfen. (Umweltbundesamt, 2010d)

***Kohlendioxid***

In Österreich nahm 2008 Kohlendioxid mit 85 % den größten Anteil der Treibhausgasemissionen ein. Die Sektoren Verkehr, Energieaufbringung und Industrie sind mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe (Erdöl, Kohle, Erdgas) die größten Emittenten. Sie haben einen 18,6%igen Anstieg, von 1990 bis 2008 zu verantworten. (Umweltbundesamt, 2010a, S. 46)

***Methan ($CH_4$)***

Methan entsteht überwiegend bei mikrobiologischen Gärungsprozessen (Wiederkäuer, Deponien, organischer Dünger), es ist mit 6,6 % der THG-Emissionen 2008 das zweitwichtigste THG in Österreich. Aufgrund der Entstehung ist es allerdings für diese Arbeit nicht ausschlaggebend. (Umweltbundesamt, 2010a, S. 46)

***Fluorierte Gase (F-Gase)***

Die verschiedenen fluorierten Gase nahmen insgesamt 1,9 % der Treibhausgase 2008 ein. Sie entstehen vorwiegen in der Kühltechnik und durch Klimaanlagen sowie im Sektor Industrie. Gesamt haben die F-Gase einen Anstieg von 0,8 % ausgehend vom Basisjahr 1990 zu verzeichnen. (Umweltbundesamt, 2010a, S. 46)

***Lachgas ($N_2O$)***

Lachgas entsteht in Verbindung mit Verkehr in Abgaskatalysatoren. Es nimmt 6,5 % der THG-Emissionen 2008 in Österreich ein und ist um 8,2 % im Vergleich zum Jahr 1990 gesunken. (Umweltbundesamt, 2010a, S. 46)

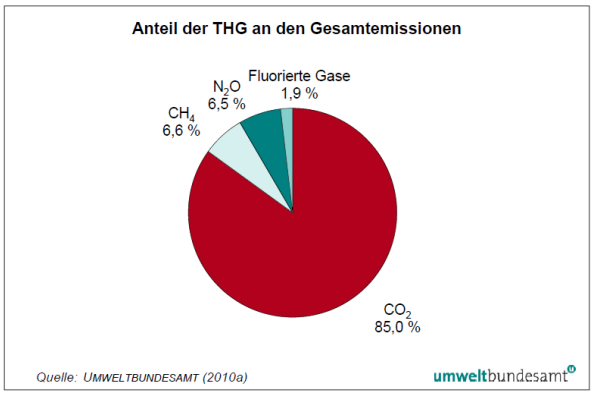



Abb. 15: Anteile der einzelnen Treibhausgase an den nationalen THG-Gesamtemissionen im Jahr 2008 (Umweltbundesamt, 2010a, S. 47)

***Treibhauswirkungen und $CO_2$-Äquivalente***

Methan hat eine 21-mal höhere Treibhauswirkung als $CO_2$, Lachgas ist 310-mal treibhausgaswirksamer und die F-Gase sind die treibhauswirksamsten Gase, welche im Kyotoprotokoll erfasst werden. Besonders durch die lange Verweildauer in der Atmosphäre tragen die F-Gase zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei. Die erfassten F-Gase haben folgende Treibhauspotenziale:

- vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKWs) hat ein Treibhauspotenzial von 6.500 bis 9.200 Tonnen $CO_2$,
- teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKWs) haben ein Potenzial von 140 bis 11.700 Tonnen und
- Schwefelhexafluorid (SF6) hat das höchste Potenzial und wird mit 23.900 Tonnen $CO_2$ gleichgesetzt.

In Summe ist die Treibhausgaswirkung der F-Gase von 1990 bis 2008 gleich geblieben. (Umweltbundesamt, 2010d)

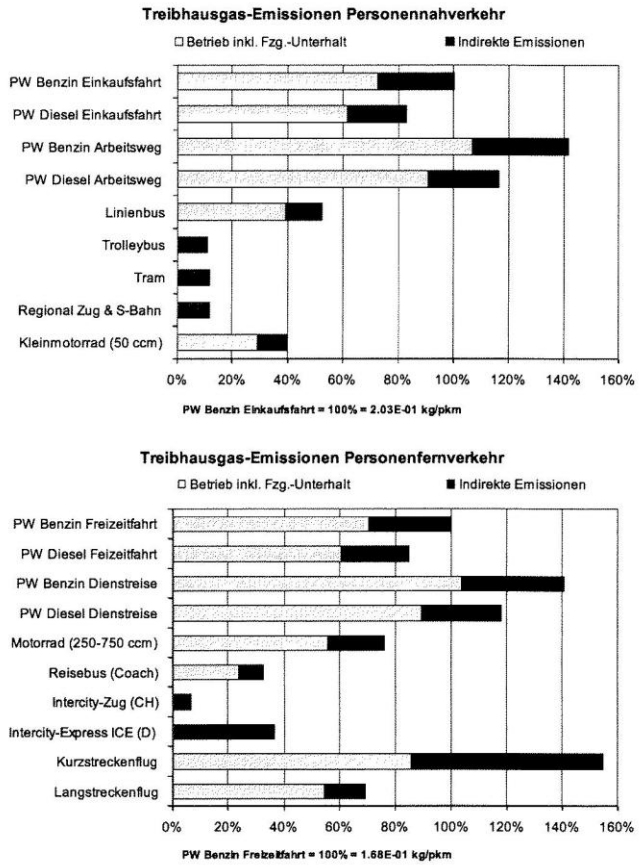



Abb. 16: Treibhausgas-Emissionen im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 18)

***Vergleich direkter und indirekter Treibhausgasemissionen im Personenverkehr***

Die durch Verkehr verursachten klimarelevanten Gase sind $CO_2$, $CH_4$ und $N_2O$, wobei $CO_2$ als der wichtigste Verursacher gilt. Sowohl beim Nah- als auch beim Fernverkehr schneiden die schienengebundenen Verkehrsmittel eindeutig am besten ab. Auch der Oberleitungsbus (Trolleybus) ist im Nahverkehr durchaus damit vergleichbar. Werden nur direkte Emissionen im Fernverkehr verglichen, so zeichnet sich das Bild zugunsten des Kurzstreckenfluges ab, hier schneidet er sogar besser ab, als der Diesel-Pkw. Inkludiert man jedoch auch die indirekten Kosten, verschiebt sich das Bild wieder und der Kurzstreckenflug schneidet eindeutig am schlechtesten ab. Begründet wird dies durch die hohen Infrastrukturkosten je Personenkilometer und erklärt damit auch ein besseres Abschneiden des Langstreckenfluges. (Spielmann & Haan, 2008, S. 17–18)

### 4.2.4 Feinpartikelemissionen (PM 2,5)

***Grundsätzliches zum Feinstaub (PM2,5)***

Feinstaub (PM2,5) setzt sich zu 50 % aus Teilchen mit einem Durchmesser von 2,5 µm zusammen. Weiters umfasst es kleinere und größere Teilchen, wobei der Anteil der kleineren Teilchen höher ist. Feinstaub kann mit dem freien Auge nicht gesehen werden, er dringt in die Lungen ein und dient so als Trägerstoff für Krankheitserreger. Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) besteht ein direkter Zusammenhang zwischen erhöhten Feinstaubwerten und Auswirkungen auf die Gesundheit. Herz-Kreislauferkrankungen und eine dadurch verminderte Lebenserwartung zählen unter anderem dazu. (Umweltbundesamt, 2010c)

***Feinstaubemittenten und Reduktionsziele***

Mit 25 % (2007) ist der Verkehr der zweitgrößte Verursacher von Feinstaub (PM2,5). Der größte Verursacher ist der Sektor

Kleinverbrauch mit ca. 42,5 %, weiters folgen dem Verkehr der Sektor Industrie mit 19,5 % und die Landwirtschaft mit 6 %. Bis zum Jahr 2020 wird das Ziel verfolgt, Feinstaubbelastungen von über 22 µg/m³ auf zumindest 18 µg/m³ zu senken. Wichtig ist, dass bei der neuen Richtlinie (RL 2008/50/EG) ein generelles Senken des Feinstaubgehaltes der Luft das Ziel ist, zuvor lag der Schwerpunkt auf der Senkung der Werte an Belastungsschwerpunkten. (Umweltbundesamt, 2010c)

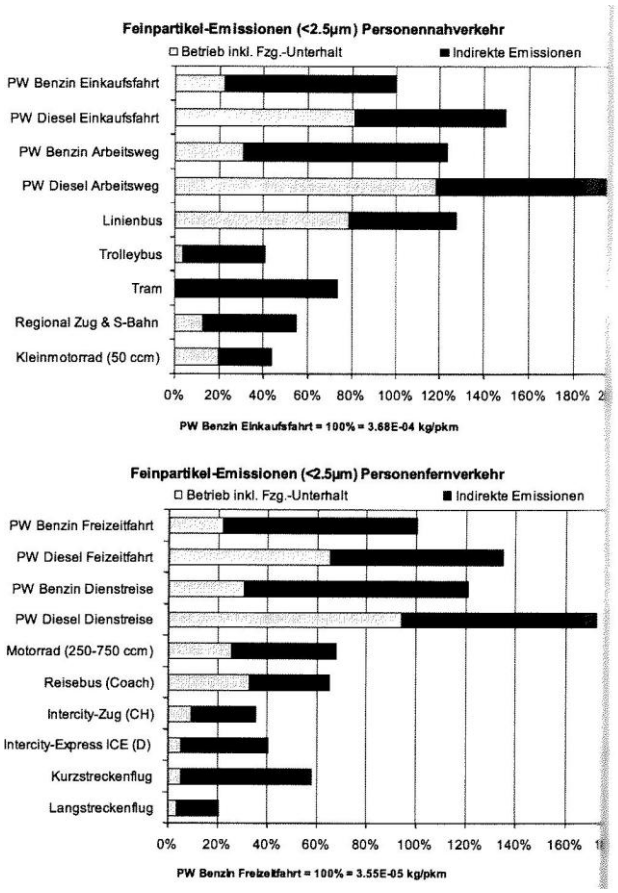



Abb. 17: Feinpartikelemissionen aus Abgasen und Abrieb im Personenverkehr (PM2,5) (Spielmann & Haan, 2008, S. 22)

***Gegenüberstellung der Feinstaubemittenten im Verkehr***

Bei den Feinstaubemissionen ist erkennbar, dass Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren generell mehr Feinstaub emittieren, als Fahrzeuge, die elektrisch betrieben werden. Insbesondere die Unterschiede zwischen Benzin und Diesel betriebenen Pkw fallen auf. Der Diesel-Pkw verursacht mehr als dreimal so viel Feinstaub (direkt), wie der Benzin-Pkw. Durch die höheren indirekten Feinstaub-Emissionen des Benzin-Pkw (durch Treibstoffherstellung) wird der Unterschied etwas abgemildert. Hier ist anzumerken, dass 90 % der Partikelemissionen aus dem Betrieb des Diesel-Pkw aus kanzerogenem Dieselruß bestehen, während sich die Benzin-Partikelemissionen zu mehr als 95 % aus Nitraten, Sulfaten und Kohlenwasserstoffen zusammensetzen. (Spielmann & Haan, 2008, S. 22)

## 4.3 Lärm

***Erhöhung der Lärmbelastung***

Im Jahr 2003 fühlten sich 29,1 % der Bevölkerung durch Lärm belästigt, im Jahr 2007 waren es 38,9 %. Das bedeutet zum ersten Mal seit 1976 wieder eine Zunahme der Lärmbelastungen. Der Verkehr stellt den Hauptverursacher dar, obwohl er im Vergleich zu 2003 einen weniger hohen Stellenwert einnimmt. Dabei ist nach der Unterteilung des Ver-

kehrslärms (2003) festzustellen, dass der Straßenlärm über 60 % der Belästigung ausmacht. (Umweltbundesamt, 2010b)

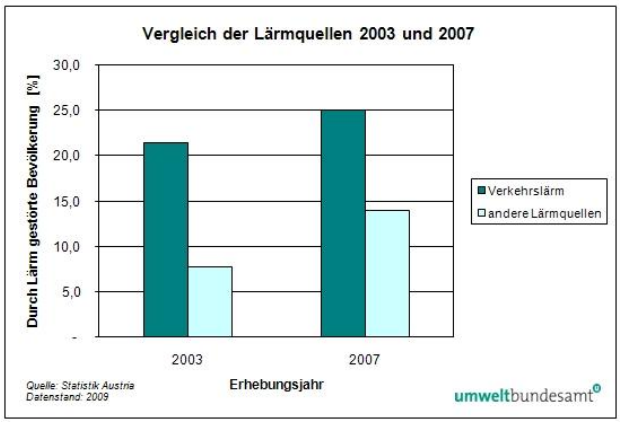



Abb. 18: Vergleich der Lärmquellen 2003 und 2007 (Umweltbundesamt, 2010)

***Grundlagen der herangezogenen Studie***

Es wurden die externen Lärmkosten in der Schweiz für das Jahr 2000 berechnet. Diese setzen sich aus vermindertem Mietzins und Gesundheitskosten zusammen. Im Vergleich von Schienen- und Straßenverkehr fallen im Schienenverkehr 81 % der Kosten auf Mietzinsausfälle und 19 % auf Gesundheitskosten. Beim Straßenverkehr fallen 89 % auf Mietzinsausfälle und 11 % auf Gesundheitskosten. In der herangezogenen Studie wurde der Fluglärm nicht einbezogen und daher auch in den Grafiken nicht berücksichtigt. Es werden weiters nur direkte Belastungen durch den Betrieb der Fahrzeuge abgebildet, weil eine weitere Differenzierung im Hinblick auf den in diesem Kapitel untersuchten Lärm nicht erhoben wurde. (Spielmann & Haan, 2008, S. 23–24)

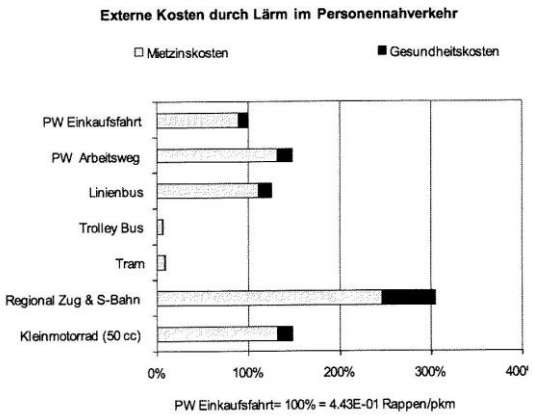



Abb. 19: Externe Kosten durch Lärm im Personennahverkehr (Spielmann & Haan, 2008, p. 24)

***Personennahverkehr***

Im Personennahverkehr schneidet der Regionalzug am schlechtesten ab, dies wird auf den relativ niedrigen Besetzungsgrad zurückgeführt. Oberleitungsbus und Straßenbahn schneiden am besten ab. Im Schienenverkehr wurden seit der Studie laut Spielmann und Haan auch Erneuerungen, beispielsweise bei den Bremsvorrichtungen (Scheibenbremsen anstatt Klotzbremsen) durchgeführt, was zu einer Verringerung des Schallpegels um die Hälfte geführt hat. Dies hat mit Sicherheit auch eine sehr positive Auswirkung auf die hier angeführten Studienergebnisse. (Spielmann & Haan, 2008, S. 24)

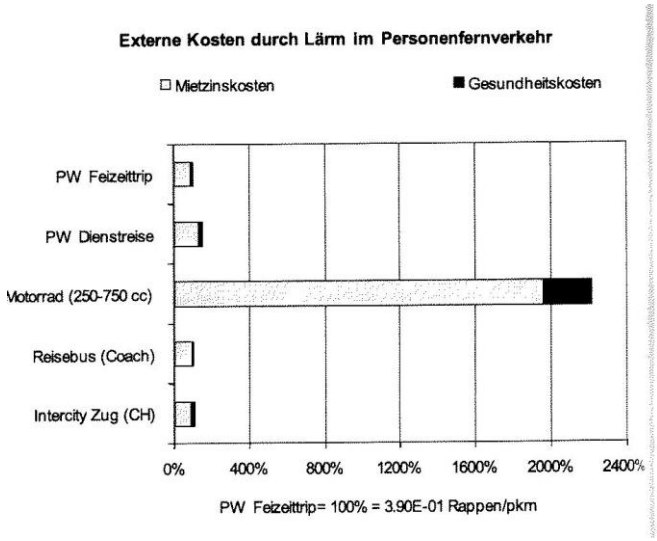



Abb. 20: Externe Kosten durch Lärm im Personenfernverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 24)

***Personenfernverkehr***

Das Motorrad schneidet im Personenfernverkehr signifikant schlechter ab, als alle anderen Verkehrsmittel. Hier kommt auch der Zugverkehr gegenüber dem Pkw-Verkehr zu einem vergleichbaren Ergebnis. (Spielmann & Haan, 2008, S. 24)

## 4.4 Flächenverbrauch

***Der Indikator Flächenverbrauch***

Der Flächenverbrauch je Verkehrsmittel hängt stark von dessen Auslastung ab. *„Je mehr gut ausgelastete Verkehrsmittel pro Zeiteinheit das bestehende Netz nutzen, desto geringer ist der spezifische Flächenverbrauch."* (ebd. S. 25) Als Kennzahl werden im Personenverkehr m²/pkm herangezogen. Gerade im Hinblick auf Nachhaltigkeit spielt der Flächenverbrauch von Verkehrsmitteln sowohl aus ökologischer, als auch aus ökonomischer Sicht eine wichtige Rolle. (Spielmann & Haan, 2008, S. 25)

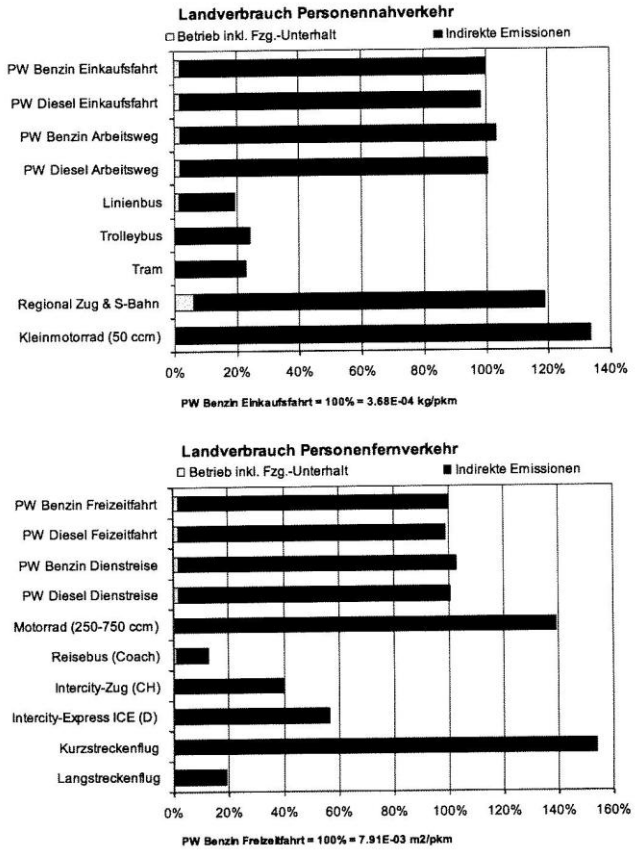



Abb. 21: Flächenverbrauch im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 25)

***Flächenverbrauch im Personennahverkehr***

Der motorisierte Individualverkehr (MIV) schneidet im Nahverkehr sehr schlecht ab, Linienbusse, Oberleitungsbusse und Straßenbahnen verbrauchen auf kurzen Strecken nicht einmal ein Viertel der Fläche. Der indirekte Flächenverbrauch fällt besonders ins Gewicht. Regionalzüge schneiden hier aufgrund des relativ geringen Besetzungsgrades auf Kurzstrecken noch schlechter ab, als der MIV. (Spielmann & Haan, 2008, S. 25)

***Flächenverbrauch im Personenfernverkehr***

Auch im Personenfernverkehr ist der indirekte Flächenverbrauch ausschlaggebend. Hier gewinnt eindeutig der Reisebus vor dem Langstreckenflug. Die schienengebundenen Fahrzeuge liegen auch, mit 40 % bzw. ca. 57 % des Flächenverbrauches eines Pkw, sehr weit vorne. Wie im MIV fällt auch hier die Bilanz für das Motorrad und den Kurzstreckenflug signifikant höher aus. (Spielmann & Haan, 2008, S. 25)

## 4.5 Kumulierter Energie-Aufwand (KEA)

***KEA als Primärindikator***

Der kumulierte Energie-Aufwand beschreibt die benötigte Energiemenge für die jeweilige Transportdienstleistung. Obwohl Energieverbrauch selbst keine Umweltressource darstellt, wird zur Abbildung des Ressourcenverbrauchs oft der KEA als Primärindikator herangezogen. Auch beim KEA wird zwischen Vorleistungen (indirekte Emissionen) - wie Treibstoffherstellung, Fahrzeugherstellung und -entsorgung sowie Herstellung, Betrieb und Entsorgung der Verkehrsinfrastruktur - und direkten Aufwendungen unterschieden. (Spielmann & Haan, 2008, S. 16–17)

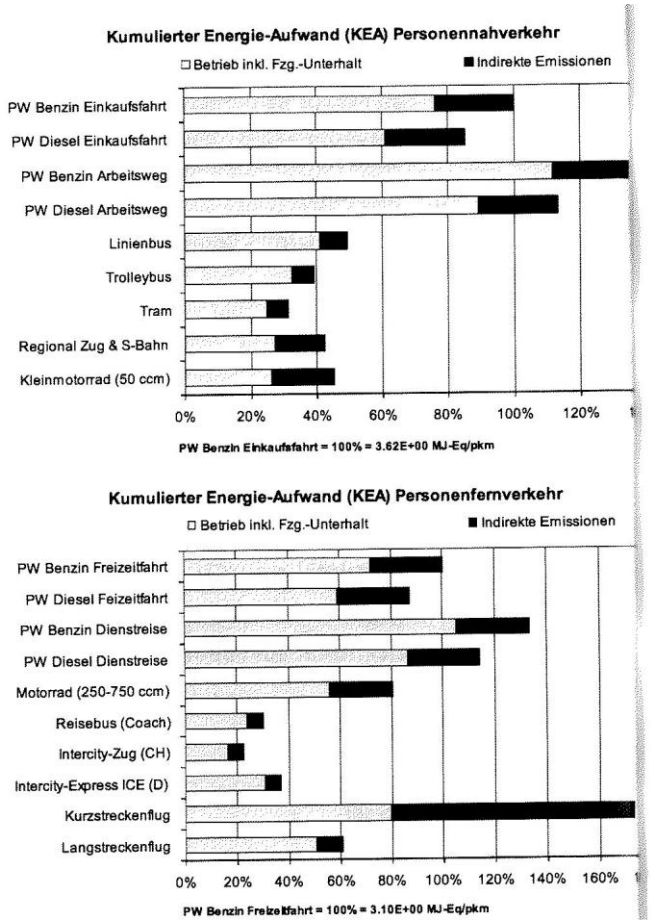



Abb. 22: Kumulierter Energie-Aufwand (KEA) im Personenverkehr (Spielmann & Haan, 2008, S. 16)

***Korrelationen***

Der KEA korreliert aufgrund der Zusammenhänge der Berechnung des direkten Energieaufwandes fossiler Brennstoffe stark mit den Treibhausgasemissionen. Auch die Energiegewinnung durch Wasserkraft und Nuklearenergie spielt hier aufgrund der Schweizer Datengrundlagen für elektrisch betriebene Fahrzeuge eine wichtige Rolle. (Spielmann & Haan, 2008, S. 16–17)

***Gegenüberstellung Personennah- und -fernverkehr***

Im Personennahverkehr wird, wie schon die vorhergehenden Untersuchungen vermuten ließen, ein teilweise durchaus beträchtlich höherer Energieaufwand bei, durch fossile Brennstoffe betriebenen, Fahrzeugen im Vergleich zu elektrisch betriebenen Verkehrsmitteln ersichtlich. Auch das Kleinmotorrad korreliert mit den Treibhausgasemissionen. Im Fernverkehr ist ein Ungleichgewicht im Bereich der indirekten KEA zwischen Kurz- und Langstreckenflug zu beobachten. Dieses kann durch die auf die geflogenen Personenkilometer relativ geringere Inanspruchnahme der Flugplatzinfrastruktur begründet werden. Auch im Personenfernverkehr schneiden der Zug bzw. der Reisebus bezogen auf den KEA am besten ab. (Spielmann & Haan, 2008, S. 16)

## 4.6 Gesamtvergleich

***Betrachtung des Optimums für städtischen Personenverkehr***

Da unter verschiedenen Rahmenbedingungen unterschiedliche Verkehrskomponenten zielführend sein können, wird hier wieder der Fokus auf den städtischen Personenverkehr gelegt. Damit wird die Durchgängigkeit der Argumentationsführung verfolgt und dieses Kapitel zusammenfassend abgerundet.

***Städtische Verkehrssituationen***

Die Verkehrssituation im städtischen Personennahverkehr ist durch extreme Verkehrsspitzen gekennzeichnet. Diese treten

sowohl im öffentlichen, als auch im Individualverkehr zu den Morgen- und Abendstunden auf. Als größter Unterschied muss hier der Auslastungsgrad angeführt werden. Während im ÖV eine Auslastung von ca. 90 % erreicht wird, so sind Pkws mit im Schnitt 1,14 Personen besetzt. (Spielmann & Haan, 2008, S. 47–49)

***Hohe Potenziale im MIV***

Gerade der Besetzungsgrad von Fahrzeugen ist im städtischen MIV ein großes Potenzial, um die Effizienz des Pkw-Verkehrs zu steigern. Weitere Potenziale liegen in der Verbesserung von Technologien, um die Emissionen zu verringern. Insbesondere auf $NO_x$-Emissionen bezogen erscheint jedoch der Einsatz von Motorrädern keine gute Wahl, da moderne Klein-Pkws bereits deutlich geringere Werte aufweisen. Gerade im städtischen Verkehr ist der Einsatz von großen Pkw zu hinterfragen, nicht nur der Platzbedarf, auch die Emissionen sind bei solchen Fahrzeugen deutlich über dem Durchschnitt. (Spielmann & Haan, 2008, S. 47–49)

***ÖV schneidet am besten ab***

Bei guter Auslastung in den Spitzenzeiten ist selbst der Dieselbus dem Diesel-Pkw hinsichtlich $NO_x$-Emissionen überlegen. Selbst dann liegt er jedoch noch hinter dem Benzin-Pkw. Hier ist der Einsatz von Technologien gefragt (Partikelfilter), damit können selbst die $NO_x$-Emissionen eines Dieselbusses auf die eines Oberleitungsbusses reduziert werden. Die Straßenbahn und der Oberleitungsbus bleiben in jedem Fall Vorreiter bei allen Emissionswerten. (Spielmann & Haan, 2008, S. 47–49)

***Nutzung neuer Technologien***

Sowohl im ÖV, als auch im MIV sind weitere Verbesserungen durch den Einsatz neuer Energien möglich und erstrebenswert. Insbesondere die NMHC-Emissionen des Benzin-Pkw und die $NO_x$-Emissionen von Diesel-Fahrzeugen sind zu verbessern. Als weitere Möglichkeit kann Elektromobilität angesehen werden - deren Emissionswerte hängen jedoch stark vom gewählten Strommix ab. (Spielmann & Haan, 2008, S. 47–49)

***NMIV - Alternative***

Gerade im städtischen Bereich darf auch der nicht motorisierte Individualverkehr (NMIV) nicht außer Acht gelassen werden. Kürzere Wege können hier bei entsprechender Infrastruktur zu Fuß zurückgelegt werden. Im Kurzstreckenbereich bis zu 5 km im städtischen Stop-and-go-Verkehr stellt das Fahrrad nicht nur eine umweltfreundliche, sondern auch schnelle Alternative zum Auto dar.

# 5 Nutzwertanalyse - Alternativenentwicklung

***Alternativenbeschreibung***

Um die Zusammenhänge des Oberziels, der Unterziele und Kriterien und nicht zuletzt der Indikatoren so deutlich wie möglich aufzeigen zu können, werden die gewählten Alternativen erläutert. Dies ermöglicht zum einen die Verfolgung der Vorgehensweise der Nutzwertanalyse, zum anderen eine durchgängige Ausarbeitung des folgenden Kapitels in seiner vollen Komplexität.

## 5.1 Best Practice Beispiele

### 5.1.1 „Stadt der kurzen Wege“

***Leitbild***

Die Stadt der kurzen Wege ist ein Leitbild, das bereits seit den 1980er Jahren verfolgt wird. Dabei geht es um Funktionsmischung unter dem Vorbild der Mittelalterlichen Stadt, um Verkehr zu reduzieren. Gerade die Tendenzen der Suburbanisierung, Funktionentrennung und der Bau von Großstrukturen für Freizeit und Handel erschweren die Verfolgung des Leitbildes. Besonders im Bezug auf Nachhaltigkeitsziele in der Stadtentwicklung wie in der lokalen Agenda 21 bleibt die „Stadt der kurzen Wege“ erstrebenswert. (Brunsing & Frehn, 1999)

***Vorbild***

Auch für die Beispiele Vauban und ZEUS 2020 diente die „Stadt der kurzen Wege“ als Vorbild und Möglichkeit MIV zu reduzieren. Vauban und ZEUS 2020 zeigen, dass das Leitbild nicht an Aktualität verloren hat und gerade im Hinblick auf entgegen gesetzte Entwicklungen richtungweisend umgesetzt werden muss. Damit können langlebige, sozial gerechte, ökologisch und ökonomisch nachhaltige Strukturen geschaffen werden.

### 5.1.2 Autofreie Siedlung Vauban

***Kurzbeschreibung***

Auf dem Gelände einer ehemaligen Kaserne wurde in Freiburg im Breisgau (D) eine stellplatzfreie Siedlung ab 1992 errichtet. Der neue Stadtteil Vauban liegt etwa 2,5 Kilometer vom Stadtzentrum entfernt. Verschiedene Maßnahmen, wie Sammelgaragen am Siedlungsrand, die Möglichkeit auf den Kauf eines Stellplatzes zu verzichten oder entsprechende öffentliche Verkehrsanbindung und car sharing liefern Anreize möglichst ohne Auto zu leben. Die autofreie Lebensweise betrifft ca. 50 % der Haushalte, wobei auch die Anzahl der Pkw in Haushalten mit eigenem Auto stark reduziert ist. (Stadt Freiburg im Breisgau, 2010)



Abb. 23: Vauban (Stadt Freiburg im Breisgau, 2010, eigene Darstellung)

| *Zahlen und Fakten* | | |
|---|---|---|
| | Einwohnerzahl | ca. 5.000 |
| | Fläche in km² | ca. 0,41 |
| | Dauersiedlungsraum in % | 100 |

Tab. 1: Zahlen und Fakten Vauban (Stadt Freiburg im Breisgau, 2010)

### 5.1.3 Zero Emission Urban Study 2020 (ZEUS 2020)

*Studie KLI.EN*

Die durch den Klima- und Energiefonds geförderte Studie zum Thema Null-Emissions-Stadt(teil) verbindet die Arbeiten aus verschiedenen Disziplinen in diesem Themenfeld. Wie bereits weiter oben angekündigt werden Konzepte, Grundlagen und Strategien zur Erreichung von Null-Emissionen im Stoffkreislauf eines Stadtteils von folgenden Disziplinen vereint:

- Ökologie
- Ökonomie
- Städtebau, Raumplanung, Architektur
- Verkehr, Mobilität, Logistik
- Energiebewirtschaftung
- Meteorologie, Klima
- Soziologie, Soziodemographie

(Konsortium ZEUS 2020, 2010)

*Ganzheitliche Strategie*

Die entwickelte Strategie wird im Zuge dieses Projektes auf ein Planungsgebiet in Linz zur Überprüfung angewendet. Damit

wird die Umsetzbarkeit und Effektivität der Strategie überprüft. Genauere Daten können spätestens ab Projektende im Juni 2011 der Homepage www.zeus2020.at entnommen werden. Aufgrund der ganzheitlichen Betrachtung in dieser Studie spielt die Mobilität der Bewohner eine große Rolle. Es werden die Emissionen ($CO_2$-Äquivalenten) auf das gesamte Gebiet berechnet, damit kommen Verkehrsstrategien große Bedeutung zu. Defizite, die in diesem Bereich dennoch anfallen können, werden durch Maßnahmen für einen positiven Energiehaushalt ausgeglichen. Da die Beplanung und Bebauung des Gebiets in der Zukunft liegt, sind Auswirkungen oder Ergebnisse dieser zukünftigen Strukturen bezogen auf den Verkehr nur mit Hilfe von Zielsetzungen, Grundsätzen und Vergleichen abzuschätzen. Generell ist anzumerken, dass die Verfolgung dieser ganzheitlichen Strategie im Sinne ökologischer, ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeit zukunfts- und richtungweisend in diesem Gebiet ist. (Konsortium ZEUS 2020, 2010)

## 5.2 Österreichische Vergleichsstädte

***Auswahl der Alternativen***

Um Daten einer neuen Planung, wie jener im Projekt ZEUS 2020, möglichst vergleichbar und überprüfbar zu gestalten, sowie um Auswirkungen geplanter fachgebietsübergreifender Strategien darstellen zu können, müssen Referenzgebiete herangezogen werden. Die Auswahl dieser erfolgte auf folgender Basis:

- in Einwohnerzahl und Funktionalität vergleichbare, jedoch differenzierbare Klein- und Mittelstädte,
- räumliche Verteilung in Österreich,
- möglichst umfangreiche Datenlage.

***Überprüfung***

Anhand der in der untenstehenden Grafik abgebildeten Referenzstädte aus Österreich wurden zukünftige Projektdaten des Projektes ZEUS überprüfbar gemacht. Die Nutzwertanalyse ermöglicht einen Vergleich, ein Ranking verschiedener Alternativen, um eine Auswahl zu treffen. Dazu werden die verschiedenen Indikatoren für die Alternativen:

- Bad Ischl,
- Bruck an der Leitha,
- Lustenau,
- Purkersdorf,
- Linz,
- Steyr,
- Wels,
- Vauban und
- ZEUS 2020

verglichen. In den folgenden Unterkapiteln werden die Städte anhand einiger grundlegender Daten kurz vorgestellt. Dies ermöglicht eine erste Einordnung basierend auf grundlegenden Strukturdaten.



Abb. 24: Österreichische Stadtbeispiele (Google Maps, 2010, eigene Darstellung)

### 5.2.1 Bad Ischl

***Kurzbeschreibung***

Bad Ischl liegt im Bezirk Gmunden im Dreiländereck in Oberösterreich. Angebunden an die Salzkammergutbahn und an die die Bundesstraßen 145 (Salzkammergut-Bundesstraße) und 158 (Wolfgangseee-Bundesstraße) sowie durch zahlreiche Postbus-Linien ist Bad-Ischl mit dem Umland und den nächsten Städten verbunden. Innerstädtisch verkehrt ein Stadtbus, dessen Haltestellen in der nebenstehenden Grafik abgebildet sind. Als Sommerresidenz der Habsburger erlebte der Kurort seine Blüte und ist als solcher noch heute berühmt. Das Solebad wurde 1823 gegründet und zog besonders im 19. Jahrhundert viele Berühmtheiten der Zeit an. (Stadtmanagement Bad Ischl, 2010)

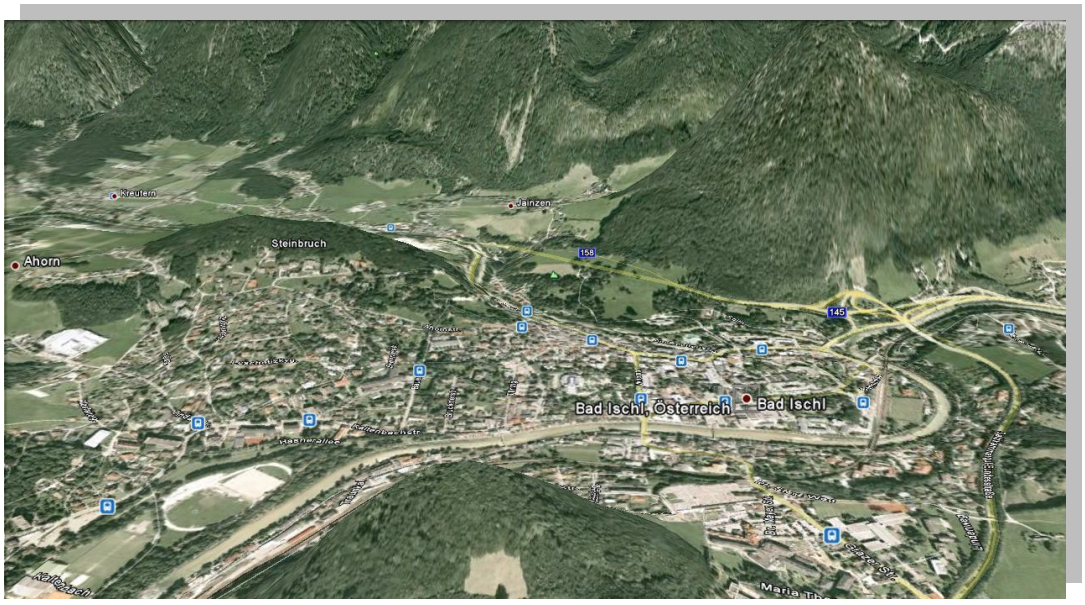


Abb. 25: Bad Ischl (Google Earth, 2010)

| | | |
|---|---|---|
| *Zahlen und Fakten* | Einwohnerzahl | 14.081 |
| | Fläche in km² | 163,05 |
| | Dauersiedlungsraum in % | 13,1 |

Tab. 2: Zahlen und Fakten Bad Ischl (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001)

### 5.2.2 Bruck an der Leitha

*Kurzbeschreibung*

Die Bezirkshauptstadt Bruck an der Leitha liegt in Niederösterreich an der Grenze zum Burgenland, ca. 25 Kilometer entfernt vom Flughafen Wien und in geringer Entfernung zum Neusiedlersee. Hauptverkehrsanbindungen sind die Ostbahn, sowie die Bundesstraße 10 und die Autobahn A4, sowie Buslinien in alle Richtungen des Bezirks. (Bruck an der Leitha, 2010)

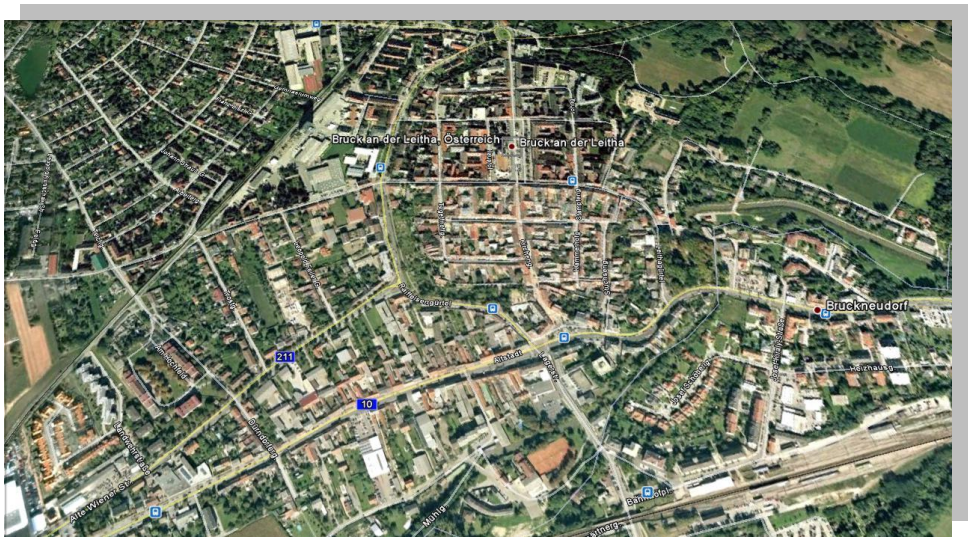



Abb. 26: Bruck an der Leitha (Google Earth, 2010)

| | | |
|---|---|---|
| *Zahlen und Fakten* | Einwohnerzahl | 7.311 |
| | Fläche in km² | 23,67 |
| | Dauersiedlungsraum in % | 97,3 |

Tab. 3: Zahlen und Fakten Bruck an der Leitha (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001)

### 5.2.3 Lustenau

*Kurzbeschreibung*

Erst Anfang des 20. Jahrhunderts wurde Lustenau zur Marktgemeinde erhoben, damit wurde der wirtschaftlichen Entwicklung der Vergangenheit und Zukunft Rechnung getragen. Sehr hohes Bevölkerungswachstum prägt das Stadtbild der größten Marktgemeinde Österreichs. Als Grenz-

gemeinde bestehen enge Verflechtungen zur Schweiz. Mit den angrenzenden Agglomerationen Höchst, Hard, Hohenems und Dornbirn bildet Lustenau einen wichtigen Wirtschaftsraum im unteren Rheintal. (Marktgemeinde Lustenau, 2010)

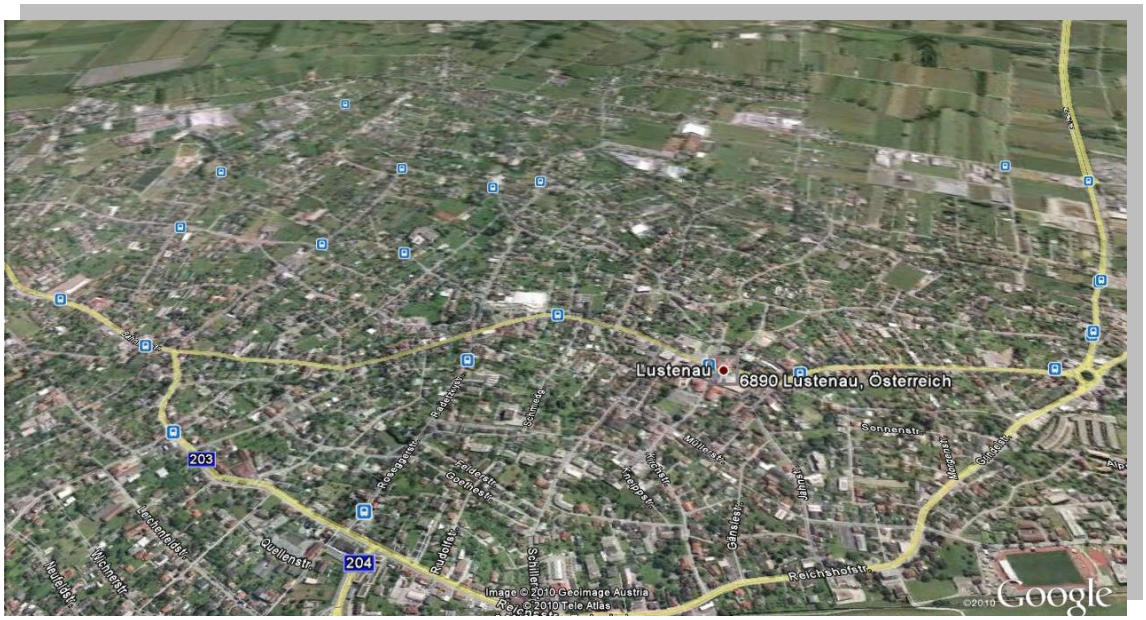


Abb. 27: Lustenau (Google Earth, 2010)

| *Zahlen und Fakten* | | |
|---|---|---|
| | Einwohnerzahl | 19.709 |
| | Fläche in km² | 22,25 |
| | Dauersiedlungsraum in % | 99,2 |

Tab. 4: Zahlen und Fakten Lustenau (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001)

### 5.2.4 Purkersdorf

*Kurzbeschreibung*

Als Waldsiedlung gegründet trug besonders die verkehrlich gut gelegene Lage am Postweg von Wien nach Linz und später an der Westbahn zum raschen Wachstum Purkersdorfs bei. Die günstige Lage zur nahen Hauptstadt ist bis heute ein Grund für das ausdauernde Wachstum. Erst 1966 wurde Purkersdorf zur Stadtgemeinde ernannt. Die Tallage der Stadt (siehe Grafik) trägt zu einer kompakten Siedlungsentwicklung der Stadt bei. (Gemeinde Purkersdorf, 2010)

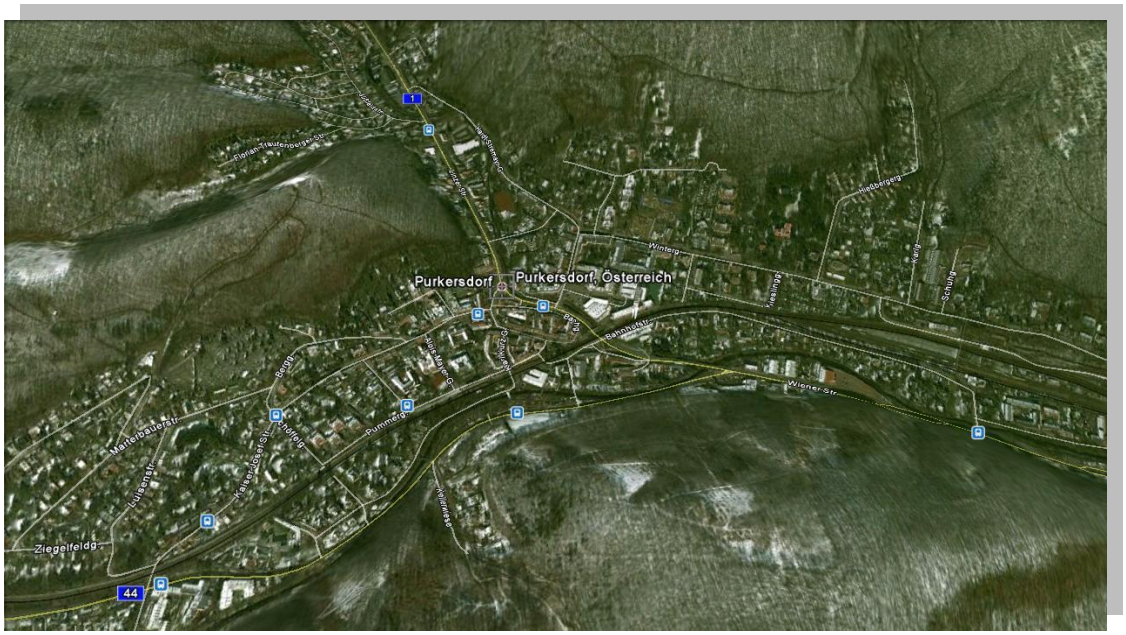


Abb. 28: Purkersdorf (Google Earth, 2010)

| *Zahlen und Fakten* | | |
|---|---|---|
| | Einwohnerzahl | 7.762 |
| | Fläche in km² | 30,26 |
| | Dauersiedlungsraum in % | 25,1 |

Tab. 5: Zahlen und Fakten Purkersdorf (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001)

### 5.2.5 Linz, Steyr, Wels

***Kurzbeschreibung***

Linz, Steyr und Wels beschreiben gemeinsam mit ihren Umlandgemeinden den oberösterreichischen Zentralraum. In diesem wohnt ein Drittel und arbeitet die Hälfte der oberösterreichischen Bevölkerung. Die untenstehende Grafik zeigt den, bereits im vergangenen Jahrhundert begonnenen Trend der Bevölkerungsveränderung in Richtung dieses Zentralraums. (Land Oberösterreich, 2010)

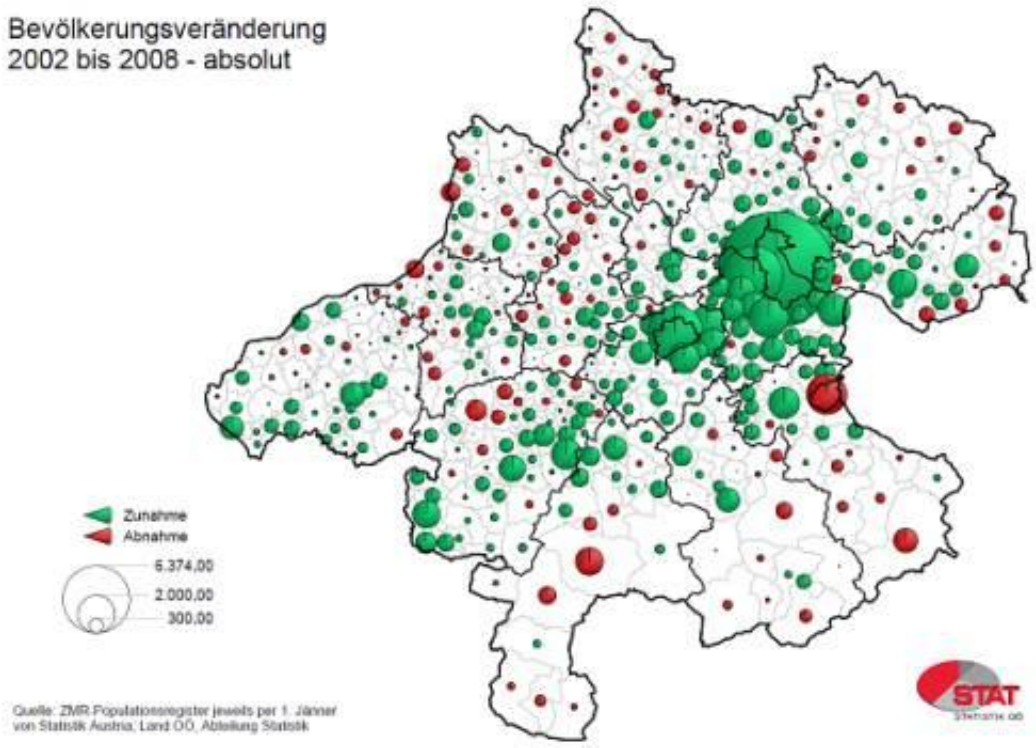



Abb. 29: Bevölkerungsveränderung 2002 bis 2008 - absolut (Land Oberösterreich, 2010)

| *Zahlen und Fakten* | Linz | Steyr | Wels |
|---|---|---|---|
| Einwohnerzahl | 183.504 | 39.340 | 56.478 |
| Gemeindegebiet in km² | 95,99 | 26,54 | 45,88 |
| Dauersiedlungsraum in % | 80,3 | 89,9 | 94,7 |

Tab. 6: Zahlen und Fakten Linz, Steyr, Wels (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001)

### 5.2.6 Gegenüberstellung

*Zahlen und Fakten*

Gereiht nach Einwohnerzahl werden die Kennzahlen Gemeindegebiet und Dauersiedlungsraum in der folgenden Tabelle gegenübergestellt. Dabei fällt besonders der geringe Anteil des Dauersiedlungsraums am großen Gemeindegebiet in Bad Ischl auf, aber auch im Vergleich zwischen Purkersdorf und Bruck an der Leitha sehr unterschiedliche Flächenaufteilungen, die bereits in den Luftbildern deutlich werden.

| | Linz | Wels | Steyr | Luste-nau | Bad Ischl | Pur-kersdorf | Bruck/ Leitha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Einwohnerzahl | 183.504 | 56.478 | 39.340 | 19.709 | 14.081 | 7.762 | 7.311 |
| Gemeindegebiet in km² | 95,99 | 45,88 | 26,54 | 22,25 | 163,05 | 30,26 | 23,67 |
| Dauersiedlungsraum in % | 80,3 | 94,7 | 89,9 | 99,2 | 13,1 | 25,1 | 97,3 |

Tab. 7: Gegenüberstellung Linz, Wels, Steyr, Lustenau, Bad Ischl, Purkersdorf, Bruck/Leitha (Statistik Austria, 2010, Statistik Austria, Volkszählung 2001)

***Bevölkerungspyramiden***

Der Vergleich der Bevölkerungspyramiden zeigt deutlich, dass die Gemeinden unterschiedlich durchmischt sind. In Lustenau leben beispielsweise viele Kinder und Jugendliche, während in Bruck an der Leitha der Anteil an über 50jährigen relativ hoch ist.

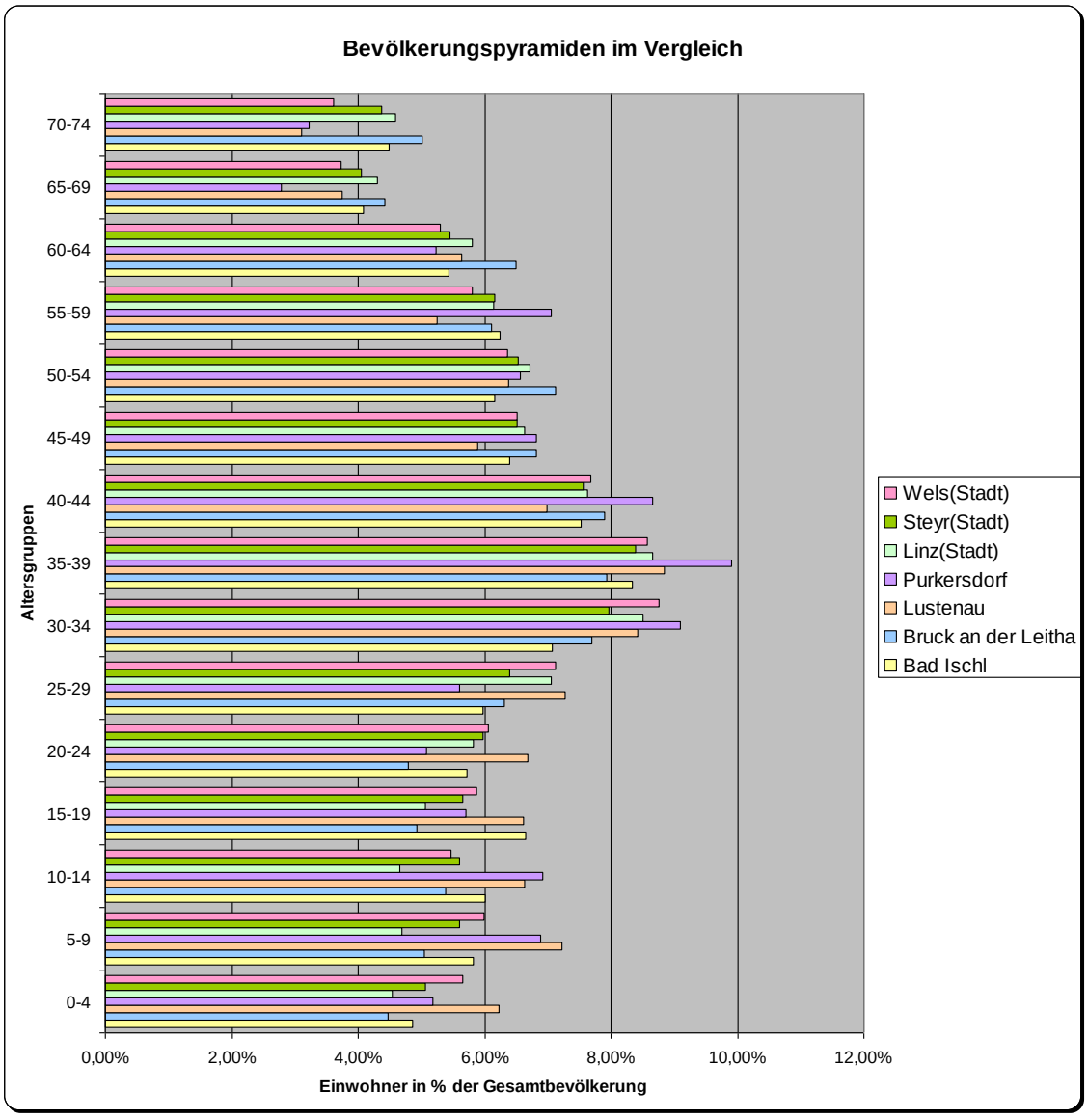



Abb. 30: Bevölkerungspyramiden im Vergleich (Statistik Austria, Volkszählung 2010, eigene Darstellung)

# 6 Nutzwertanalyse - Zielsystem, Bewertungskriterien und Indikatoren

***Aufbau des Kapitels***

Aufgrund der Komplexität der Themenstellung, die bereits aus der Problemstellung hervorgeht, wird das folgende Kapitel, das die Teilaspekte des hierarchischen Zielsystems beschreibt, wie folgt untergliedert. Zunächst wird das Oberziel bzw. Leitbild beschrieben. Im nächsten Unterkapitel folgt die Beschreibung der drei Unterziele. Diese werden weiters in nachgelagerte Gruppen unterteilt, die jeweils die beschreibenden Kriterien zusammenfassen. Als letzte Ebene in der Hierarchie gelten die Indikatoren, die jeweils die Kriterien beschreiben. Die Komplexität bedeutet in diesem Fall, dass einzelne Indikatoren mehrere Kriterien beschreiben. Um hier das Netz zu entwirren, werden die Indikatoren im letzten Unterpunkt separat behandelt. Bei den Erläuterungen zu den Kriterien wird jedoch auf den jeweiligen Indikator/die Indikatoren hingewiesen. Eine Rückkopplung entsteht wiederum bei der Beschreibung der Indikatoren und ihren Aussagen zu den Wirkungen auf die Unterziele.

***Zielformulierung ist unverzichtbar***

Die *„Zielformulierung [ist] ein zentraler und unverzichtbarer Bestandteil jeder Planung. Wenn die Ziele, die mit einer Planung verfolgt werden, nicht dargelegt sind, ist die Begründung für die Planung nicht transparent und es kommt häufig zu vermeidbaren Streitigkeiten bei der Entscheidung und Umsetzung. Mit vielen durchgeführten Maßnahmen ohne zugrundeliegendes Zielsystem werden zwar einzelne Schwierigkeiten beseitigt, dabei bleiben aber viele Lösungen nur Flickwerk."* (Scholles, 2006)




Abb. 31: Legende des Zielsystems (eigene Darstellung)

***Zielsystem***

Ein Zielsystem entsteht durch Anordnung aller relevanten Ziele. In dieser Arbeit handelt es sich um ein eindimensionales Zielsystem. Dies bedeutet, dass sich die Unterziele von dem Oberziel ableiten. Die Unterziele stehen im angegebenen Fall in einer Zweck-Mittel-Beziehung zum Oberziel. Die Erreichung der Unterziele dient ausschließlich der Erreichung des Oberzieles. Im speziellen Fall ist eine zeitliche Reihung zusätzlich festzuhalten (siehe Unterziele). (Fürst & Scholles, 2008, S. 282)

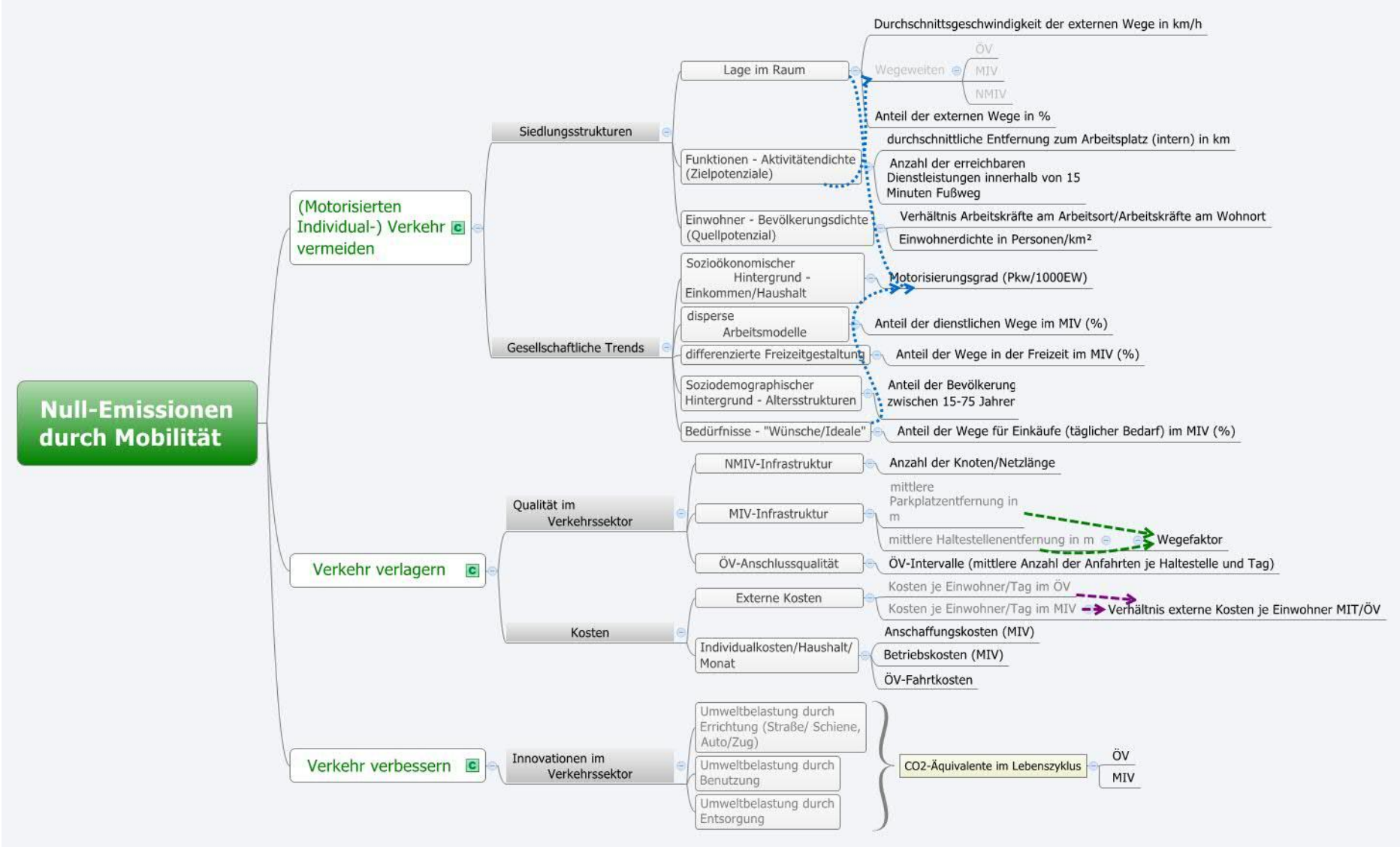



Abb. 32: Zielsystem (eigene Darstellung)

*Zielsystem als Herzstück*

Oben abgebildet ist das gesamte Zielsystem, dessen Teilaspekte in den folgenden Unterkapiteln beschrieben werden. Die Aufstellung eines streng hierarchischen Zielsystems stellt den wichtigsten Schritt jeder Methode, so auch der Nutzwertanalyse dar. Bereits bei der ersten Generation der Nutzwertanalyse musste das Zielsystem in messbaren Indikatoren enden. Bei der zweiten Generation wurde der Festlegung der Kriterien ein eigener Punkt gewidmet. Diese formale Änderung ist jedoch bei der Beschreibung des Zielsystems nicht ausschlaggebend. Zur Darstellung der hierarchischen Zusammenhänge werden die jeweiligen Kriterien unter den Unterzielen - genauer genommen unter den Gruppen - beschrieben.

## 6.1 Oberziel

*Oberziel - Primärziel*

Ein Oberziel steht auf der höchsten Stufe eines Zielsystems, es dient keinem übergeordneten Ziel. Als nächster Schritt können aus Oberzielen Unterziele abgeleitet werden. Um ein Zielsystem nachvollziehbar zu gestalten, ist es wichtig, dass alle Ziele bis hin zum Oberziel - auch Primärziel - bekannt sind. (Fürst & Scholles, 2008, S. 285)

*Null-Emissionen durch Mobilität*

Das gewählte Oberziel dieser Arbeit deckt sich streng genommen nicht mit der Definition eines Oberzieles. Es dient nicht einem Selbstzweck, sondern verfolgt, wie bereits weiter oben ausführlich beschrieben, das Ziel den Klimawandel aufzuhalten. Somit ist als primäres Ziel hier der Stopp des anthropogenen Klimawandels zu nennen. Von diesem Ziel können viele Unterziele abgeleitet werden, zum Beispiel „Stopp der Rodung der Regenwälder“. Ausführlich wurden bereits die Zusammenhänge von Mobilität mit der Klimaproblematik behandelt. In dieser Arbeit steht „Null-Emissionen durch Mobilität“ im Vordergrund und wird mit dem Verweis auf das primäre Ziel - Stopp des Klimawandels - als Oberziel erarbeitet. Damit ist sowohl die Nachvollziehbarkeit als auch eine möglichst einfache Darstellung des Zielsystems gewährleistet.

*Null-Emissionen und Realität*

Oft wird bei der Festlegung von Zielen ein gewisser Bezug zur Realität gefordert. Gesetzte Ziele müssen auch erreichbar sein. Viele mögen dem Ziel „Null-Emissionen durch Mobilität“ diese Realitätsnähe absprechen. Es soll dieses Ziel aber auch eine Vision aufzeigen, die - realistisch betrachtet - bereits in seinen Teilaspekten völlig durchdacht wurde. Manche der Ansätze sind vielleicht mit den heutigen Mitteln noch nicht vollständig umsetzbar, manche würden die Freiheiten der Menschen zu radikal einschränken. Fakt ist allerdings, dass die Vision Wirklichkeit werden kann und bezogen auf den Klimawandel auch muss.



Abb. 33: Oberziel und Unterziele (eigene Darstellung)

***Ableitung von Unterzielen***

Zur Erreichung von „Null-Emissionen durch Mobilität“ wurden folgende Unterziele abgeleitet:

- (Motorisierten Individual-)Verkehr vermeiden,
- (Motorisierten Individual-)Verkehr verlagern,
- Verkehr verbessern.

Zur Erreichung des Oberzieles ist es wichtig, dass hier auch die zeitliche Dimension des Zielsystems sowie dessen Effektivität erwähnt wird. Sowohl auf den Ablauf als auch auf die Effektivität bezogen ist die Einhaltung der Reihenfolge unabdinglich. Genauer erfolgt die Beschreibung der Zusammenhänge im folgenden Kapitel.

## 6.2 Unterziele, Gruppen und Kriterien

***UNEP - Green Transport Strategy***

Der Verkehrsbereich stellt laut UNEP den Sektor dar, der ca. ein Viertel der energiebezogenen Treibhausgase verursacht. Die Strategie für einen „Green Transport“, die von UNEP verfolgt wird, ist „Avoid-Shift-Clean“. Dies entspricht den drei V „Vermeiden-Verlagern-Verbessern“. (UNEP, 2010, S. 26)

***Gliederung***

Aufbauend auf dem Grundsatz „Vermeiden, Verlagern, Verbessern“ werden in den folgenden Unterkapiteln die drei abgeleiteten Ziele beschrieben. Von diesen wurden wiederum Kriterien abgeleitet, die zusammengefasst zu Gruppen unter den Unterzielen stehen. Für eine Bewertung bei der Nutzwertanalyse ist es wichtig, dass an letzter Stelle des Zielsystems Indikatoren stehen. Diese Funktion kann je nach Formulierung auch direkt das Kriterium übernehmen. In diesem Fall war dies aus Gründen der Komplexität nicht immer möglich, darum wurden am Ende jedem Kriterium Indikatoren unterstellt.

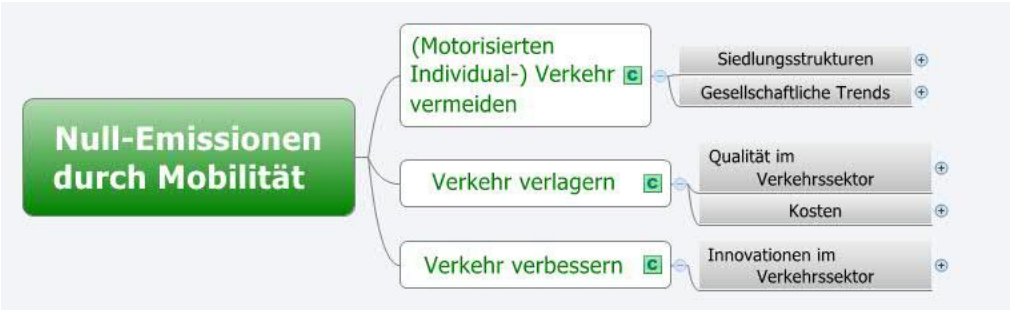



Abb. 34: Oberziel, Unterziele und Gruppen (eigene Darstellung)

***Komplexität und Darstellung***

Die Komplexität der Themen Mobilität und Verkehr erschwert die Darstellung der Zusammenhänge und Rückkopplungen. Die graphische Darstellung des Zielsystems suggeriert geradlinige Wenn-Dann-Funktionen. Wenn ich die Siedlungsstrukturen verändere, so verändert sich auch das Mobilitätsverhalten der Bewohner dieser Siedlungsstrukturen. So einfach lassen sich solche Aussagen in unserer komplexen Realität nicht ableiten. Viel mehr Faktoren beeinflussen die Verkehrsmittelwahl und die zurückgelegten Kilometer. Auch die konkrete Zuordnung von Kriterien/Indikatoren zu den Unterzielen muss hinterfragt werden. Unweigerlich beeinflussen beispielsweise die Kosten nicht nur die Verkehrsmittelwahl, sondern auch die zurückgelegte Distanz. Diese Rückkopplungen betreffen nicht nur die Kriterien/Indikatoren, sondern auch die Unterziele selbst. Es kann nicht eine Maßnahme strikt nur der Erreichung eines Oberziels zugeordnet werden. Um beim Beispiel Siedlungsstrukturen zu bleiben, so kann eine Veränderung dieser nicht nur zur Vermeidung von Verkehrsaufkommen sondern auch zur Verlagerung auf andere Verkehrsmodi beitragen. Trotzdem wurde graphisch diese möglichst eindeutige Zuteilung der Kriterien zu den verschiedenen Unterzielen gewählt. Dies dient zum Einen der möglichst einfachen Darstellung der Problematik, zum Anderen wäre rein rechnerisch eine Mehrfachnennung von Indikatoren in der Nutzwertanalyse irreführend. Es muss daher an dieser Stelle darauf verwiesen werden, dass die graphische Aufbereitung des Zielsystems nicht ohne textliche Erläuterungen zu den Zusammenhängen stehen kann und darf.

***Zusammenhänge erklären***

Wie auch die untenstehende Grafik zeigt, sind die Zusammenhänge zwischen Raum, Verkehrsbedingungen und Milieus komplex und wechselseitig. In der folgenden Beschreibung der Unterziele und Kriterien wird versucht, diese ersichtlich zu machen. Die Vollständigkeit solcher Zusammenhänge und Wirkungen zu beschreiben ist schon alleine deshalb nicht möglich, weil nicht gesagt ist, dass bereits all diese erkannt wurden.

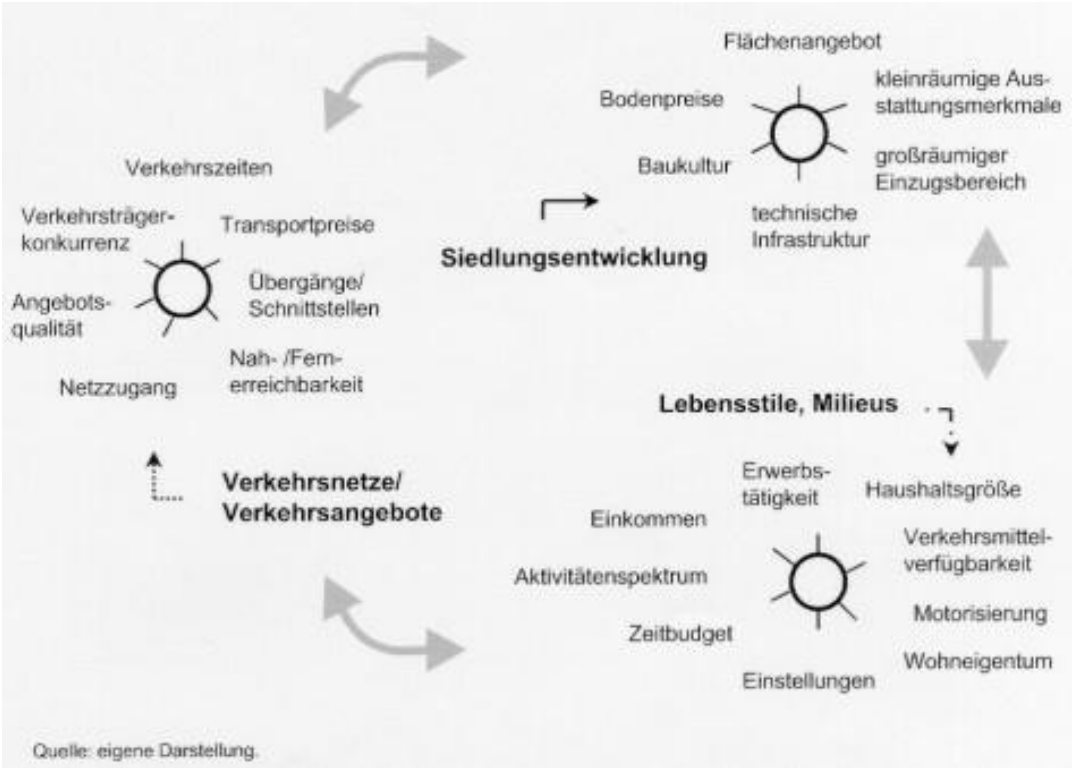



Abb. 35: Siedlung und Verkehr - Wirkungszusammenhang und Regelkreise im Raum-Zeit-Gefüge (Markus Hesse, 2002)

### 6.2.1 (Motorisierten Individual-)Verkehr vermeiden

*Gliederung*

Verkehr und insbesondere motorisierten Individualverkehr zu vermeiden ist mit Abstand das wichtigste Unterziel zur Erreichung von Null-Emissions-Mobilität. Zum einen wird viel Verkehrsaufkommen - gemeint sind lange Wege - durch vom Menschen geschaffene Siedlungsstrukturen erzeugt, zum anderen beeinflussen auch gesellschaftliche Trends das Verkehrsaufkommen. Nicht immer sind diese zwei Themenfelder (Gruppen) so leicht zu trennen, beispielsweise beeinflusst der Wunsch vieler Menschen (gesellschaftlicher Trend) in einem frei stehenden Einfamilienhaus im Grünen zu wohnen die Siedlungsstrukturen. Trotzdem wurde hier versucht eine möglichst durchschaubare Struktur darzustellen, aber auch Verbindungen aufzuzeigen. Untenstehend ist die Gliederung des Unterziels grafisch dargestellt.

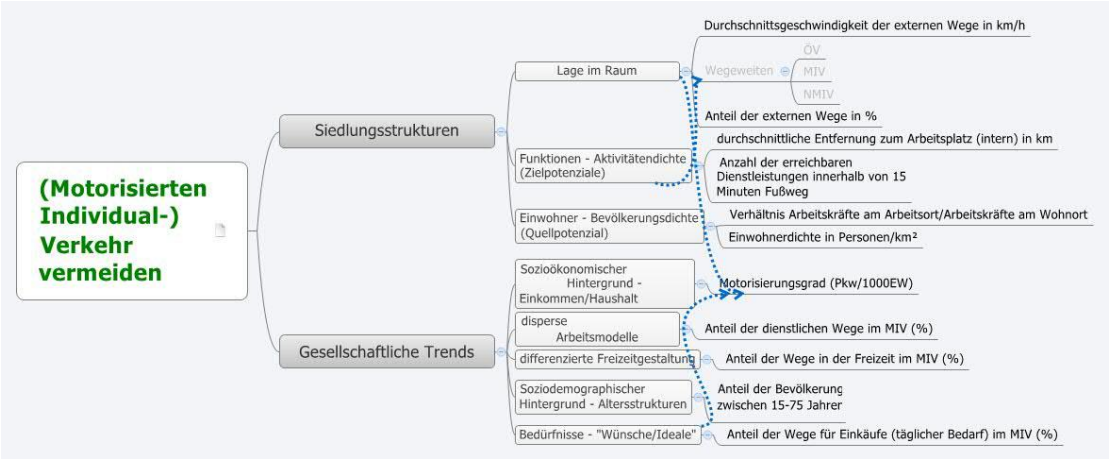



Abb. 36: Unterziel - MIVerkehr vermeiden, Gruppen, Kriterien und Indikatoren (eigene Darstellung)

***Reisezeitbudget***

Einen wichtigen Grund zur Vermeidung von Verkehr geben Überlegungen zum Reisezeitbudget. Durchschnittlich bleibt der Zeitaufwand für täglichen Verkehr (Ortsveränderung) über die gesamte Bevölkerung gesehen stabil. Bereits 1981 hielt Goodwin fest: „*Besteht ein konstantes Reisezeitbudget, dann wird jede Geschwindigkeitszunahme genau den Betrag an zusätzlichem Verkehr erzielen, der nach verschiedenen Rückwirkungen die gesamte ‚eingesparte' Zeit aufbraucht. Deshalb wird im Durchschnitt keine Zeit eingespart*." Folglich produzieren wir mehr Verkehr durch höhere Geschwindigkeiten, weil diese größere Reiseweiten hervorrufen. Gesamtheitlich betrachtet wird also nicht Zeit eingespart, sondern Wegeweite produziert. „*Das Wissen um eine konstante Reisezeit unterstützt die Forderung langsamere, nicht motorisierte Verkehrsarten zu fördern. Da einerseits die Verkehrszeit nicht durch eine Geschwindigkeitszunahme verkürzt werden kann, kommt es andererseits zu keiner Zunahme der durchschnittlichen Reisezeit, wenn die Geschwindigkeit reduziert wird*." (Knoflacher, 2006, S. 24–26)

### 6.2.1.1 Siedlungsstrukturen

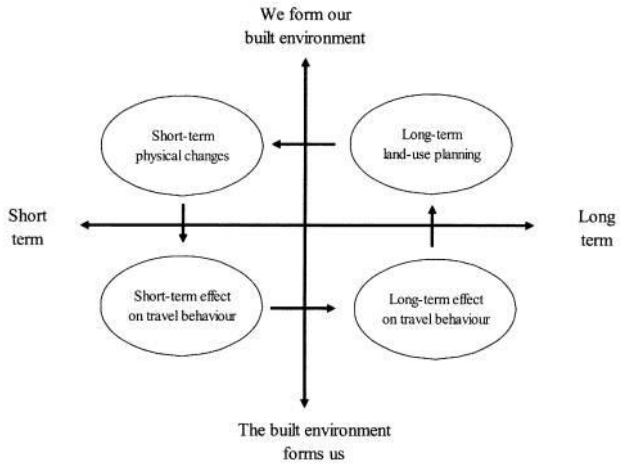
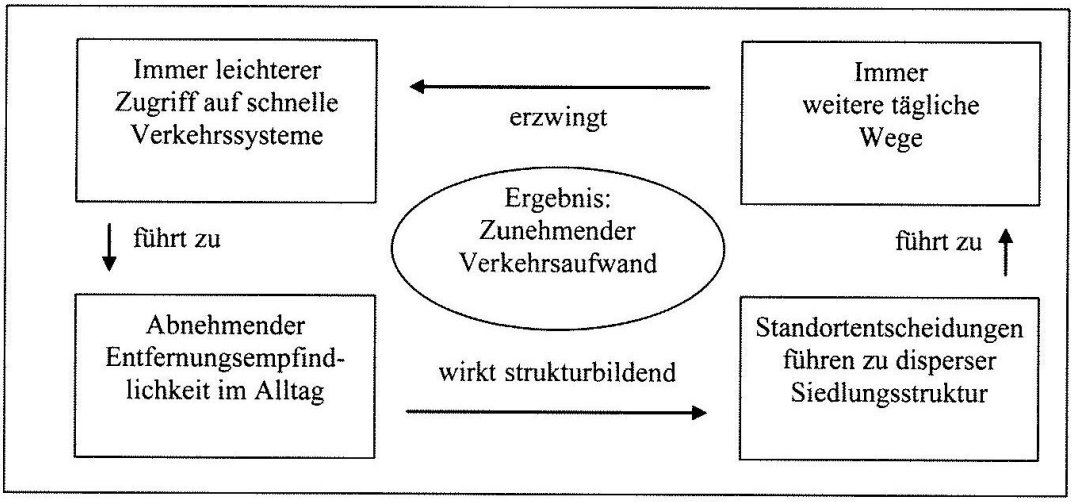



Abb. 37: Zusammenhänge zwischen gebauter Umwelt, Reiseverhalten und ihren Zeitdimensionen (Holden, 2007, S. 194)

***Siedlungsstrukturen beeinflussen Mobilität und Verkehr***

Die nebenstehende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen Siedlungsstrukturen/ Raumplanung und dem menschlichen Verkehrsverhalten. Aufgrund der in den letzten Jahrzehnten gebauten Siedlungsstrukturen - weniger dicht, Funktionen wurden getrennt - sind die Menschen gezwungen weitere Reisedistanzen auf sich zu nehmen. Problematisch ist dies, weil die Einsatzgrenzen von Mobilitätsarten, die auf Körperenergieverbrauch basieren überschritten werden. Die Zersiedlungstendenzen machen auch den öffentlichen Verkehr wenig effektiv, warum auch die Autoabhängigkeit immer weiter zunimmt. Es ist hier ein sich selbst verstärkender Regelkreis erkennbar. Um diesen zu durchbrechen, ist auf lange Sicht eine nachhaltige Siedlungsentwicklung unumgänglich. Nur so wird auch ein nachhaltiges und umweltbewusstes Verkehrssystem leistbar und die Autoabhängigkeit durchbrochen.

#### 6.2.1.1.1 Lage im Raum




Quelle: Gutsche 2004

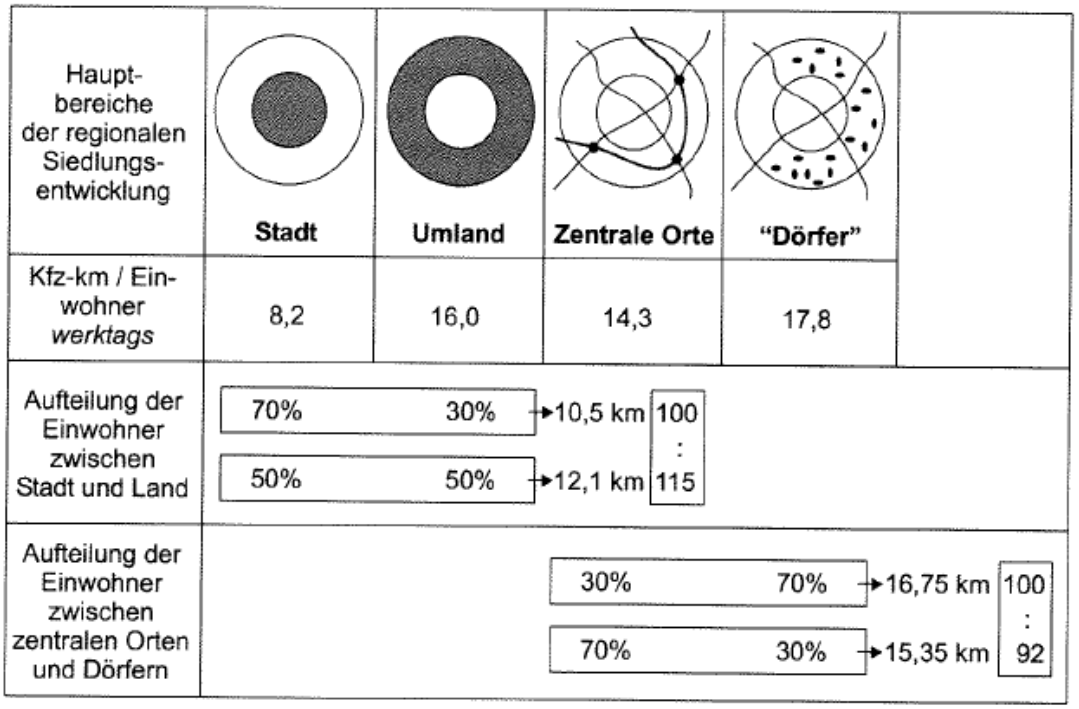
Abb. 38: Selbstinduzierende Dynamik des regionalen Verkehrswachstums (Gutsche & Kutter, 2006, S. 16)

***Zusammenhang Stadt - Land - Verkehr***

Die Lage im Raum - also wo ich wohne, arbeite, meine Freizeit verbringe - ist ausschlaggebend für den erzeugten Verkehr. Dies liegt begründet in der Distanz, die zurückgelegt werden muss, um die verschiedenen Bedürfnisse zu befriedigen. Ob jemand also im ländlichen Raum lebt und stark auf die Verwendung eines Pkw angewiesen ist oder ob jemand in der Stadt mit gutem öffentlichem Verkehrsangebot wohnt, ist essenziel für die Distanz, die er täglich zurücklegen muss und auch dafür, welche Verkehrsmittel zur Verfügung stehen.

***Selbstinduzierende Dynamik des regionalen Verkehrswachstums***

Die graphische Darstellung der Ursachen des steigenden Verkehrswachstums zeigt deutlich, dass ein Ausbruch aus diesem sich selbst verstärkenden Regelkreis nur möglich ist, wenn eine Komponente umgekehrt wird. Durch diese Veränderung wird die Wirkung in die entgegengesetzte Richtung fortgesetzt. Eine solche Veränderung erfordert jedoch zunächst das Umdenken auf den entsprechenden Entscheidungsebenen.




Eigene Darstellung: E. Kutter

Abb. 39: Wirkungsebenen raumstrukturell bedingter Verkehrseffizienz auf stadtregionaler Ebene (Gutsche & Kutter, 2006, S. 24)

***Wirkungen raumstruktureller Verkehrseffizienz***

Betrachtet man die Kfz-km/Einwohner unterschiedlicher Siedlungsräume, ist ersichtlich, dass die durchschnittlich gefahrenen Kilometer im Umland deutlich höher liegen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die verschiedenen Siedlungsstrukturen die Funktionen eines Siedlungsraumes sehr unterschiedlich erfüllen können. Dies ist

auf einen Rückgang der regionalen Versorgungsmöglichkeiten (Deckung des täglichen Bedarfes, Arbeitsmöglichkeiten, ...) zurückzuführen. Es kann entsprechen darauf geschlossen werden, dass nicht nur Veränderungen im Verkehrssystem, sondern auch der Raumstrukturen (Funktionenverteilung, ...) von Bedeutung für eine Veränderung im Modal Split sind.

***Indikatoren***

Die Lage im Raum kann durch mehrere Indikatoren gemessen werden:

- Die Geschwindigkeit lässt Rückschlüsse auf die Verkehrsmittelwahl und die Verkehrswegequalität (höherrangiges, niedriger rangiges Verkehrsnetz) sowie auf die Auslastung (Stau) zu.
- Wegeweiten gegliedert nach ÖV, MIV und NMIV beschreiben die Entfernungen, die zur Befriedigung der Bedürfnisse zurückgelegt werden müssen und welche Verkehrsmittel dabei genutzt werden bzw. zur Verfügung stehen.
- Der Motorisierungsgrad ist insbesondere in ländlichen Gebieten deutlich höher, da dort die Autoaffinität höher ist.
- Der Anteil der externen Wege gibt an, wie viele % der Wege nicht in der eigenen Gemeinde erledigt werden können.

#### 6.2.1.1.2 Funktionen - Aktivitätendichte (Zielpotenziale)

***Städtische Funktionen***

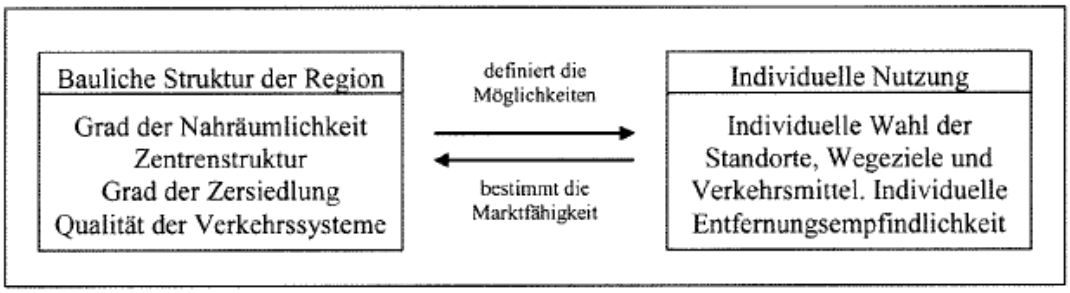
Als städtische Funktionen gelten:

- Wohnen
- Arbeit
- Bildung
- Einkaufen
- Dienstleistungen
- Erholung

Für den täglichen Verkehr ist insbesondere die Funktion Arbeit von großer Bedeutung. (Knoflacher, 2006, S. 27)

***Funktionendichte und Verkehr***

Die Möglichkeit verschiedene Angelegenheiten (Arbeiten, Einkaufen, etc.) des täglichen Bedarfs auf engem Raum zu erledigen, bietet die Gelegenheit dies ohne Auto - also zu Fuß oder mit dem öffentlichen Verkehr - zu erledigen. Daher spielt die Dichte an Möglichkeiten - auch Zielpotenzial - eine große Rolle, wenn es um Verkehrsvermeidung geht. Dies betrifft sowohl die Distanz, die mit dem jeweiligen Verkehrsmittel zurückgelegt wird, als auch die zur Verfügung stehenden Alternativen zum MIV.




Eigene Darstellung: J.-M. Gutsche, A. Stein

Abb. 40: Wechselbeziehung zwischen der baulichen Struktur einer Region und deren individueller Nutzung durch die Haushalte und Unternehmen (Gutsche & Kutter, 2006, S. 67)

***Bauliche Struktur - individuelle Nutzung***

Gutsche und Kutter (Hg. 2006) zeigen auf, dass verkehrseffiziente Raumstrukturen nicht zwangsläufig auch ein solches Verhalten bedingen, dass aber durch Informations- und Beratungsangebote ein solches Verhalten gefördert wird.

***Ohne MIV erreichbare Ziele***

*„Umgekehrt können organisatorische Angebote den Bewohnern nur dann überzeugende Alternativen zu einem verkehrsaufwendigen und autoorientierten Alltag aufzeigen, wenn die Raumstruktur attraktive Ziele (Arbeitsplätze, Einkaufsgelegenheiten, Freizeitangebote) im Nahraum bzw. im Einzugsbereich des ÖPNV bereithält".* (Gutsche & Kutter, 2006, S. 67)

***Zusammenhänge***

Unweigerlich gibt es Zusammenhänge zwischen Zielpotenzial und Lage im Raum, so ist die Aktivitätendichte im städtischen Umfeld meist höher als im ländlichen Raum. Dies ist auch durch die höhere Bevölkerungsdichte bedingt und damit eng mit dem nächsten Kriterium verbunden.

***Indikator***

Als Indikator zur Messung des Zielpotenzials werden die Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg sowie die durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz (intern) herangezogen. Es wird bei den erreichbaren Dienstleistungen nur der Fußweg betrachtet, da es um die Vermeidung von Verkehr geht, die Verlagerung auf den ÖV wird unter dem nächsten Unterziel behandelt. Die Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen gibt Aufschlüsse darüber, ob eine Vermeidung des MIV in der gewählten Siedlungsstruktur überhaupt möglich ist und inwieweit Verkehr vermieden werden kann. Die durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz für interne Wege lässt Rückschlüsse auf die Verteilung der Arbeitsplätze und Arbeitskräfte im Raum zu.

#### 6.2.1.1.3 Einwohner - Bevölkerungsdichte (Quellpotenzial, Wohnformen)

***Einwohnerdichte und Verkehr***

Die Einwohnerdichte - als Quellpotenzial - lässt mehrere Rückschlüsse auf den Verkehr zu. Zuerst sind weniger dicht bewohnte Gebiete meist außerhalb des Stadtzentrums und ver-

ursachen damit mehr Verkehr. Weiters steigt die Pkw-Verfügbarkeit mit der Entfernung vom Stadtzentrum. Gerade diese trägt zu einem signifikant höheren Energieaufwand für weniger dicht besiedelte Gebiete - betreffend Verkehr - bei.

***Funktionenmischung***

Das Zusammenspiel von Quell- und Zielpotential ist ausschlaggebend für das Verkehrsaufkommen, das entsteht. Hierzu sei die Charta von Athen (1942) erwähnt, in der Le Corbusier die Trennung von Funktionen im Sinne einer „modernen Stadtplanung“ propagiert. Dieser Ansatz mag zu Zeiten der Industrialisierung nachvollziehbar gewesen sein, in der heutigen Dienstleistungsgesellschaft ist ein Trennen von lauten, Emissionen verursachenden Industrien jedoch meist nicht mehr erforderlich. Im Sinne einer Funktionenmischung wurde daher der Indikator „Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort“ herangezogen. Dieser zeigt an, ob die Funktionen Arbeiten und Wohnen gleichermaßen vertreten sind oder ob es sich eher um eine Wohn- oder Arbeitsstadt handelt.

***Systemübergreifende Indikatoren***

Der Systemübergreifende Indikator „Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort“ ist wichtig um die obengenannten Zusammenhänge zu beschreiben. Auf der Ebene der Kriterien und Indikatoren kann man dem hierarchischen Aufbau des Zielsystems der zu end-of-pipe Indikatoren führt durch Indikatoren entgegenarbeiten, die Bezüge herstellen. Eine weitere Möglichkeit sind Indikatoren die einen Bezug zu Entwicklungsgrenzen aufweisen wie Distance-to-Target Indikatoren. Beispiele für den Bezug zu Grenzen wären humanökologische Grenzen aber auch Schwellenwerte für Ausgaben in privaten Haushalten. Die Problematik bei solchen Indikatoren ist allerdings oft, dass die genauen Grenzwerte (noch) nicht bekannt sind. (Macoun, 2000)

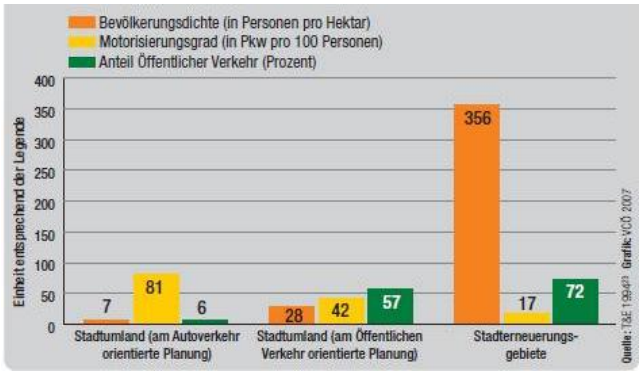



Abb. 41: Je höher die Siedlungsdichte, desto weniger Autoabhängigkeit (VCÖ, 2007, S. 32)

***Autoabhängigkeit und Siedlungsdichte***

Die nebenstehende Grafik zeigt den Zusammenhang der Autoabhängigkeit mit der Siedlungsdichte (Einwohner/ha). Dichter besiedelte Räume sind meist besser mit öffentlichen Verkehrsmitteln erschlossen, damit sinkt die Abhängigkeit vom Auto. In weniger dicht besiedelten Gebieten nimmt die Autoverfügbarkeit stark zu. Besseres ÖV-Angebot kann hier zwar entgegen wirken, ist jedoch nicht in der Lage ähnlich hohe Anteile am Verkehr zu übernehmen. Besonders am Autoverkehr orientierte Siedlungen mit extrem geringer Bevölkerungsdichte wirken sich negativ auf den ÖV-Anteil aus.

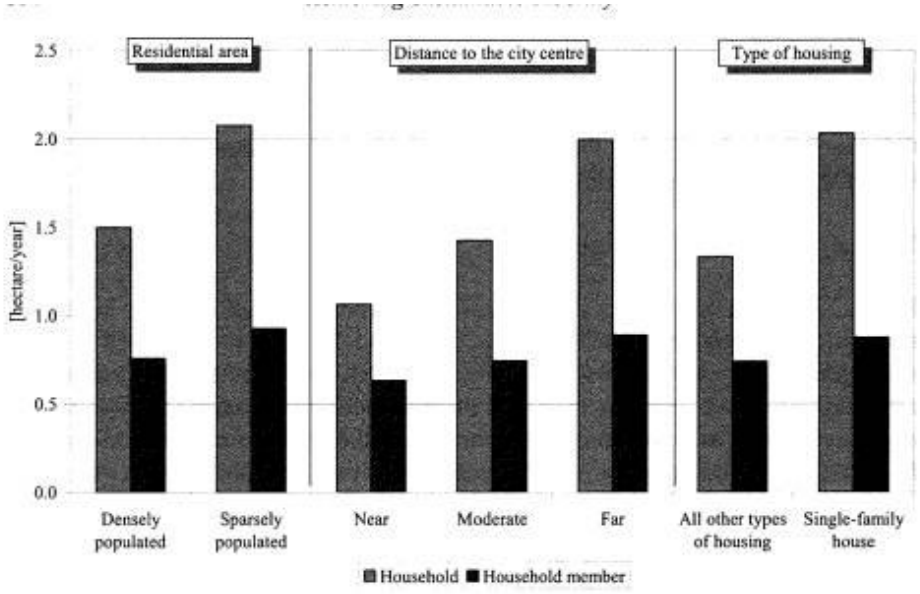



Abb. 42: Durchschnittlicher ökologischer Fußabdruck je Haushalt und Haushaltsmitglied kombiniert nach Siedlungsdichte, Entfernung zum Stadtzentrum und Gebäudeformen in Förde und Greater Oslo (Holden, 2007, S. 164)

***Siedlungsstruktur und ökologischer Fußabdruck***

Die hohen Verbrauchswerte durch den Verkehr wirken sich auch auf den ökologischen Fußabdruck verschiedener Siedlungsstrukturen aus. Für die radikal höheren ökologischen Fußabdrücke in weniger dicht besiedelten Gebieten, weiter vom Stadtzentrum gelegener Gebiete sowie Einfamilienhäuser sind Verkehr, Gebäudestruktur und Flächenverbrauch verantwortlich. Alleinstehende Ein- und Zweifamilienhäuser verbrauchen die meiste Siedlungsfläche, durch die Größe des Wohnraums auch am meisten Energie. Direkt abhängig von der Siedlungsfläche ist die benötigte Erschließungsfläche. Mit der größeren Entfernung vom Stadtzentrum nimmt die benötigte Siedlungs- und Erschließungsfläche zu. Damit besteht ein kausaler Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte, Entfernung vom Zentrum und Verkehrsaufkommen. Die untenstehende Tabelle belegt diese Zusammenhänge.

| Ortstyp/Ortsgröße | Motorisierte Verkehrsleistung km / 1000 Aktivitäten |
|---|---|
| Kernbezirke (Berlin) | 6.500 |
| Stadtrandsiedlung, gut ausgebaut: Spandau (Berlin) | 12.310 |
| Stadtrandsiedlung, gut ausgebaut: Unterzentrum (München) | 13.460 |
| Stadtrandsiedlung, gut ausgebaut: Gropiusstadt (Berlin) | 14.100 |
| Stadtrandsiedlung, "Schlafstadt": Stadtkante (Hamburg) | 18.280 |
| Ballungszentrum | 13.500 |
| Umlandgemeinde 110.000 Einwohner | 8.800 |
| Umlandgemeinde < 45.000 Einwohner | 13.300 |
| Umlandgemeinde < 20.000 Einwohner | 14.500 |
| Umlandgemeinde < 7.500 Einwohner | 14.300 |
| Umlandgemeinde < 5.000 Einwohner | 20.500 |

Tab. 8: Motorisierte Verkehrsleistung in Abhängigkeit von Ortstyp und Ortsgröße (Kutter 1991, S. 473)

***Zusammenhang mit Haushaltseinkommen***

Holden (2007) hält im Zusammenhang mit Siedlungsstrukturen auch fest, dass im Durchschnitt Haushaltseinkommen in dichter besiedelten Gebieten und der Nähe von Stadtzentren höher sind als in weniger dicht besiedelten Gebieten. Damit ist ein direkter Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte und Haushaltseinkommen gegeben, der bei der Nutzwertanalyse betrachtet werden muss. (Holden, 2007, S. 164)

***Indikator***

Als Indikatoren wird zum Einen die Bevölkerungsdichte „Personen/km2“ herangezogen. Die Anzahl der Bewohner je Fläche lassen Rückschlüsse auf Siedlungsstruktur, also Dichte der Bebauung, zu. Zum Anderen trifft das Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort zu den Arbeitskräften am Wohnort eine Aussage über die Durchmischung der Funktionen Arbeiten und Wohnen.

#### 6.2.1.2 Gesellschaftliche Trends

***Trends und Verkehr***

Verkehr ist eng mit gesellschaftlichen Trends verbunden. Dazu gehört zum einen das Auto als Prestigeobjekt, aber auch viele weitere Veränderungen in der Gesellschaft, die Auswirkungen auf den Verkehr haben. Es spielt beispielsweise mit, ob jemand die finanziellen Mittel hat, um sich ein Auto zu leisten. Wie bereits weiter oben erwähnt, hängen gerade davon auch weitere Faktoren ab, wie die Wahl des Wohnortes. Auch Veränderungen in der Arbeitswelt, der Freizeitgestaltung, sowie der demographische Wandel haben Auswirkungen auf den Verkehr. Das Decken von Bedürfnissen ist der Grund, warum Verkehr hauptsächlich entsteht, jedoch beeinflussen auch Wünsche und Idealvorstellungen die Entstehung von Verkehr. Die untenstehende Grafik verdeutlicht, dass nicht nur die Siedlungsstruktur, sondern auch gesellschaftliche Trends (verallgemeinert) das Kon-

sumverhalten und damit auch Verkehr und Umweltauswirkungen von Haushalten beeinflussen.

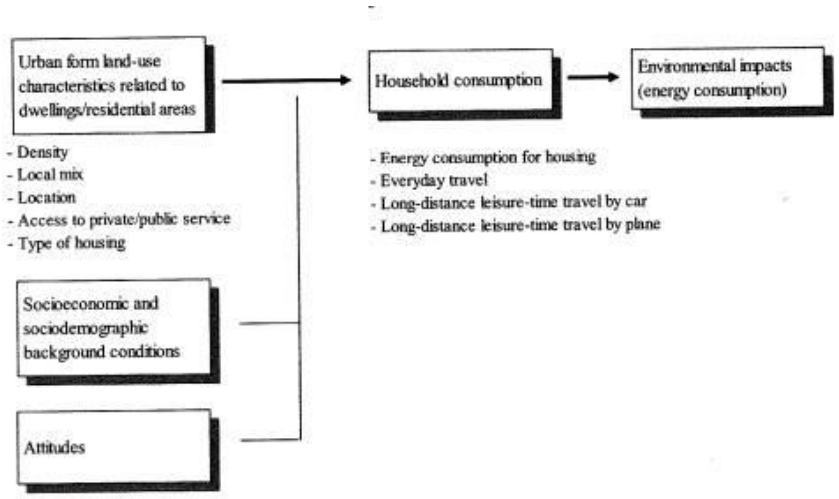



**Figure 7.1 Causal relations between characteristics of households and their houses, household consumption and environmental impacts**

Abb. 43: Kausale Zusammenhänge zwischen Haushaltscharakteristika und ihren Gebäudeformen, Konsum und Umweltbelastungen (Holden, 2007, S. 147)

### 6.2.1.2.1 Sozioökonomischer Hintergrund - Einkommen Haushalt

***Durchschnittliche Verkehrsausgaben***

In Österreich geben die privaten Haushalte durchschnittlich 16,1 % ihrer monatlichen Haushaltsausgaben für „Verkehr“ aus. Damit stehen die Ausgaben für Verkehr gleich nach jenen für „Wohnen, Energie“ mit 22,3 %. Dies bedeutet ein nominelles Wachstum der Ausgaben für Verkehr um 11,9 % von der Konsumerhebung 1999/2000 zur Konsumerhebung 2004/2005. Je nach Einkommen variieren die Ausgaben für Verkehr stark und sind insbesondere mit der Anzahl der verfügbaren Pkw gekoppelt. (Statistik Austria, 2005)

***Höheres Einkommen, höhere Ausgaben für Verkehr***

Nicht nur absolut geben Haushalte mit höheren Einkommen mehr Geld für Verkehr aus, als Haushalte mit geringeren Einkommen. Auch prozentuell steigen die Verkehrsausgaben von 9,4 % auf 18,6 % vom ersten zum vierten Quartil. Nicht nur bei der Kfz-Anschaffung wird mehr Geld ausgegeben, je höher das Einkommen ist, auch bei den Ausgaben für Reparatur, Zubehör und Treibstoffe ist ersichtlich, dass das erste Quartil am wenigsten Geld dafür ausgibt. Genau umgekehrt ist das prozentuelle Verhältnis von Ausgaben für den öffentlichen Verkehr. Diese nehmen von einem Prozent der Ausgaben auf 0,6 % vom ersten zum vierten Quartil ab, obwohl absolut auch hier die Besserverdienenden mehr ausgeben.

| | Verkehrsausgaben je Haushalt und Monat | | | | | | Monatliche Verkehrsausgaben insgesamt | | Monatliche Konsumausgaben ohne Verkehrsausgaben | Konsumausgaben je Haushalt und Monat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kfz-Anschaffung | | Kfz-Reparatur, Zubehör, Treibstoffe | | Öffentlicher Verkehr | | | | | |
| | Euro | Prozent | Euro | Prozent | Euro | Prozent | Euro | Prozent | Euro | Euro |
| 1. Quartil* | 43 | 3,1 | 71 | 5,2 | 14 | 1,0 | 129 | 9,4 | 1.245 | 1.374 |
| 2. Quartil* | 116 | 5,5 | 196 | 9,2 | 18 | 0,9 | 330 | 15,6 | 1.790 | 2.120 |
| 3. Quartil* | 195 | 7,1 | 229 | 8,3 | 19 | 0,7 | 443 | 16,1 | 2.304 | 2.747 |
| 4. Quartil* | 372 | 9,7 | 318 | 8,3 | 24 | 0,6 | 714 | 18,6 | 3.127 | 3.841 |
| alle Haushalte | 184 | 7,3 | 206 | 8,1 | 19 | 0,7 | 409 | 16,1 | 2.130 | 2.536 |

* Die Haushaltseinkommen der Haushalte in Österreich werden der Größe nach geordnet und in vier gleich große Gruppen (Viertel oder Quartile) geteilt. Im untersten oder einkommensschwächsten Viertel der Haushalte befinden sich demnach jene 25 Prozent der Haushalte in Österreich mit den niedrigsten Haushaltseinkommen (erstes Quartil). Im einkommensstärksten Viertel der Haushalte befinden sich demnach jene 25 Prozent der Haushalte in Österreich mit den höchsten Haushaltseinkommen (viertes Quartil).

**Quelle:** Statistik Austria 2006[87], WIFO 2009[58]
**Tabelle:** VCÖ 2009

Abb. 44: Je höher das Einkommen, desto mehr wird für Pkw ausgegeben (VCÖ, 2009, S. 18)

***Pkw-Verfügbarkeit***

Betrachtet man die Pkw-Verfügbarkeit, zeigt sich, dass die 25 % der Haushalte mit dem niedrigsten Einkommen zu 60 % kein Auto zur Verfügung haben. Im nächsten Quartil sind es immerhin noch 24 % der Haushalte, die kein Auto besitzen. Auch die Anzahl der Pkw nimmt mit dem Haushaltseinkommen zu, 16 % der Haushalte im vierten Quartil besitzen drei oder mehr Pkw.

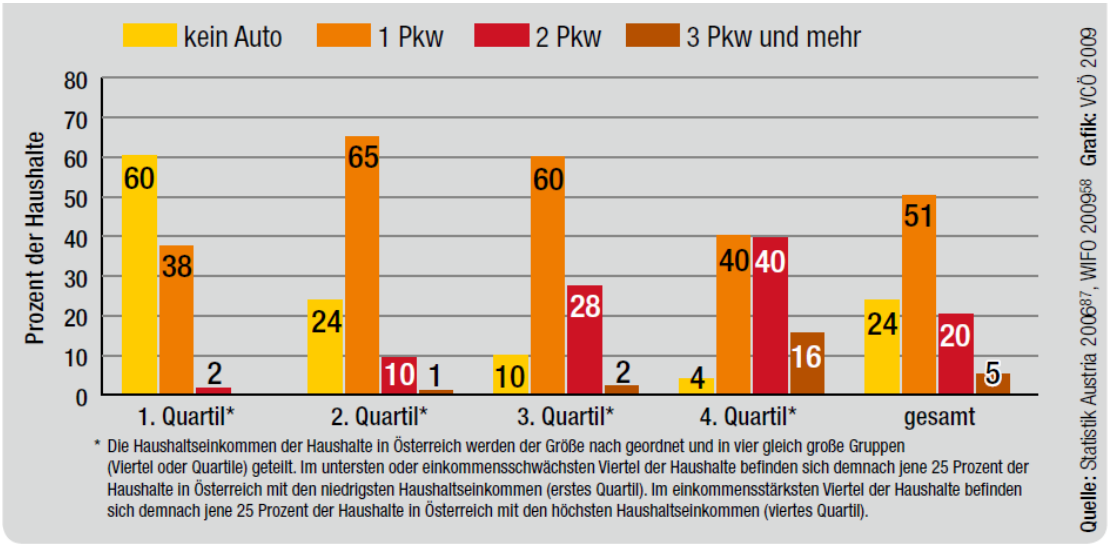



Abb. 45:Wer mehr Geld zur Verfügung hat, gibt mehr Geld für Pkw aus. (VCÖ, 2009, S. 20)

***Indikator Einkommen und Motorisierungsgrad***

Der sozioökonomische Hintergrund beeinflusst verschiedene Aspekte des Verkehrs. Weiter oben wurde bereits erwähnt, dass ärmere Haushalte tendenziell weiter vom Stadtzentrum entfernt leben. Damit müssen Personen aus ärmeren Haushalten tendenziell weitere Wege auf sich nehmen, um beispielsweise den Arbeitsplatz zu erreichen. Weiters sind genau jene 25 % der Haushalte besonders auf den öffentlichen Verkehr angewiesen. Bezogen auf die Verkehrsvermeidung ist insbesondere der Motorisierungsgrad ausschlaggebend, der wie bereits erläutert besonders vom Einkommen der Haushalte abhängt.

#### 6.2.1.2.2 Disperse Arbeitsmodelle

***Arbeitsmodelle und Verkehr***

In der heutigen Gesellschaft gibt es viele verschiedene Arbeitsmodelle. Diese verursachen zum Teil mehr, zu einem anderen Teil weniger Verkehr. Als verkehrsparendes Arbeitsmodell kann zum Beispiel Home- oder Teleworking gesehen werden. Mit der Möglichkeit auch von zu Hause aus zu arbeiten werden einmal bis mehrmals wöchentlich die Wege zur Arbeit eingespart. Andererseits werden insbesondere in international tätigen Firmen Angestellte „gezwungen“ auch mehrmals wöchentlich ins Ausland zu fliegen.

***Berücksichtigung in Studien***

Verschiedene Arbeitszeitmodelle wirken sich nur relativ gering auf die Verkehrsentstehung aus, da trotz flexibler Arbeitszeit meist der Weg in die Arbeit angetreten wird. Anders stellt sich dies bei der Möglichkeit der Arbeit von zu Hause aus dar. Dies kann einzelne, aber auch mehrere Wochentage sowie nur einzelne Stunden am Tag betreffen. Damit wirkt sich dieses Arbeitsmodell je nach Ausprägung bedingt auf die Verkehrsentstehung aus. In den meisten Studien wird diese Möglichkeit des Arbeitens jedoch nicht berücksichtigt. Damit ist eine Vergleichbarkeit der Auswirkungen nicht möglich, da es auch keinen Indikator für diese Änderung in der Arbeitswelt gibt, kann dieses Kriterium in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt werden. Nichtsdestotrotz muss diese Änderung in zukünftige Planungen einfließen und sollte deshalb hier kurz Erwähnung finden.

***Indikator***

Während veränderte Arbeitszeitmodelle nur bedingt erfasst werden können, ist die Wahl des Verkehrsmittels für dienstliche Wege eine Möglichkeit Änderungen im Wandel von der Dienstleistungs- zur Informationsgesellschaft zu verfolgen.

#### 6.2.1.2.3 Differenzierte Freizeitgestaltung

***Freizeitgestaltung und Verkehr***

Während das Pendeln zur und von der Arbeit den meisten täglichen Verkehr verursacht, ist auch der Freizeitverkehr - hauptsächlich an den Wochenenden, aber auch unter der Woche - nicht zu vernachlässigen. Je nach Wohnort (nahe dem Zentrum, weiter entfernt etc.) und Freizeitprogramm entsteht unterschiedlich viel Verkehr (Pkw-Kilometer).

***Längere Wegelängen am Wochenende?***

Verschiedene Theorien besagen, dass das Fehlen von großen Grün- und Erholungsräumen in Städten am Wochenende kompensiert würde. Andere wiederum sehen die gewonnene Zeit durch kürzere Arbeitswege als Grund für die weiteren Reisen an Wochenenden. Peter Næss ging dem Phänomen des Freizeitverkehrs im Vergleich zu den Wegelängen während der Woche in einer Studie rund um Kopenhagen nach. Dabei konnte festgestellt werden, dass zwar die an Wochenenden zurückgelegten Wegelängen von Personen in urbanen Gebieten etwas länger sind, als jene von Personen in länd-

licheren Räumen, dass diese längeren Wege allerdings nicht die während der Arbeitswoche „eingesparten Kilometer“ aufwiegen. Weiters konnte keine generelle Tendenz für kompensatorische Reisen an Wochenenden erkannt werden, vielmehr ist die Reiseweite am Wochenende viel weniger von der Bebauungsdichte abhängig. (Næss, 2006, S. 202–217)

***Verkehrseffekte durch Freizeitverkehr***

Insbesondere in dichter besiedelten Gebieten lassen sich folgende Verkehrseffekte ableiten:

- längere Distanzen, die mit dem Auto zurückgelegt werden,
- etwas längere Distanzen (gesamt) an Wochenenden,
- niedriger Prozentsatz bei der Verwendung des ÖV sowie
- weniger Fußwege an Wochenenden.

(Næss, 2006, S. 206)

***Urlaub und Flüge***

Ein weiteres Phänomen zeigt auf, dass die Anzahl der Flugreisen von Städtern höher ist. Auch hier spricht Næss allerdings nicht von Kompensationseffekten der fehlenden eigenen Gärten, sondern eher von Einstellungen - dem ‚cosmopolitan lifestyle‘. Eine weitere Begründung findet er in den Antworten vieler Interviewten, denn bei der urbanen Bevölkerung ist weniger Freizeit an Gartenarbeit oder Instandhaltungsarbeiten am Haus gebunden. (Næss, 2006, S. 202–217)

***Indikator***

Es sind von der Freizeitgestaltung also verschiedene Verkehrseffekte mit Umweltauswirkung ableitbar, die wiederum mit anderen Kriterien, wie der Siedlungsdichte zusammenhängen. Insbesondere die Wahl des Verkehrsmittels gibt Aufschlüsse über zurückgelegte Wegelängen und Klimawirkung. Deshalb wird für das Kriterium Freizeitverkehr der Anteil der Wege in der Freizeit im MIV herangezogen.

#### 6.2.1.2.4 Soziodemographischer Hintergrund - Altersstrukturen

***Demographischer Wandel und Mobilität***

Steigende Lebenserwartung und sinkende Geburtenrate wirken sich auf die Altersstruktur der Bevölkerung aus. Bereits 2030 werden 31 % der Bevölkerung in Österreich über 60 Jahre alt sein. Im Jahr 2007 waren es 22 %. Die veränderten Bevölkerungsstrukturen wirken sich auch auf die Mobilität der Bevölkerung aus, es werden andere Ansprüche an Verkehr, Verkehrsmittel und Raumstrukturen gestellt. Derzeitige Trends, wie der Motorisierungsgrad oder die zunehmende Autoabhängigkeit wirken sich insbesondere auf die Möglichkeiten - auch im hohen Alter - mobil zu sein aus. (Dangschat & Blum, 2007, S. 9–10)

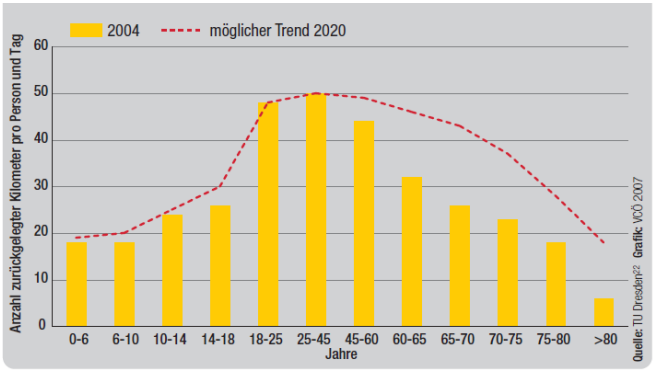



Abb. 46: Anzahl der zurückgelegten Kilometer steigt in Zukunft vor allem bei älteren Menschen (Dangschat & Blum, 2007, S. 12)

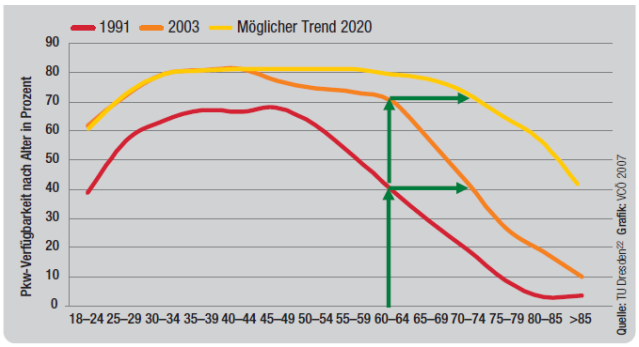



Abb. 47: Pkw-Verfügbarkeit steigt vor allem bei älteren Menschen (Dangschat & Blum, 2007, S. 14)

***Motorisierungsgrad im Alter nimmt zu***

Nicht nur steigende Lebenserwartung auch zunehmend im Alter agilere und mobilere Menschen bedingen in Zukunft vor allem in der Generation 60+ einen Anstieg der zurückgelegten Wegelänge. Dies ist insbesondere auf die steigende Motorisierung dieser Generation zurückzuführen. Bereits heute besitzen 92 % der Männer und 49 % der Frauen über 60 einen Führerschein, in der Generation der 51-60 Jährigen sind es 96 % der Männer und 86 % der Frauen. Damit steigt auch die Bereitschaft, der Wunsch oder auch der Bedarf sich ein Auto zu kaufen. Bereits 2005 waren die über 60 Jährigen an der Spitze der Neuwagenkäufer, bis 2050 wird der Absatz an über 60 Jährige durch die erhöhte Eigenständigkeit und mehr zur Verfügung stehendes Kapital weiter ansteigen. Besonders bei älteren Menschen steigt damit die Pkw-Verfügbarkeit in den nächsten Jahren rasant an. (Dangschat & Blum, 2007, S. 12–15)

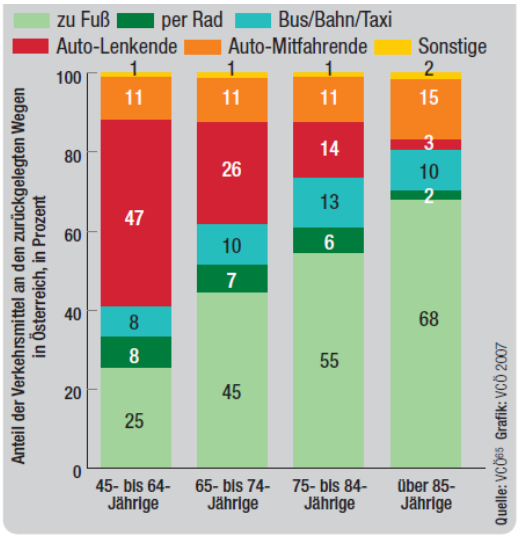



Abb. 48: Im Alter sind die eigenen Beine das wichtigste Verkehrsmittel (Dangschat & Blum, 2007, S. 27)

***Anzahl der Fußwege nimmt zu***

Trotz der höheren Kfz-Verfügbarkeit nimmt mit steigendem Alter die Anzahl der zu Fuß zurückgelegten Wege ab 60 wieder zu. Grund sind hier zum einen Einschränkungen durch Medikamenteneinnahme, aber auch zunehmende Behinderungen durch Sehschwächen und Körperbehinderungen sowie ein gesteigertes Unsicherheitsgefühl bei hohen Geschwindigkeiten. Gerade für ältere Menschen ist zur Sicherstellung der Mobilität ein funktionierendes und barrierefreies öffentliches Verkehrssystem von großer Bedeutung. (Dangschat & Blum, 2007, S. 26–33)

***Mobilität von Kindern***

Kinder sind besonders auf Mobilität unabhängig vom Auto angewiesen, um selbstständig am Verkehr teilzunehmen. Auch für diese ist ein attraktives und sicheres Fußwegenetz von größter Bedeutung. Die Wahl des Verkehrsmittels in der Kindheit hat auch große Auswirkungen auf die zukünftige Gestaltung der Mobilität. Lernen Kinder sich selbstständig und ohne Aufsicht im Verkehrsgeschehen zu bewegen, sind sie zum einen sicherer, da damit das Unfallrisiko sinkt, zum anderen wird auch das Mobilitätsverhalten im Erwachsenenleben geprägt. Kinder, die von ihren Eltern überall hin mit dem Auto gebracht werden, werden auch selbst als Erwachsene stark vom Auto abhängig sein. Damit ist wiederum der Kreislauf zur verstärkten Umweltbelastung geschlossen, aus dem es in Zukunft auszubrechen gilt. (Dangschat & Blum, 2007, S. 31)

***Indikator***

Der soziodemographische Hintergrund ist eng mit dem Motorisierungsgrad und der Verkehrsmittelwahl verbunden. Maßnahmen, die zur Verkehrsvermeidung beitragen, sind insbesondere für Menschen ohne eigenes Auto von Bedeutung, dies sind Kinder bis 17 und Erwachsene ab ca. 75 Jahren. Um den Motorisierungsgrad in Zusammenhang mit Personen im „fahrtüchtigen“ Alter zu stellen, wird der Indikator „Anteil der Bevölkerung zwischen 15-75 Jahren“ gewählt. Eine gute Durchmischung der Bevölkerung trägt außerdem zu nachhaltiger Siedlungsentwicklung und -gestaltung bei und vermeidet so Verkehr. Hier kann aber auch der Umkehrschluss getroffen werden, dass eine nicht nachhaltige Siedlungsstruktur nicht für alle Altersklassen interessant ist und damit vor allem durch Kfz-Besitz „unabhängige“ Bewohner anzieht.

#### 6.2.1.2.5 Bedürfnisse - "Wünsche Ideale"

***Gesellschaftliche Ideale***

Veränderungen in Wünschen und Idealen spiegeln Veränderungen in einer Gesellschaft wider. Dazu zählen sowohl materielle, soziale und gesundheitliche Idealbilder und Wünsche. Im Bezug auf die Gesundheit haben sich insbesondere Idealbilder im Aussehen verändert. Bezogen auf soziale Werte ist die Familie vielerorts etwas in den Hintergrund gerückt, die Anzahl der gewünschten Kinder nimmt ab. Materielle Idealbilder bestehen beispielhaft aus einem Haus im Grünen und einem Pkw, idealerweise einer bestimmten Marke. Geänderte Idealbilder beeinflussen das Verhalten im Hinblick auf Standortwahl, Einkaufsverhalten, Freizeitgestaltung, Berufswahl etc. und wirken sich damit auf den Verkehr aus.

***"Everything changes, but nothing really happens"***

Diese Aussage trifft sowohl für die sogenannte „Hypermobilität“ als auch für die Situation, in der sich viele, vor allem junge Menschen in der Moderne finden. Gerade durch die heutige Mobilität ist es möglich Distanzen zu „verringern“ (Zeit), jedoch den Abstand zu vergrößern. So ist es für viele nicht leicht sich in die Gesellschaft einzuordnen, einen Platz zu finden. In der Moderne sah man früher das Problem im räumlichen Sinne ausgeschlossen zu sein - nicht erreichbar zu sein. Heute wird das Gefühl als Angst von anderen demontiert oder überholt zu werden (in Zeit und Geschwindigkeit) beschrieben. (Bergmann & Sager, 2008, S. 16–17)

***Indikator***

Zur Befriedigung von Bedürfnissen, Wünschen und Idealen im materiellen Sinn gehen Menschen Einkaufen. Ob sie dies im MIV, ÖV oder nicht motorisiert erledigen, hängt von verschiedenen Faktoren ab. In diesem Zusammenhang ist insbesondere interessant, ob eine Befriedigung der Bedürfnisse (täglicher Einkauf) im MIV erfolgt. Darum wurde der Indikator Anteil der Wege im MIV gewählt.

### 6.2.2 Verkehr verlagern (Modal Split)

***Gliederung***

Nach Verkehr vermeiden ist das nächste Ziel den Verkehr - respektive den motorisierten Individualverkehr - auf andere, weniger umweltschädliche Verkehrsarten zu verlagern. Um dies zu erreichen, ist es wichtig die Attraktivität bzw. die Gründe für die Attraktivität verschiedener Verkehrsmittel zu kennen, zu beeinflussen und auch bewusst zu machen. Ein Grund für die Anziehungskraft eines Verkehrsmittels ist beispielsweise räumliche Nähe, weiters beeinflussen Intervallzeiten des öffentlichen Verkehrs, die Anschlussqualität, aber auch die Kosten. Bei den Kosten kann zwischen Bereitstellungskosten, also Kosten die nicht direkt beim Endverbraucher anfallen, wie Infrastrukturerrichtungs- und -erhaltungskosten sowie den Individualkosten unterschieden werden.

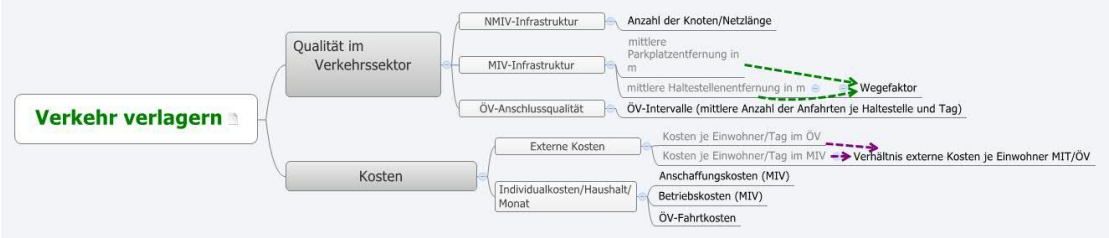



Abb. 49: Unterziel - MIVerkehr verlagern, Gruppen, Kriterien und Indikatoren

***Verlagern und Modal Split***

Verkehr zu verlagern auf umweltfreundliche, möglichst klimaschonende Verkehrsarten - den Umweltverbund - hängt stark mit dem Ziel Verkehr vermeiden zusammen. Insbesondere durch Pkw-Fahrten fallen lange Wegelängen an, die durch Benützung des Umweltverbundes oft geringer sind. Sozusagen als Hauptindikator der Verkehrsverlagerung gilt der Modal Split, die Verkehrsmittelwahl im Personenverkehr. Dieser wird durch die verschiedenen Kriterien beeinflusst und dient daher im Zusammenhang mit dieser Arbeit als Kontrollfaktor der Auswirkungen verschiedener Kriterien auf die Verkehrsmittelwahl und damit auf die Verlagerungspotenziale.

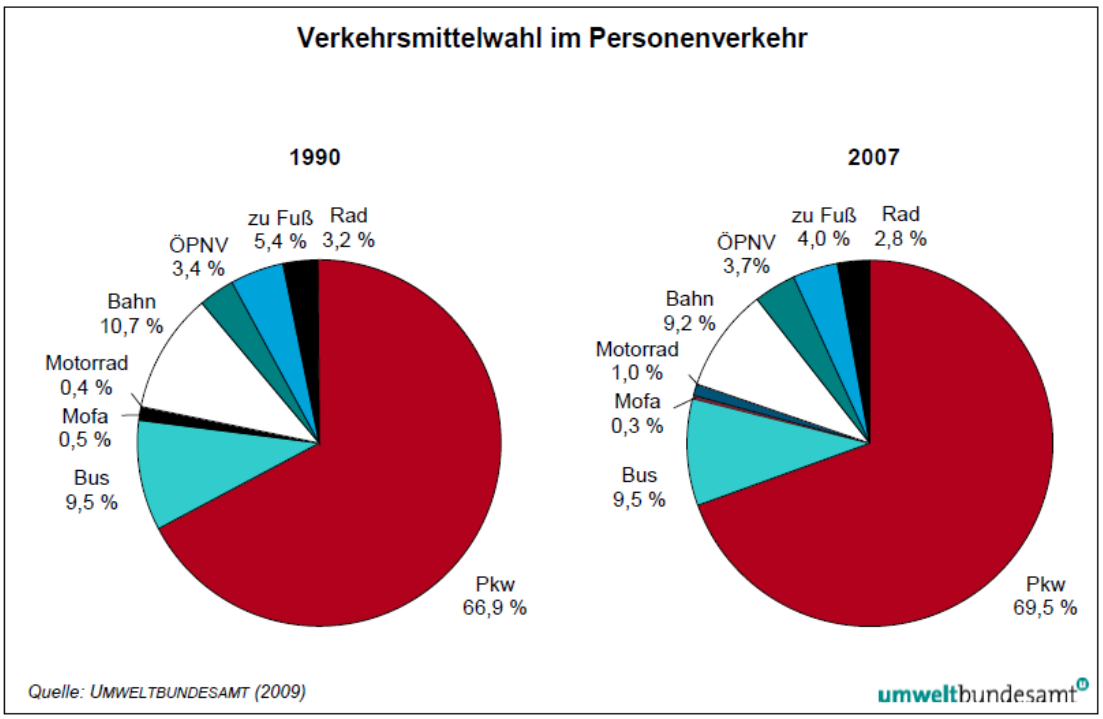



Abb. 50: Aufteilung der Verkehrsmittelwahl (Modal Split) im Personenverkehr, 1990 und 2007 (Umweltbundesamt, 2009, S. 111)

### 6.2.2.1 Erreichbarkeit - Infrastrukturqualität

***Erreichbarkeit und Verlagerung***

Je nach Ausstattung der Umgebung ist eine Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs in Richtung NMIV und ÖV wahrscheinlicher, oder eher unwahrscheinlich. Dazu gehört

sowohl die Qualität der Fuß- und Radwege, wie die Gestaltung der Umgebung, die Entfernung der Wohnung/des Arbeitsortes vom Parkplatz oder der ÖV-Haltestelle. All diese Kriterien wurden zur Gruppe Erreichbarkeit zusammengefasst und in den folgenden Unterkapiteln kurz beschrieben.

***Widerstandsfunktion***

Zur Berechnung des Aufwandes werden für den Verkehr Widerstandsfunktionen eingesetzt. Diese sind aus dem newtonschen Gravitationsgesetz hergeleitet worden. Verkehrsmodelle „*beschreiben die Wahrscheinlichkeit eines Weges von i nach j (Fij) in Abhängigkeit des Quellpotentials (I) und des Zielpotentials (J) und dem mit dem Weg verbundenen Widerstand in folgender Form:*

$$Fij = k \times \frac{I \times J}{f(Wij)}; k = konst.$$

Beispielsweise Wegentfernung, Zeitaufwand oder Kosten, als Aufwand (Wij) bestimmen die Widerstandsfunktion [f(Wij)]. „*Der Gehwiderstand beeinflusst die Verkehrsmittelwahl über die Zugangswege bedeutend.*“ Mit diesem Wissen kann die Wahrscheinlichkeit der Benutzung verschiedener Verkehrsmittel abgeleitet werden. (Knoflacher, 2006, S. 22)

#### 6.2.2.1.1 NMIV-Infrastruktur

***Wegwiderstand und Attraktivität***

Bereits in der Einleitung zu dieser Gruppe „Erreichbarkeit - Infrastrukturqualität“ wurde die Widerstandsfunktion beschrieben. Diese gibt an, wie attraktiv es ist einen Weg mit einem bestimmten Verkehrsmittel zu benutzen. Besonders im Fußgängerverkehr spielt die Attraktivität der Umgebung eine besondere Rolle, ist beispielsweise der Fußweg zu schmal oder die Umgebung sehr eintönig, erhöht sich der Wegwiderstand. Damit sinkt die Wahrscheinlichkeit des Zufußgehens.

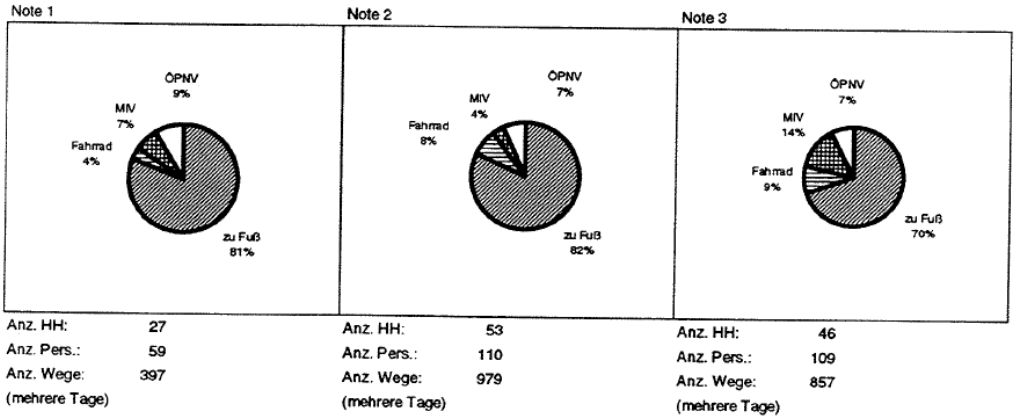
***Auswirkungen des Fußwegenetzes auf den Anteil der Fußwege***

Als Indikatoren für die Netzdichte dienen:

- Blocklänge,
- Netzlänge und
- Knotenanzahl.

Bei der Erhebung zur Wiener Zukunftskonferenz konnte deutlich festgestellt werden, dass je *„grobmaschiger das Netz wird, um so größer wird der Anteil des Autoverkehrs, aber auch des Fahrrades während der Fußgeher Anteile verliert.“* Dies wird auch in der untenstehenden Abbildung deutlich. (Knoflacher, 1995, S. 27–28)

| Note | Verwendete Merkmale |
|---|---|
| 1 | Blocklänge (<100m); Netzlänge (>600 m); Knotenzahl (>16) |
| | Knotenzahl (>20); Blocklänge (>700) |
| | Knotenzahl (>25) |
| 2 | Blocklänge (100 - 160 m); Netzlänge (500 - 600 m); Knotenzahl (11 - 16) |
| | Knotenzahl (>14); Netzlänge (>500) |
| | Knotenzahl (9 - 16); Netzlänge (>600) |
| 3 | Netzlänge (< 500 m); Knotenzahl (<11) |
| | Knotenzahl (< 8) |
| | Netzlänge (< 400) |




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Anz. HH: | 27 | Anz. HH: | 53 | Anz. HH: | 46 |
| Anz. Pers.: | 59 | Anz. Pers.: | 110 | Anz. Pers.: | 109 |
| Anz. Wege: | 397 | Anz. Wege: | 979 | Anz. Wege: | 857 |
| (mehrere Tage) | | (mehrere Tage) | | (mehrere Tage) | |

Abb. 51: Modal-Split in Abhängigkeit von der Dichte des Fußwegenetzes bei Wegen, die kürzer als 2 km sind (Knoflacher, 1995, S. 28)

***NMIV und ÖV***

Der Fußgänger- und Fahrradanteil ist eng mit dem Anteil des öffentlichen Verkehrs verbunden. Verbesserungen im ÖV beispielsweise durch engere Intervalle, Taktfahrplan oder Anschlusssicherung ziehen meist zuerst die Anteile vom NMIV ab, bevor der Pkw-Anteil an den Wegen sinkt.

***Indikator***

Wie ansprechend eine Umgebung von Passanten eingeschätzt wird, hängt von vielen - auch persönlichen - Faktoren ab. Objektiv feststellbar können Baublocklänge, Netzlänge und Knotenanzahl herangezogen werden, um die Attraktivität eines Gebietes für Fußgänger und/oder Fahrradfahrer zu bewerten.

#### 6.2.2.1.2 MIV-Infrastruktur

***MIV-Infrastruktur und Verlagern***

Das Nutzen eines Verkehrsmittels in diesem Fall des Autos hängt stark von den Vorteilen, die mir dieses bietet ab. Gerade mit einem eigenen Auto identifizieren sich Autofahrer sehr leicht. Um Verkehr vom Kfz auf andere Modi zu verlagern, bedarf es besonderer Maßnahmen, die Verwendung des Autos unattraktiv zu gestalten. Eine solche politische Entscheidung ist gerade in einer sehr autoorientierten Gesellschaft oft mit Hemmnissen verbunden - man fürchtet um Wählerstimmen.

***Kfz-Verkehr unattraktiver gestalten***

Um den Kfz-Verkehr unattraktiver - gegenüber ÖV und NMIV - oder zumindest gleichwertig zu gestalten, gibt es viele Möglichkeiten und verkehrsplanerische Ansätze. Dazu zählen unter anderem:

- autofreie Räume,
- Begegnungszonen,
- Tempolimits,
- City Maut,
- Parkrestriktionen (Gebühren, Kurzparkzonen).

***MIV und andere Modi***

Die Qualität des MIV beeinflusst stark die Wahl des Verkehrsmittels Auto. Gerade im Hinblick auf die Verlagerungspotentiale in Richtung öffentlichen Verkehrs oder intermodalen Verkehrs ist die ständige und rasche Verfügbarkeit des Kfz ein Hemmnis. Insbesondere auf kurzen Strecken ist Bewusstseinsbildung von Nöten, um eine Verlagerung auf den nicht motorisierten Verkehr zu erreichen.

***Indikator***

Besonders die Bequemlichkeit der Autofahrer verhindert eine Verlagerung des MIV auf den ÖV. Hohe Parkplatzdichten und Parkplätze direkt vor dem Haus sind damit die größte Konkurrenz zum ÖV, da Haltestellen oft weiter entfernt sind, als der Parkplatz des Pkw. Parkplatz Verfügbarkeit/Dichte bzw. die Entfernung zum nächstgelegenen Parkplatz beeinflussen direkt die Verkehrsmittelwahl und sind daher Indikator für die MIV-Infrastrukturqualität. In weiterer Folge kann aus Parkplatzentfernung und Haltestellenentfernung der Wegefaktor berechnet werden (siehe Indikatoren).

#### 6.2.2.1.3 ÖV-Anschlussqualität

***ÖV-Qualität und Verlagerungspotenzial***

Die Qualität des öffentlichen Verkehrs im Vergleich zu anderen Verkehrsmodi ist ausschlaggebend für dessen Verlagerungspotenzial. Durch Verlagerung des MIV auf den ÖV kann zum einen $CO_2$ durch Autofahrten verringert werden, zum anderen erhöht sich die Effektivität des ÖV und dadurch wird wiederum die Umweltbilanz verbessert. Zur Messung der ÖV-Qualität stehen viele Indikatoren zur Verfügung, die im folgenden Absatz aufgezeigt werden.

***Indikatoren zur Feststellung der Qualität des ÖPNV***

- Netzdichte
- Fahrzeit (Beförderungsgeschwindigkeit)
- Umsteigenotwendigkeit
- Tarif
- Angebotsqualität: Netzlänge und Takt
- Anzahl der Haltestellen
- Qualität der Haltestellenausstattung, Fahrzeuge, Freundlichkeit des Personals, ...

(Klein, 1999, S. 77–79)

***ÖV-Haltestellen Angebot***

Es konnte im Zuge der Erhebungen zur Wiener Zukunftskonferenz ein korrelierender Zusammenhang festgestellt werden. Bei dem Vorhandensein einer oder mehrerer Haltestellen in

einem Umkreis von 200 Metern steigen sowohl Fuß- als auch ÖPNV-Anteil, wohingegen der MIV sinkt. Dieser ist mit 42 % der Wege am höchsten, wenn sich keine Haltestelle in einem Umkreis von 200 Metern befindet. (Knoflacher, 1995, S. 28–29)

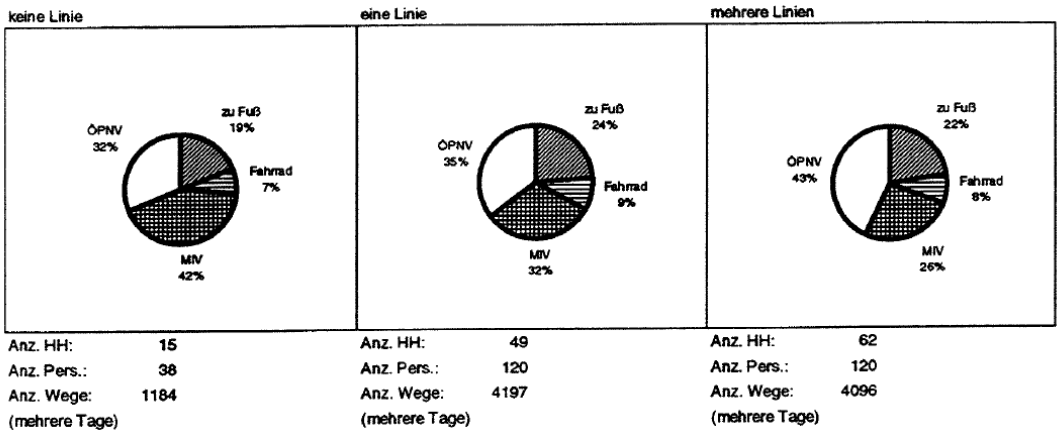



Abb. 52: Modal-Split in Abhängigkeit vom Angebot des öffentlichen Verkehrs im Umkreis von 200 m (Knoflacher, 1995, S. 29)

***Indikator***

Gut vergleichbarer Indikator für den ÖV ist die fußläufige Entfernung zur nächsten Haltestelle. Der Vergleich dieses Indikators mit der Entfernung zum nächsten Parkplatz ergibt den Wegefaktor. Weitere quantitativ vergleichbare Indikatoren sind die Intervalle des ÖV an den erreichbaren Haltestellen.

### 6.2.2.2 Kosten durch Verkehr

***Kostenwahrheit und Verlagerung***

Die Verkehrsmittelwahl wird in immer höherem Ausmaß von den Kostenverhältnissen zwischen MIV und ÖV beeinflusst. Zur Verfolgung des Ziels „Verkehr verlagern“ ist daher insbesondere von großer Bedeutung, wie diese Kosten wahrgenommen werden. Dazu zählen die externen Kosten, die nicht im privaten Haushalt direkt anfallen, aber auch meist nicht gedeckt sind, genauso, wie die monatlichen Kosten der Haushalte für den Verkehr.

#### 6.2.2.2.1 Externe Kosten

***Externe Kosten und Verlagerung***

Externe Kosten im Verkehr werden von den privaten Haushalten nicht direkt wahrgenommen. Nichtsdestotrotz schlagen diese Kosten auf die öffentlichen Haushaltskosten des Bundes, der Länder sowie der Gemeinden. Diese Entscheidungsträger müssen ihre Politik in der Öffentlichkeit rechtfertigen. Gerade aus diesem Grund ist es wichtig, diese negativen externen Effekte für die Entscheidungsträger aufzuzeigen, aber auch der Bevölkerung offenzulegen, um die politischen Entscheidungen in eine nachhaltige Richtung zu lenken.

*Zusammenhang mit anderen Kriterien*

Externe Effekte des Verkehrs wirken sich auf alle anderen Kriterien mehr oder weniger aus. Dazu zählen, bezogen auf diese Arbeit, insbesondere die Kosten durch Luftverschmutzung, aber auch Kosten durch den Netto-Verlust an Agglomerationsnutzen, die in den Kriterien Lage im Raum und Umweltbelastungen im Lebenszyklus ersichtlich sind. Weiters sind an dieser Stelle die Unfallkosten anzumerken, die auch einen hohen Anteil der externen Kosten verursachen. Dennoch sind sie in dieser Arbeit aufgrund der klimabezogenen Ausrichtung nur unter dieser Kategorie erfasst.

*Indikator*

Um einen für alle Alternativen vergleichbaren Indikator, für die externen Kosten zu erhalten, wurden die „Relativen externe Effekte je Einwohner MIV/ÖV“ errechnet. Da eine Absolutzahl der externen Kosten je Personenkilometer im ÖV oder MIV aufgrund der unterschiedlichen Einwohnerzahlen nicht aussagekräftig ist, wurde dieser Indikator errechnet. Basis sind dabei zurückgelegte Personenkilometer, externe Kosten bezogen auf Personenkilometer sowie die Einwohnerzahl.

#### 6.2.2.2.2 Individualkosten je Haushalt und Monat

*Haushaltskosten und Verlagerungspotential*

Aufgrund der unterschiedlichen Ausgaben der Haushalte für den MIV, sowie den ÖV kann davon ausgegangen werden, dass bei Veränderungen der Preise, in welche Richtung auch immer, auch eine Veränderung der Verkehrsmittelwahl und damit eine Umschichtung von Haushaltsgeldern zugunsten eines der Verkehrsmodi erfolgt. Andererseits kann anhand der Aufteilung von Haushaltsausgaben für den Verkehr abgelesen werden, ob ein Umdenken in die eine oder andere Richtung stattgefunden hat. Das „Umdenken“ kann dabei auf verschiedene Veränderungen der Ausgangssituation zurückgeführt werden.

*Qualitäten und externe Kosten*

Ein Wandel in der Aufteilung der Ausgaben der privaten Haushalte für den Verkehr kann durch verschiedene externe Faktoren beeinflusst werden. Eine Möglichkeit wäre die Veränderung der Qualitäten bei den unterschiedlichen Verkehrsträgern. Dazu zählen beispielsweise die Steigerung der Attraktivität des ÖV durch Intervallverkürzungen, dichteres Haltestellennetz, Taktfahrplan etc. oder eine Verbesserung der innerstädtischen Radverbindungen, aber auch im - für das Klima - negativen Fall ein Ausbau des Autobahnnetzes. Weiters würde eine Internalisierung der externen Kosten ebenso eine Veränderung in den Ausgaben der Privathaushalte bewirken.

*Weiche Faktoren*

Zur Beeinflussung der Haushaltsausgaben für den Verkehr tragen auch „weiche Faktoren“ bei. Dazu zählen Bewusstseinsbildungskampagnen, aber auch Änderungen in den Wünschen und Idealen einer Bevölkerung aufgrund von Bildung oder Generationenwechsel. Das Abbilden solcher Faktoren ist oft schwierig, in umfangreichen qualitativen und quantitativen Interviews können aber auch diese abgefragt werden.

*Indikator*

Als Indikator für die Haushaltsausgaben wurde das Verhältnis von Ausgaben im MIV zum ÖV gewählt. Dieses bildet ab, ob bereits eine Veränderung hin zu klima- und umweltverträglicheren Verhaltensweisen stattgefunden hat. Eine Begründung, warum es zu diesem Wandel gekommen ist, liefert der Indikator allerdings nicht.

### 6.2.3 Verkehr verbessern

*Mobilität der Zukunft*

Die Mobilität der Zukunft sehen Schöller-Schwedes und Rammler als eine postfossile. Dafür sei ein „*sozio-technologischer Quantensprung der Mobilität im Gesamtrahmen der neuen globalen Kultur der Energienutzung*“ notwendig. Je nach Region und Entwicklungsstand sehen sie unterschiedliche Handlungsstrategien als zielführend. Global übergreifend unterscheiden sie drei Handlungsstrategien - ihre Verknüpfung ist *„im Zusammenhang system-, nutzungs- und produktgestalterischer Innovationskonzepte zukunftsweisend*“, diese Strategien werden in diesem Kapitel kurz vorgestellt. Aufgrund der Gliederung des Zielsystems in Oberziel, Unterziele, Gruppen, Kriterien und Indikatoren wird unter diesem Unterziel, obwohl auf eine Gruppe und ein Kriterium zusammengefasst werden konnte, diese Struktur beibehalten. (Schöller-Schwedes & Rammler, 2008, S. 235–249)

#### 6.2.3.1 Innovationen im Verkehrssektor

*Innovation und Emissionen verringern*

Um das Oberziel „Null-Emission durch Mobilität“ zu erreichen, wurde auch das Unterziel „Verkehrsmittel verbessern“ formuliert. Dieses zu erreichen ist nur möglich, wenn entsprechende Innovationen zur Anwendung kommen. Dazu muss es auch für eine ganzheitliche Betrachtung der Emissionen im gesamten Lebenszyklus, also von der Wiege zur Bahre, zu einem Umdenken auf vielen Ebenen kommen. Die Strategien um schrittweise ein solches Umdenken zu vollziehen werden in den folgenden Absätzen beschrieben.

*Effizienzstrategie*

Die Effizienzstrategie zielt auf eine Steigerung der Ressourcenproduktivität ab. Dazu zählen die Verbrauchsminimierung bei Verbrennungsmotoren, wie auch die Optimierung von Stoffkreisläufen. Technologische Potentiale sehen Schöller-Schwendes und Rammler dabei sowohl in der Verringerung der Fahrwiderstände bei der Aerodynamik, den Reifen, aber auch bei der Optimierung des Verbrennungsmotors. Dieser Ansatz wird als Übergangsstrategie bezeichnet, langfristig betrachtet wird den fossilen Brennstoffen keine Zukunft gegeben. (Schöller-Schwedes & Rammler, 2008, S. 244–245)

*Integrationsstrategie*

Als Aufgabe der Integrationsstrategie wird „*die verkehrs- und energiesystemische Einbindung der Konversionsstrategie*“ betrachtet. In die städtischen Infrastrukturnetzwerke müssen die veränderten Verkehrsarten eingebunden werden. Ziel ist eine Einbindung von Individualfahrzeugen in die

urbane Umgebung. Dazu zählt die Integration in den Systemen Verkehr, Energie- und Materialflüsse. Damit kann die Integrationsstrategie nicht losgelöst von der Konversionsstrategie betrachtet werden. (Schöller-Schwedes & Rammler, 2008, S. 245–246)

***Konversionsstrategie***

*„Die Konversionsstrategie bringt eine Revolution bei Konstruktion, Design und Antrieb von Individualfahrzeugen weltweit mit sich."* (ebd. 245) Weltweit muss ein technologischer Paradigmenwechsel im Automobilbau stattfinden. Die Hybridtechnologie wird hier als Übergangstechnologie bezeichnet. Welche Antriebstechnologie in der Zukunft verwendet wird, ist noch offen. Eine Einschränkung auf nur eine Technologie erachten Schöller-Schwedes und Rammler nicht für sinnvoll. Wichtig ist, dass die Bestandteile des zukünftigen Individualfahrzeuges wieder verwertbar sind. (Schöller-Schwedes & Rammler, 2008, S. 245)

***Indirekte Belastungen***

Die indirekten Belastungen (siehe Kap. 4.1) sind im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung nicht zu vernachlässigen. Insbesondere bei Neuerrichtungen von Infrastrukturen ist, aufgrund der Langlebigkeit dieser, eine solch ganzheitliche Betrachtung nicht üblich oder wird vernachlässigt. Dies geschieht allerdings oft nicht nur aus ökologischer Sicht, sondern auch oft aus ökonomischer Sicht, denn die Erhaltungskosten langlebiger Infrastrukturen werden - gerade in Österreich - oft unterschätzt.

#### 6.2.3.1.1 Reduktion der Umweltbelastungen im Lebenszyklus

***Umweltbelastungen und Innovationen***

Zur Reduktion der Umweltbelastungen im gesamten Lebenszyklus eines Verkehrsmittels sind Innovationen in verschiedenen Bereichen notwendig, dazu zählen beispielsweise Antriebstechnologien sowie Betriebsmittel - die Treibstoffe. Weiters sind allerdings auch Änderungen in der Produktionskette nicht zu vernachlässigen. Dazu zählen sowohl die Veränderung von verwendeten Materialien als auch die Umstellung auf effiziente, resourcen-, umwelt- und verkehrssparende Herstellungsketten. Nicht zuletzt ist das Zurückführen der verwendeten Materialen in den Stoffkreislauf zu berücksichtigen.

***Zusammenhang mit anderen Kriterien***

Zur Reduktion von Umweltbelastungen durch den Verkehr im gesamten Lebenszyklus tragen sowohl Innovationen als auch Veränderungen in den Verhaltensweisen bei. Diese sind beispielsweise das Umsteigen auf Verkehrsmittel des Umweltverbundes oder ein komplett autounabhängiger Lebensstil in entsprechenden Siedlungsstrukturen. Damit bestehen Zusammenhänge zwischen Siedlungsstruktur, Verkehrsmittelwahl, aber auch den zurückgelegten Personenkilometern und der Lebenszyklusbetrachtung der Umweltbelastungen.

***Indikator***

Als Indikator für die Umweltbelastung wurde die „$CO_2$-Äquivalente je Person und Tag am Gemeindegebiet für MIV und ÖV" gewählt. Diese ist für bestehende Alternativen gut vergleichbar. Aufgrund

der vorhandenen Datenlage ist eine Unterteilung in die verschiedenen Stufen des Lebenszyklus (Errichtung, Benutzung, Entsorgung) weder möglich noch zielführend, da keine gravierenden Unterschiede auf bestehenden Gebieten zu erwarten sind.

## 6.3 Indikatoren

***Definition Indikator naturwissenschaftlich***

*„Ein Indikator im naturwissenschaftlichen Wortgebrauch ist ein Lebewesen, Stoff oder Gegenstand zum Nachweis einer Größe, die nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand direkt gemessen werden kann.“* (Fürst & Scholles, 2008, S. 318)

***Indikator in der Planung***

*„In der Planung wird der Begriff Indikator universeller im Zusammenhang mit Zielsystemen gebraucht. Auf der untersten Stufe der Zielhierarchie wird der Indikator eingesetzt, um den Grad der Zielerfüllung messbar zu machen“.* (Genosko, 2005 in Fürst & Scholles, 2008, S. 319)

***Aufbau der Beschreibung***

Im folgenden Kapitel werden die Indikatoren, welche die Zielerfüllung der verschiedenen Alternativen messen, beschrieben. Dazu wird zunächst auf die Aussage, die der jeweilige Indikator trifft, eingegangen. Weiters wird beschrieben, wie der Zielwert - die Ausprägung des Indikators - eingestuft wird. Zuletzt wird darauf eingegangen, wie der Indikator in Zusammenhang mit anderen Indikatoren steht.

### 6.3.1 Durchschnittsgeschwindigkeit der externen Wege

***Beschleunigung und Entschleunigung***

Als das wichtigste Element der Moderne wird „Beschleunigung“ vom deutschen Autor Hartmut Rosa (2005, Beschleunigung: Die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne) erkannt. Er unterscheidet drei Arten von Beschleunigung:

- Technologie basierte Beschleunigung
- Beschleunigung sozialer Beziehungen
- individuelle und kulturelle Beschleunigung des Lebenstempos

Diese drei Arten der Beschleunigung stehen in Beziehung zueinander und können sowohl als Entwicklungskraft als auch (in der neueren Moderne) als Entwicklungsbarriere gesehen werden. (Bergmann & Sager, 2008, S. 16)

***Geschwindigkeit und Lage im Raum***

Beschleunigung zeigt sich auch in der Geschwindigkeit - gemessen in km/h - mit der Menschen durchschnittlich unterwegs sind. Im Sinne des Ziels Verkehr vermeiden kann, unter der Voraussetzung, dass das tägliche Zeitbudget für Verkehr gleich geblieben ist, davon ausgegangen werden, dass bei einer höheren Durchschnittsgeschwindigkeit eine größere Distanz zurückgelegt wird obwohl gleich viel Zeit für Verkehr aufgebracht

wurde. Damit bedeutet eine Steigerung der Geschwindigkeit eine Erhöhung der zurückgelegten Distanz. Die Geschwindigkeit zur Erreichung externer Wege wiederum lässt Rückschlüsse auf die Lage im Raum zu, da mit Erhöhung der Geschwindigkeit und damit der Distanz ausgedrückt werden kann, welcher Aufwand betrieben werden muss, um die täglichen Ziele zu erreichen.

***Zielwert***

Ausgehend vom Ziel „Verkehr vermeiden“ ist eine möglichst geringe Durchschnittsgeschwindigkeit anzustreben. Im Sinne von „Verkehr verlagern“ kann diese Aussage nicht so deutlich getroffen werden, da öffentliche Verkehrsmittel, insbesondere Züge, höhere Geschwindigkeiten aufweisen, als Autos. Eine Entschleunigung des Verkehrs ist ein Ziel, um Emissionen insbesondere im Individualverkehr einzusparen.

***Korrelation***

Die Durchschnittsgeschwindigkeit hängt stark mit den durchschnittlich zurückgelegten Wegelängen mit den verschiedenen Verkehrsmitteln ab. Je größere Distanzen zu Fuß oder auch mit dem Fahrrad zurückgelegt werden und je geringere mit dem MIV oder ÖV umso geringer fällt die Durchschnittsgeschwindigkeit aus. Bei externen Wegen ist der NMIV allerdings Großteils zu vernachlässigen.

### 6.3.2 Durchschnittliche Wegelänge – Anteil der externen Wege

***Aussage, Einheit, Kriterium***

Die durchschnittliche Wegelänge wird in Kilometern (km) angegeben. Sie beschreibt die Länge eines Weges im Schnitt und auf Verkehrsmittel bezogen. Es wird unterschieden zwischen öffentlichem Verkehr, motorisiertem Individualverkehr und im nicht motorisierten Individualverkehr zwischen Wegen, die mit dem Rad oder zu Fuß zurückgelegt wurden. Die durchschnittliche Wegelänge lässt Rückschlüsse auf die Lage im Raum zu.

***Ersatz des Indikators***

Leider konnte aufgrund der gegebenen Datenlage die durchschnittliche Wegelänge nicht für alle Alternativen in angemessener Qualität erhoben werden. Aus diesem Grund musste auf den Indikator „Anteil der externen Wege“ zurückgegriffen werden. Dennoch wird hier auf die durchschnittliche Wegelänge als aussagekräftiger Indikator eingegangen. Damit werden auch zukünftige Datenanforderungen abgebildet.

***Zielwert***

Um Emissionen einzusparen, ist eine möglichst geringe Wegelänge im Sinne der Verkehrsvermeidung notwendig. Trotzdem kann alleine mit der durchschnittlichen Wegelänge, ohne Gliederung in Verkehrsmittel, nicht auf das Einsparungspotential rückgeschlossen werden. Durchschnittlich werden kürzere Wege eher zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt, während längere Wege eher mit dem öffentlichen Verkehr oder mit dem Kfz zurückgelegt werden. Erhebungen zeigen jedoch auch, dass mit der Erhöhung der Tagesweglänge die Abhängigkeit vom Auto zunimmt. Da die Tagesweglänge in engem Zusammen-

hang mit der Wegelänge steht, wird hier zur Erhöhung der Genauigkeit nur die Wegelänge herangezogen.

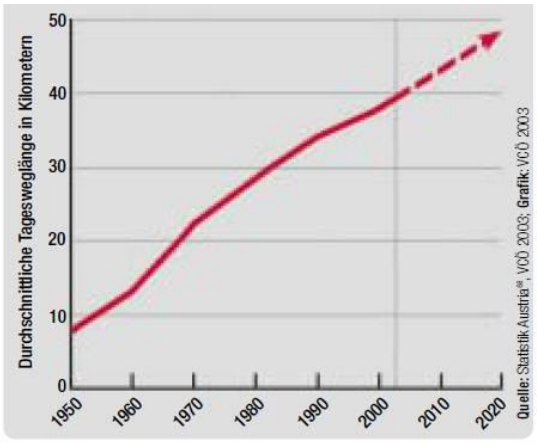



Abb. 53: Tageswegläge und Autoabhängigkeit steigen weiter (VCÖ, 2003, S. 17)

***Korrelation***

Die zurückgelegte Wegelänge hängt insbesondere im ländlichen Raum davon ab, wie groß die Entfernung zur nächsten Stadt ist, welche die Funktionen erfüllt, die in der eigenen Gemeinde nicht gedeckt werden können. Im urbanen Raum gibt es dennoch unterschiedliche Wegelängen. Hier ist besonders die mit dem MIV zurückgelegte Wegelänge interessant, weil hier zuerst eingespart werden muss. Eine schweizer Studie zeigt den Zusammenhang zwischen bebauter Fläche je Einwohner und den zurückgelegten Kilometern im MIV. Dabei wird ersichtlich, dass die zurückgelegten Kilometer im MIV steigen, je höher der Ressourcenverbrauch im Bauland ausfällt.

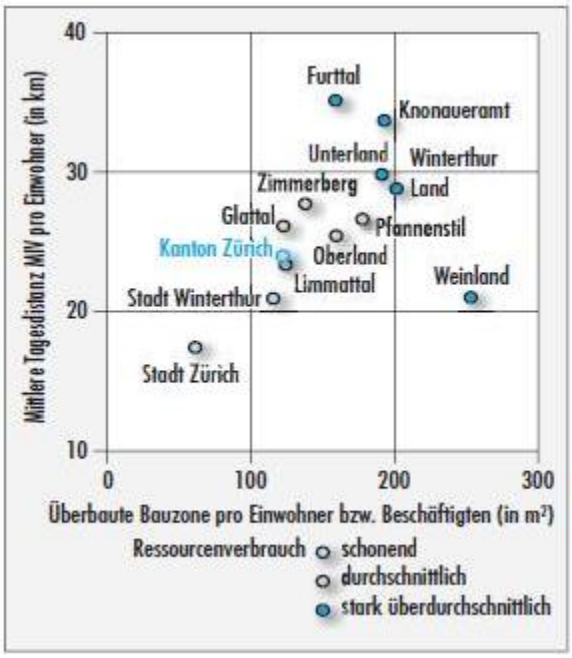



Abb. 54: Überbaute Bauzone pro Einwohner bzw. Beschäftigten (x-Achse) und mit dem MIV zurückgelegte Distanz pro Einwohner (y-Achse) nach Regionen. (Schloeth, S. 38)

***Zusammenhänge Indikatoren***

Zum einen hängt die durchschnittlich zurückgelegte Wegelänge mit der Geschwindigkeit zusammen. Dies ergibt sich durch die konstante Zeit, die täglich für Mobilität eingesetzt wird. Folglich sinkt die Geschwindigkeit mit der durchschnittlichen Wegelänge. Zum Anderen wurde bereits im vorigen Absatz der Zusammenhang zwischen bebauter Fläche je Einwohner und den zurückgelegten Distanzen im MIV aufgezeigt. In der vorliegenden Analyse kann die bebaute Fläche mit der Personendichte gleichgesetzt werden. Je mehr Personen (bezogen auf den Dauersiedlungsraum) auf einer Fläche leben, umso weniger Fläche wurde je Person überbaut. Demnach besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Einwohnerdichte und den zurückgelegten Wegelängen.

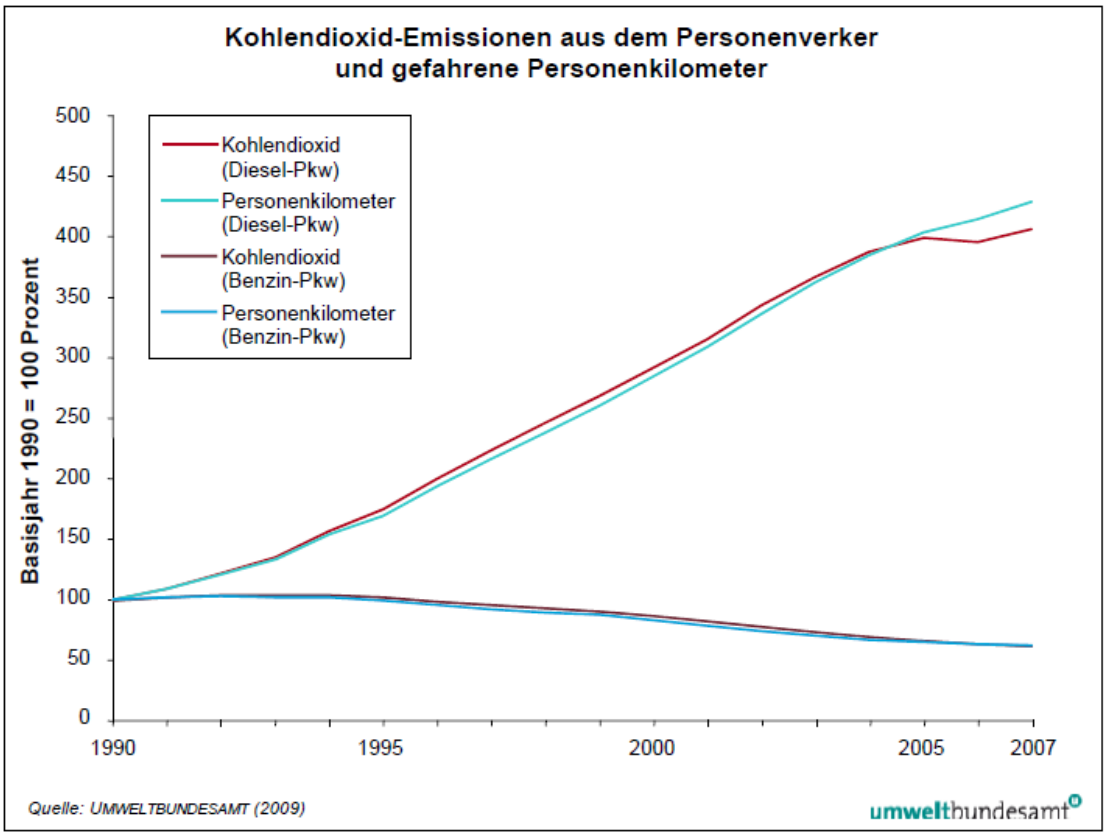



Abb. 55: $CO_2$-Emissionen aus dem Personenverkehr (Pkw) und gefahrene Personenkilometer nach Treibstoffen, 1990-2007 (Umweltbundesamt, 2009, S. 110)

***Zielwert externe Wege***

Der Anteil der externen Wege in % zeigt auf, wie hoch der Bedarf ist, Erledigungen außerhalb der Gemeinde zu tätigen. Damit kann die Lage im Raum bezogen auf die Erfüllung von Funktionen eines Gebiets abgebildet werden. Höherrangige Strukturen bedürfen weniger externer Wege, da Einkäufe, Arbeit, Amtswege etc. am eigenen Gemeinde-/Stadtgebiet erledigt werden können.

***Zusammenhänge mit anderen Indikatoren***

Wie bereits erwähnt hängt der Bedarf nach externen Wegen von den Funktionen, die durch das Gebiet selbst erfüllt werden können ab. Damit bestehen Zusammenhänge zwischen erreichbaren Dienstleistungen, aber auch den Arbeitsplätzen am Wohnort.

### 6.3.3 Durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz (intern)

***Kriterium***

Die Entfernung zum Arbeitsplatz wird in Kilometern gemessen. Sie spiegelt wider, wie nahe oder weit der Arbeitsplatz der befragten Personen in der Gemeinde vom Wohnort entfernt ist. Damit lässt dieser Indikator Schlüsse zur Aktivitätendichte, die Zielpotentiale der Stadt zu.

***Zielwert***

Je geringer die durchschnittliche Entfernung der Bevölkerung zu ihrem Arbeitsplatz ist, umso verkehrssparender ist die Siedlungsstruktur. Eine gute Durchmischung von Arbeitsplätzen und Wohnungen führt zu

geringeren Distanzen bei den Arbeitswegen. Damit lässt die Entfernung zum Arbeitsplatz nicht nur Rückschlüsse auf die räumliche Verteilung von Arbeitsplätzen, sondern auch auf die Verteilung der Bevölkerung zu.

***Zusammenhänge mit anderen Indikatoren***

Um eine Überschneidung mit dem Indikator „Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen“ zu vermeiden, wurden hier nur Arbeits- und keine Schulwege berücksichtigt. Ein Zusammenhang von Einwohnerdichte und Entfernung zum Arbeitsplatz ist dann gegeben, wenn eine entsprechende Funktionenmischung als Wohn- und Arbeitsstadt gegeben ist (siehe Indikator Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort). Herrschen größere Segregation von Arbeiten und Wohnen vor, so ist dies bei einem Vergleich dieser Werte ersichtlich.

### 6.3.4 Durchschnittliche Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg

***Potential***

Ausgehend vom Gravitationsansatz beschreibt der Indikator „Durchschnittliche Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg“ die durchschnittlich zu erreichenden Ziele (Zielpotential) in der Gemeinde. Dabei wurden folgende Dienstleistungen berücksichtigt:

- Lebensmittelgeschäft,
- Supermarkt,
- Kindergarten,
- Volksschule,
- Arzt,
- Apotheke,
- Postamt,
- Geldinstitut.

Jede dieser Dienstleistungen, egal, wie viele von einer Art zu erreichen sind, zählt dabei als eine.

***Zielwert***

Zur Verfolgung des Ziels „Verkehr vermeiden“ ist die Erreichbarkeit von möglichst vielen Dienstleistungen zu gewährleisten. Mit der Möglichkeit den täglichen Bedarf in der näheren Umgebung zu decken, können viele Personenkilometer eingespart werden. Durch entsprechendes Bewusstsein in der Bevölkerung kann erreicht werden, dass diese kurzen Wege nicht mit dem MIV zurückgelegt werden.

***Korrelation***

Die Dienstleistungsdichte steht vermutlich mit der Bewohnerdichte in engem Zusammenhang. Dennoch kann nur eine getrennte Betrachtung eine solche Vermutung be- oder widerlegen. In jedem Fall sind Quell- und Zielpotentiale ausschlaggebend für attraktive Siedlungsstrukturen.

### 6.3.5 Verhältnisse der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort

*Übergreifender Indikator*

Dieser Indikator ist ein übergreifender Indikator und lässt Rückschlüsse auf die Zusammenhänge der Verteilung der Bevölkerung zu den Arbeitsplätzen zu. Es werden diese in direkte Verbindung gesetzt, damit kann eine Aussage darüber getroffen werden, ob es sich um einen Wohn-, Arbeits- oder Wohnarbeitsstandort handelt.

*Zielwert*

Als Zielwert ist im Sinne einer Verkehrsvermeidung eine Gleichverteilung von Arbeitskräften und Arbeitsplätzen zu sehen. Dennoch sind mit einer Gleichverteilung von Arbeitsplätzen und Arbeitskräften (Wert = 1) Pendelströme in der heutigen arbeitsteiligen Gesellschaft nicht auszuschließen. Es wird dadurch allerdings ein Gleichgewicht an Quell- und Zielpotentialen hergestellt.

*Zusammenhänge*

Ein Mangel an Arbeitsplätzen bedingt zwangsläufig eine höhere Anzahl an externen Wegen. Umgekehrt steigt die Zahl der Einpendler mit der Anzahl der „überschüssigen" Arbeitsplätze. Zweiteres ist für Gemeinden meist das Ziel, da damit höhere Einnahmen verbunden sind. Im Sinne des Ziels Verkehr vermeiden ist allerdings eine Gleichverteilung zielführender.

### 6.3.6 Einwohnerdichte in Personen/km2

*Kriterium Quellpotential*

Mit dem Quellpotential einer Stadt (eines Raumes) wird beschrieben, wie dicht dieser Raum besiedelt ist. Die Einwohnerdichte ist ein wichtiger Indikator für Siedlungsstrukturen. Die Einwohnerdichte lässt sich bezogen auf die Gemeindefläche oder auf den Dauersiedlungsraum errechnen. Dabei ist meist die Aussagekraft höher, wenn der Dauersiedlungsraum herangezogen wird (siehe Definition Dauersiedlungsraum).

*Zielwert*

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass eine höhere Bevölkerungsdichte die Effektivität von Infrastrukturen erhöht. Dazu zählen sowohl Verkehrs-, Versorgungs- als auch Dienstleistungsinfrastruktur. Unabhängig davon muss ebenfalls der Bedarf an Frei- und Grünflächen gedeckt werden, um eine hohe Lebensqualität und damit hohe Attraktivität für die Bevölkerung zu gewährleisten. Es ist daher der Einwohnerdichte ein „natürlicher" Höchstwert, je nach kulturellen und örtlichen Gegebenheiten aufzuerlegen.

*Zusammenhang Dichte und Autoabhängigkeit*

Peter Newman vergleicht Städte auf der ganzen Welt (Amerika, Asien, Australien, Europa) und zeigt die Zusammenhänge zwischen Dichte (Bebauung, Bewohner) und der Abhängigkeit vom Auto auf. Als wichtigste politische Lösungen, um die Abhängigkeit des Autos zu reduzieren, sieht er:

- Investitionen in den öffentlichen Verkehr

- Orientierung in Richtung Fuß- und Radverkehr (Attraktivität, Fußgängerzonen, etc.)
- Dichte - effiziente Flächennutzung, disperse Flächennutzung kreiert Abhängigkeit vom Auto

Planung und Kontrolle - allen drei genannten Lösungsansätzen steht der Marktdruck gegenüber, sie benötigen aber auch entsprechende Planung, um sie durchzusetzen. Die Planung drückt dabei die kulturellen Werte einer Stadt/Region aus. (Newman, 2001, S. 185–186)

***Zusammenhang EW-Dichte und Funktionendichte***

Wie bereits unter „Entfernung zum Arbeitsplatz“ erläutert, können Einwohnerdichte und Funktionendichte aneinander gekoppelt betrachtet werden. Nichtsdestotrotz kann die Möglichkeit einer Funktionentrennung von Wohnen und Arbeiten nicht ausgeschlossen werden, weshalb beide Indikatoren - aus Sicht der Autorin - betrachtet werden sollten.

### 6.3.7 Motorisierungsgrad

***Aussage***

Der Motorisierungsgrad ist ein wichtiger Indikator, wenn es um Verkehrsvermeidung geht. Autobesitz und Zersiedelung gehen oft Hand in Hand. Zunächst war das Auto ein Prestigeobjekt, wer es sich leisten konnte, kaufte sich eines. In weiterer Folge ermöglichte diese Form der Individualmobilität allerdings auch die Zersiedelung, die vor der „Autogesellschaft“ undenkbar gewesen wäre. Aufgrund dieser Entwicklung sind mittlerweile viele Menschen - insbesondere im ländlichen Raum - auf ein Auto angewiesen. Damit wird die Motorisierung auch immer mehr ein soziales Problem, denn immer mehr Personen können sich diese Form der Mobilität nicht mehr leisten. Der Indikator „Motorisierungsgrad“ kann keinem einzelnen Kriterium zugeordnet werden - und mit Sicherheit auch nicht alleinstehend, ohne weitere Hintergrundinformationen betrachtet werden. Sowohl zur Lage im Raum mit dem Hintergrund der Abhängigkeit vom MIV, als auch dem sozioökonomischen Hintergrund mit der Frage des Leistenkönnens, sowie den Bedürfnissen und Wünschen einer Gesellschaft kann der Motorisierungsgrad als Indikator dienen. Eine Interpretation ist daher immer mit Vorsicht vorzunehmen und nie losgelöst von den äußeren Umständen möglich.

***Zielwert***

Im Sinne der Verkehrsvermeidung ist, aus welcher Begründung (s. o.) auch immer, ein geringer Motorisierungsgrad von großer Bedeutung. Um einen geringeren Motorisierungsgrad in der heutigen Gesellschaft sozial gerecht zu gewährleisten, ist eine entsprechende Bedürfnisbefriedigung durch andere Formen der Mobilität (NMIV, ÖV) zu ermöglichen. Nur, wenn ein Umstieg auf andere Verkehrsmodi möglich ist, wird auch der Motorisierungsgrad abnehmen.

*Zusammenhänge Indikatoren*

Der Motorisierungsgrad ist ein sehr komplexer Indikator, er lässt auch Rückkopplungen auf andere Indikatoren zu. Wie bereits erwähnt beeinflusst die Lage im Raum den Motorisierungsgrad, damit stehen Wegeweiten und Geschwindigkeiten mit dem Motorisierungsgrad in engem Zusammenhang. Weiters beeinflussen unsere Bedürfnisse, Wünsche und Ideale unser Verhalten z. B. beim Einkaufen, der Freizeitgestaltung, aber auch der Wohnungswahl. Damit besteht eine enge Verknüpfung mit dem Motorisierungsgrad.

*Zusammenhänge Verlagern*

Nicht nur bei der Zielerreichung von „Verkehr vermeiden“ spielt der Motorisierungsgrad eine Rolle, sondern auch, wenn es um die Nutzung von Verlagerungspotentialen geht. So trägt ein hochwertiges und ansprechendes MIV-Netz dazu bei, dass der Besitz eines Pkw attraktiv ist. Weiters trägt die Subventionierung des MIV dazu bei, dass den Nutzern eine Kostenwahrheit erspart bleibt und dessen Attraktivität entsprechend hoch ist.

### 6.3.8 Anteil der Wege im MIV

*Aussage*

Der Anteil der Wege im MIV gibt einen Teilwert des Modal Split wider. Er trifft eine Aussage darüber, wie viele der Wege in Prozent mit dem MIV zurückgelegt werden. Je nach Wegezweck lässt dieser Anteil Rückkopplungen zur Gestaltung verschiedener Lebensbereiche zu.

*Zielwert*

Im Sinne des Null-Emissions-Ziels sind insbesondere Wege im MIV zu vermeiden. Um dies zu erreichen, gilt es zum einen insgesamt Wegelängen einzusparen, indem beispielsweise mehr Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden, zum anderen insbesondere den MIV einzusparen. Ob eine solche Einsparung passiert, kann durch diesen Indikator überprüft werden. Ziel ist ein möglichst geringer MIV-Anteil in allen Lebensbereichen.

*Zusammenhänge*

Der Modal Split in verschiedenen Lebensbereichen wird durch viele Faktoren beeinflusst. Dazu zählt zu allererst der Motorisierungsgrad, denn ohne eigenes Kfz sinken die Wege im MIV rasant. Weiters sind die Zusammenhänge mit Funktionen- und Aktivitätendichte, aber auch mit den Qualitäten in den verschiedenen Verkehrssektoren bzw. deren Auswirkungen auf den Motorisierungsgrad nicht zu vernachlässigen.

*Lebensbereiche*

In den folgenden Absätzen werden die Wege in den verschiedenen Lebensbereichen, auf die der Indikator Anteil der Wege im MIV Anwendung findet, kurz beschrieben. Grundsätzlich ist ein möglichst geringer Anteil der Wege im MIV anzustreben, eine Gliederung des Modal Split auf verschiedene Lebensbereiche lässt Aussagen über verschiedene Verlagerungspotentiale zu.

*Dienstliche Wege*

In der heutigen Dienstleistungsgesellschaft werden die Wege zum Kunden immer mehr. Wie diese zurückgelegt werden hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen zum Einen das Gewerbe, wel-

ches ausgeübt wird und der Materialbedarf, der dafür notwendig ist, zum Anderen aber auch, welche Position dabei eingenommen wird. Oft ist es ein Teil des Prestiges, mit welchem Fahrzeug man anreist. Die Verkehrsmittelwahl bei dienstlichen Wegen hängt nicht zuletzt auch vom Arbeitgeber ab, gibt es beispielsweise einen Dienstwagen oder ein Dienstfahrrad? Ein weiterer beeinflussender Faktor ist die Entfernung zum Kunden und dessen Erreichbarkeit im öffentlichen Verkehr.

***Freizeitwege***

Ein häufig genanntes Argument gegen den Agglomerationsvorteil von Städten, der insbesondere Kilometer im Berufsverkehr einspart, war und ist jenes, dass damit weitere und häufigere Wege in der Freizeit zurückgelegt werden. Petter Næss konnte jedoch belegen, dass damit der Agglomerationsvorteil durch die durchwegs größeren Einsparungen bei den Arbeitswegen nicht wettgemacht wird. Dennoch sind Freizeitwege oft sehr unterschiedlich gestaltet und spiegeln Angebot und Interessen wider.

***Einkaufswege***

Wie Wege für den täglichen Einkauf zurückgelegt werden, hängt vom Angebot in der Wohnumgebung ab, welches in Anspruch genommen werden kann. Dabei ist insbesondere die Entfernung zum nächsten Lebensmittelgeschäft von Bedeutung. Die Stadt der kurzen Wege spiegelt sich besonders im Einkaufsverhalten der Bewohner wider.

### 6.3.9 Anteil der Bevölkerung zwischen 15 und 74 Jahren

***Soziodemographie und MIV***

Die Bevölkerung altert, jedoch bleibt sie im Alter immer länger selbstständig mobil. Es wächst damit die Bevölkerung, die im MIV mobil ist. Bereits ab 15 Jahren ist dies möglich, mit dem eigenen Moped, aber auch die gestiegene geistige und körperliche Mobilität im Alter bewirkt, dass auch immer mehr ältere Menschen länger mit dem eigenen Pkw fahren. Die soziodemographischen Veränderungen wirken sich damit auch auf die Verkehrsmittelwahl aus.

***Ursachen für Ausprägungsschwankung***

Der Anteil der Bevölkerung zwischen 15 und 74 Jahren kann aufgrund verschiedener Faktoren schwanken. Obwohl mit diesem Anteil ein großer Teil der Bevölkerung erfasst ist, kann ein hoher Anteil an Kindern bis 15 Jahre oder ein hoher Teil an älteren Personen über 74 diesen Wert teilweise sogar recht stark beeinflussen. Je nachdem, warum dieser Anteil niedrig ausfällt, gibt es unterschiedliche Auswirkungen auf Zusammenleben und Strukturen in der Gemeinde. In Mitteleuropa ist aus demographischer Sicht ist ein hoher Anteil an Kindern, unabhängig vom Anteil der über 74-Jährigen zu begrüßen. Im Sinne einer nachhaltigen Mobilität sind beide Personengruppen besonders bei der Planung zu berücksichtigen.

***Hinterfragen des Zielwertes***

Mit dem Hintergrund, dass Personen, die nicht in diese Altersgruppe fallen, weniger im MIV mobil sind, ist eine möglichst

niedrige Ausprägung dieses Anteils anzustreben. Gerade Bring- und Holdienste für Kinder könnten eine solche Aussage aber auch widerlegen. Ebenso ist zu hinterfragen, ob die Personengruppe, die gesetzlich und körperlich die Möglichkeit hat im MIV ihre Wege zurückzulegen, dies auch tut.

***Demographie und Rahmenbedingungen***

Die Altersstrukturen werden durch verschiedene Rahmenbedingungen beeinflusst. So ist die Geburtenrate im städtischen Raum tendenziell geringer, als im ländlichen Raum - obwohl hier bereits ein Wandel stattfindet. Aber auch politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen beeinflussen die Geburtenrate, dazu zählen verschiedene Familienförderungen, aber auch das Betriebsklima, die bestimmte Ziele unterstützen.

### 6.3.10 Anzahl der Knoten/Netzlänge

***Attraktivität und Kantenlänge***

Die Attraktivität des NMIV-Netzes hängt von verschiedenen Faktoren ab, dazu zählt nicht nur die optische Gestaltung, auch die subjektive Verkehrssicherheit oder aber auch die Gliederung des Netzes. Die Gliederung des Fußgängernetzes hängt davon ab, wie leicht ein Gebiet durchquert werden kann, ohne große Umwege in Kauf zu nehmen. Dies bedeutet, je vermaschter ein Netz ist, umso attraktiver ist es für den Fußverkehr. Der Indikator wurde mithilfe der für Fußgänger relevanten Straßen (keine Autobahn oder Schnellstraße) und der Knotenanzahl (Kreuzungen) auf diesen errechnet. Damit wird die durchschnittliche Entfernung von einem Knoten zum nächsten errechnet (Kantenlänge). Hausdurchgänge oder Ähnliches sind dabei allerdings nicht berücksichtigt.

***Problem MIV***

Die Qualität im Fußgängernetz ist auch vom Straßenverkehr abhängig. Höherrangige Straßen haben für den Fuß- und Radverkehr oft eine Barrierenwirkung, das Überqueren stellt ein großes Problem dar. Die Bedrohungswirkung des Straßenverkehrs trägt auch zur Verkehrsunsicherheit der nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer bei. So lässt sich beispielsweise auch die Zunahme von Bring- und Holdiensten mit dem Kfz erklären. Diese zusätzlichen Effekte und Beeinflussungen der Qualität im NMIV können allerdings nicht mit diesem Indikator erfasst werden.

### 6.3.11 Wegefaktor

***Wegefaktor (Zugangsweg ÖV/Parkplatz)***

*„Der Wegefaktor ist abhängig vom Verhältnis zwischen Zugangsweg zum Parkplatz und Zugangsweg zum ÖV. Der Faktor ist negativ, wenn das Verhältnis kleiner als 1 ist, er ist null, wenn das Verhältnis 1 ist, und positiv, wenn das Verhältnis größer als 1 ist. Letztendlich nimmt der Faktor mit dem Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage an Parkraum ab.“* (Knoflacher, 2006, S. 28)

***Zielwert***

Im Sinne der Verkerhsverlagerung wird ein möglichst niedriger

Wegefaktor angestrebt. Wie in den folgenden Unterkapiteln beschrieben wird steigt mit der, relativ zum Parkplatz näher gelegenen Haltestelle die Wahrscheinlichkeit mit dem ÖV zu fahren.

#### 6.3.11.1 Mittlere Parkplatzentfernung

***Parkplatzentfernung und Attraktivität***

Die mittlere Parkplatzentfernung wird in Metern gemessen. Sie gibt an, wie weit die Befragten im Durchschnitt zu ihrem Pkw gehen müssen, unabhängig davon, ob es sich um einen Privatparkplatz oder um einen Stellplatz im Straßenraum handelt. Je näher der Pkw-Abstellplatz ist, umso attraktiver wird es für den Besitzer mit dem Pkw zu fahren.

***Zielwert***

Mit dem Ziel der Verkehrsverlagerung vom MIV auf den Umweltverbund ist auch verbunden, dass der MIV nicht attraktiver gestaltet ist, als der ÖV. Dazu zählt beispielsweise der Wegefaktor (siehe obige Definition). Grundsätzlich ist aus Gründen der Einsparung von Körperenergie der MIV sehr attraktiv, es liegt also an Politik und Planung, entsprechende Voraussetzungen für eine Verlagerung des MIV zu schaffen. In diesem Sinne ist eine hohe MIV-Qualität nicht zielführend und wird entsprechend negativ bewertet.

***Siedlungsdichte und Stellplatzverordnung***

Die mittlere Parkplatzentfernung ist besonders von den Siedlungsstrukturen abhängig. Bei dichter Bebauung haben weniger Personen einen privaten Stellplatz, in ländlicheren Gebieten ist dies wahrscheinlicher. Zur Parkplatzdichte trägt allerdings auch die Stellplatzverordnung bei, die eine Bevorzugung des MIV erwirkt.

#### 6.3.11.2 Mittlere Haltestellenentfernung

***Entfernung nur ein Indikator für Qualität***

Ein Indikator, um die ÖV-Qualität zu messen, ist die mittlere Haltestellenentfernung. Diese wird in Metern gemessen und trägt dazu bei, ob die Entscheidung der Verkehrsmittelwahl auf den ÖV fällt. Je näher eine Haltestelle liegt, umso interessanter ist es mit einem öffentlichen Verkehrsmittel zu fahren. Weiters wird die ÖV-Qualität beispielsweise von den ÖV-Intervallen (siehe nächstes Kapitel), aber auch von Umsteigezeiten sowie der Ausstattung - beispielsweise Niederflurgarnituren oder Anzahl der Sitzmöglichkeiten – sowie der subjektiven Attraktivität – aufgrund von Sauberkeit, Auslastungsgrad etc. - beeinflusst.

***Zielwert***

Im Gegensatz zur mittleren Parkplatzentfernung ist eine kürzere Entfernung zur Haltestelle unter den gegebenen Zielvorgaben erstrebenswert. Damit wird die Attraktivität des ÖV im Vergleich zum IV erhöht und trägt so zur Verlagerung des Verkehrs in Richtung Umweltverbund bei. Das Verhältnis von Parkplatzentfernung und Haltestellenentfernung wird im Wegefaktor beschrieben.

***Siedlungsstrukturen***

Die mittlere Haltestellenentfernung ist insbesondere von Sied-

lungsstrukturen abhängig. In dichter besiedelten Gebieten ist die Haltestellenentfernung aufgrund der höheren Dichte an Haltestellen meist geringer, als in weniger dicht besiedelten Gebieten. Die Dichte betrifft in diesem Fall sowohl Einwohner, also auch Zielpotentiale.

### 6.3.12 ÖV-Intervalle

***Einheit, Zielwert***

Die ÖV-Intervalle werden durch die mittlere Anzahl der Anfahrten je Haltestelle und Tag am Gemeindegebiet erhoben. Dichte und benutzerfreundliche Intervalle im ÖV erhöhen dessen Attraktivität, weitere Faktoren, mit denen die Attraktivität des ÖV erhöht werden können, wurden bereits im vorigen Kapitel erwähnt. Ziel ist es möglichst dichte Intervalle zu gewährleisten.

***Siedlungsstrukturen***

Ein möglichst dichtes und gut bedientes ÖV-Netz zu gewährleisten ist in dicht besiedelten Gebieten leichter zu erreichen. Grund dafür sind entsprechende Fahrgastfrequenzen, aber auch effizienter gestaltbare Umlaufzeiten und damit dichtere Intervalle.

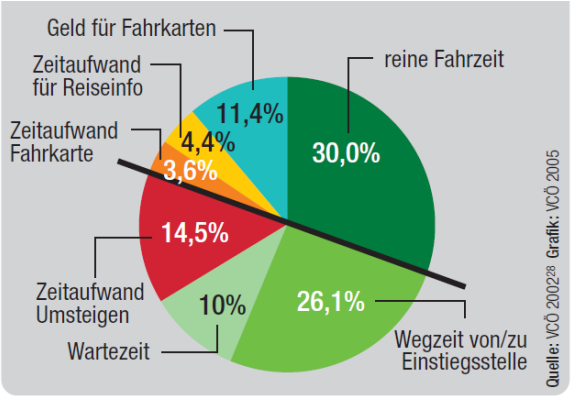



Abb. 56: Dichtes Angebot für Fahrgäste wichtiger als Preis (VCÖ & Rauh, 2005, S. 22)

***Angebotsdichte und Kosten***

Die untenstehende Grafik verdeutlicht, dass für die ÖV-Fahrer ein dichtes ÖV-Angebot wichtiger ist, als die Kosten, die für die Fahrkarte aufgebracht werden müssen. Zum dichten ÖV-Angebot gehören ein engmaschiges Haltestellenangebot, angemessene Intervalle, aber auch möglichst reibungslose Umsteigevorgänge. *„Aus Sicht der Fahrgäste hängen etwa 50 Prozent der Kosten einer Fahrt im Öffentlichen Verkehr (Wartezeiten, Umsteigezeit, Wege von und zur Einstiegsstelle) von der Dichte des Angebotes ab. Der Preis der Fahrkarte macht nur etwa 11 Prozent der wahrgenommenen Kosten aus.“* (VCÖ & Rauh, 2005, S. 22)

### 6.3.13 Verhältnis externe Kosten MIV/ÖV

***Verkehr ist teurer, als wir wahrnehmen***

Externe Kosten sind Kosten, die vom Verkehrsteilnehmer nicht direkt bezahlt werden. So rechnet der VCÖ vor: *„Externe Kosten und verschiedene marktverzerrende Regulierungen und Förderungen lassen einen Pkw-Kilometer um gut 41 Cent billiger erscheinen, als er für die Gesellschaft tatsächlich ist. Wenn eine gleich große Transportleistung im Öf-*

*fentlichen Verkehr erbracht wird, wird diese durch nicht angelastete Kosten um 24 Cent verbilligt.“* Untenstehende Grafik zeigt die Zusammensetzung der Kosten. (VCÖ, 2009, S. 25)

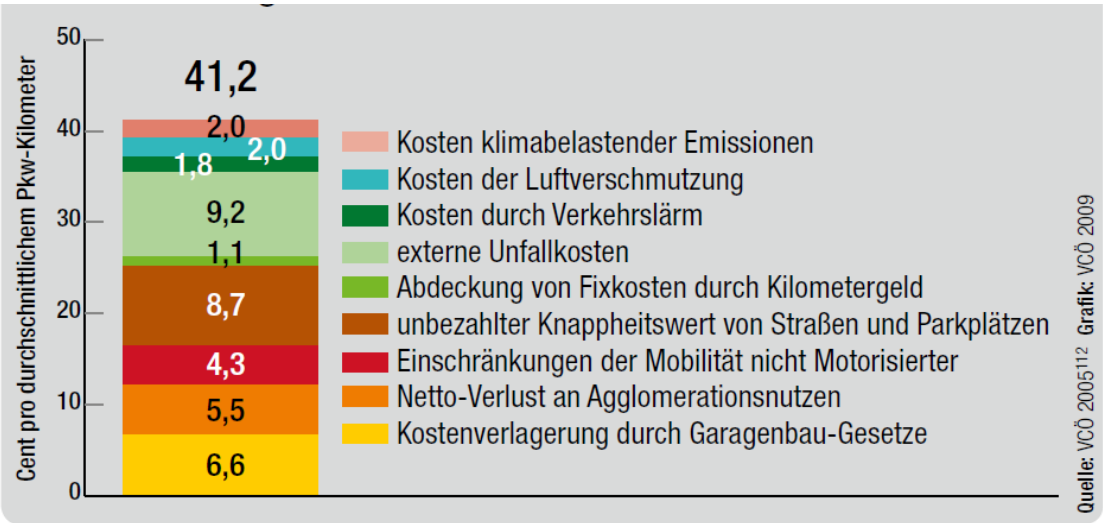


Abb. 57:Kosten von 41 Cent pro Pkw-Kilometer werden "ausgeblendet" (VCÖ, 2009, S. 25)

***Externe Kosten und Einflussnahme***

Der Indikator Externe Kosten gibt an, wie viele nicht gedeckte Euro je Einwohner am Gemeindegebiet jeden Tag im MIV oder ÖV verursacht werden. Die externen Kosten im MIV im Verhältnis zu den externen Kosten im ÖV zeigen das hohe Einsparungskapital für jede Gemeinde pro Einwohner und Tag, dass durch Verkehrsverlagerung vorhanden ist. Der Indikator zeigt auf, welche Summe die öffentliche Hand (im Verhältnis MIV/ÖV) für den Verkehr bezahlen muss. Mit diesem Wissen kann zwar die Verkehrsmittelwahl eher unwahrscheinlich direkt beeinflusst werden, jedoch zeigt es auf, dass durch entsprechende Lenkung durch die Politik viel eingespart werden kann.

***Zielwert***

Ziel ist es möglichst geringe externe Kosten durch den Verkehr zu verursachen, denn die Kosten fallen am Ende auf alle zurück. Durch die geringeren externen Kosten im ÖV ist eine Verlagerung in diese Richtung als rasche Lösung anzudenken. Der Indikator gibt dabei an, wie viel Mal höher die Kosten für den MIV im Vergleich zum ÖV für jeden Einwohner sind.

### 6.3.14 Verkehrskosten privater Haushalte

***Verkehrskosten und Krisen***

Zu den Kosten der Privathaushalte zählen die Anschaffung von Verkehrsmitteln, aber auch die Kosten, die durch den Betrieb dieser anfallen, weiters die Ausgaben für den Öffentlichen Verkehr. Die Ausgaben werden in Euro Haushaltskosten je Monat berechnet. Mit diesem Indikator können Veränderungen im Verhalten aufgezeigt werden. Insbesondere in Krisenzeiten konnte bereits festgestellt werden, dass die Betriebsleistungen durch Reduktion der gefahrenen Kilometer gedrosselt wurden, aber auch weniger Autos

angeschafft werden. Eine Verschiebung hin zum ÖV ist jedoch nur möglich, wenn entsprechende Angebote vorhanden sind.

***Zielwert***

Für die gesamten Verkehrskosten eines Haushalts ist ein möglichst geringer Wert anzustreben. Hier sind allerdings Einkommensunterschiede zu relativieren, denn mit höherem Einkommen steigen auch die Ausgaben für den Verkehr. Ziel ist also zumindest eine Teilverlagerung der hohen Kosten des MIV zum ÖV.

***Zusammenhänge***

Wie bereits beschrieben sind die haushaltsbezogenen Verkehrskosten stark vom Einkommen abhängig. Damit besteht auch ein direkter Zusammenhang mit dem Motorisierungsgrad. Weiters sind auch Zusammenhänge mit der Qualität der verschiedenen Verkehrsmittel und deren subjektiver Wahrnehmung nicht auszuschließen.

### 6.3.15 $CO_2$-Äquivalente im Lebenszyklus

***Luftbelastung und Reduktionspotential***

Die Berechnung von direkt und indirekt verursachten $CO_2$-Äquivalenten je Einwohner und Tag, verursacht durch den MIV und den ÖPNV am Gemeindegebiet, liefert eindeutige Werte zur Umweltbelastung. Damit wird das Reduktionspotential sowohl durch die Verbesserung der Verkehrsmittel als auch durch andere Maßnahmen am Gemeindegebiet aufgezeigt.

***Zielwert***

Für das Klima ist eine geringere Luftbelastung, egal durch welche Reduktionsmaßnahme erzielt, von großer Bedeutung. Eine möglichst geringe Belastung je Einwohner und Tag ist damit der Zielwert dieses Indikators. Durch welche Maßnahmen dieses Ziel erreicht wurde, kann unter Umständen anhand der übrigen Indikatoren abgelesen werden.

***Problematik der Zuordnung***

Eine Veränderung der Belastungen kann durch verschiedene Maßnahmen erfolgen. Aus derzeitiger Sicht können nur Einschätzungen für die Einsparungswirkungen neuer Technologien im gesamten Lebenszyklus herangezogen werden. Damit stellt dieser Indikator aus derzeitiger Sicht ein Abbild der heutigen Situation dar, eine eindeutige Zuordnung zu den Innovationen ist nur bedingt möglich.

## 6.4 Zusammenfassung

***Maßnahmen***

Die beschriebenen Indikatoren zeigen Zusammenhänge verschiedener Bereiche, wie der Siedlungsstruktur, der Kosten, aber auch gesellschaftlicher Effekte bezogen auf das Verkehrsaufkommen sowie die Verkehrsmittelwahl auf. Untenstehende Grafik zeigt Maßnahmen die eben durch

diese Verflechtungen in der Planung gesetzt werden müssen, damit das Ziel Null-Emissions-Mobilität erreicht werden kann.

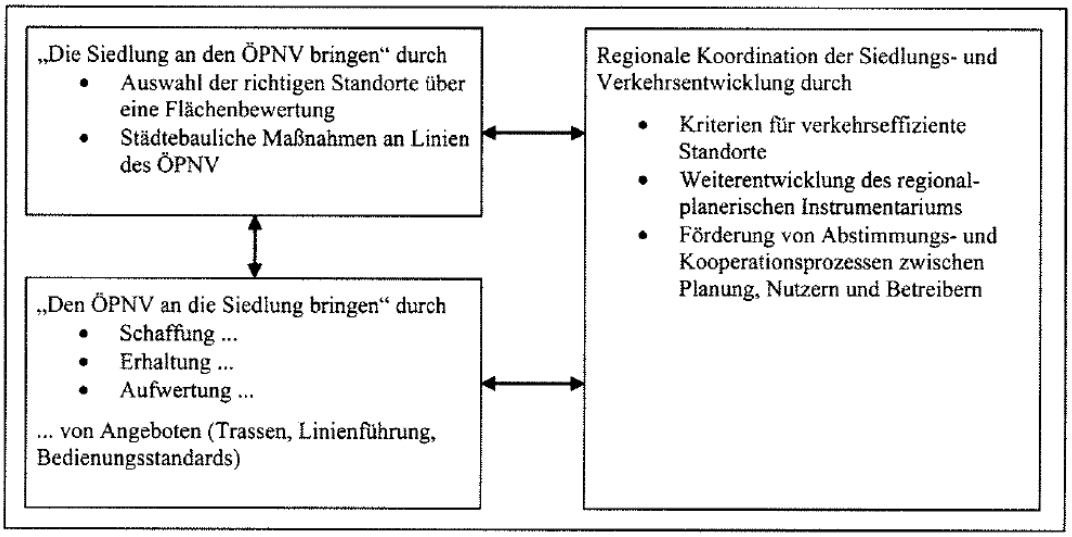



Abb. 58: Ansätze für eine integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung (Stein in Gutsche & Kutter, 2006, S. 102)

***Aussagekraft*** Es wurde versucht möglichst aussagekräftige Indikatoren zu wählen, dennoch können Feedbacks zwischen den beschriebenen Indikatoren, wie oben beschrieben nicht ausgeschlossen werden - ja sind sogar bekannt. Da jedoch Feedbacks meist nicht nur auf die Veränderung eines Wertes zurückgeführt werden können ist die Anzahl der Indikatoren dennoch gerechtfertigt. Wichtig ist Indikatoren einzubeziehen, die Bezüge herstellen, wie beispielsweise der Wegefaktor, so können eindeutige Zusammenhänge aufgezeigt werden. Die Haushaltsausgaben als Indikator mit einem Distance-to-Target Bezug – es kann von Verkehrsausgaben bis zu 17 % des Haushaltsbudgets ausgegangen werden – zeigt bereits jetzt für das 1. Quartil Grenzen für deren Mobilität auf (s. Kap. 6.2.2.2.2)

***Datenverfügbarkeit*** Insbesondere bezogen auf Haushaltskosten muss an dieser Stelle auch die Datenverfügbarkeit angemerkt werden. Leider wurden die angestrebten Indikatorwerte in den Haushaltsbefragungen nicht erhoben. Es musste daher auf einen Mittelwert zurückgegriffen werden, da durch Errechnung aus Personenkilometern zusätzliche Feedbacks ohne ergänzende Aussagekraft entstanden wären.

# 7 Nutzwertanalyse - Bewertung

***Ablauf der Bewertung***

Mit der Beschreibung des Zielsystems und der Zusammenhänge von Kriterien und Indikatoren ist der bedeutendste Teil der Nutzwertanalyse abgeschlossen. Nun folgt die Auswertung, dazu sind folgende Schritte einzuhalten:

- Zielgewichtung,
- Messung der Zielerträge,
- Berechnung der Zielerreichungsgrade,
- Wertsynthese,
- Alternativenbewertung sowie
- Sensitivitätsanalyse.

In den folgenden Unterkapiteln wird auf diese Schritte und deren Ergebnisse eingegangen.

## 7.1 Zielgewichtung

***Präferenzen***

*„Die Ergebnisse von Bewertungsverfahren sind stark abhängig von objektiven und subjektiven Präferenzen, die sich in den Gewichten der Wertsyntheseregeln niederschlagen."* (Schnabel, Lohse, & Lätzsch, 1997, S. 399)

***Gewichtung und Geltung***

Die Nutzwertanalyse beansprucht, wie auch andere Bewertungsverfahren, Geltung im jeweiligen Entscheidungsfeld. Um dies zu rechtfertigen, ist es von ausgesprochen großer Bedeutung, dass auch die Gültigkeit der Gewichtung nach entsprechenden Regeln gewährleistet wird. Die Gewichtung müsste, einer strengen Bewertungstheorie folgend, bereits vorab durch Entscheidungsträger (gewählte Vertreter) festgelegt werden. Häufig übernehmen diese Aufgabe Systemanalytiker, Gutachter oder Experten auf dem entsprechenden Feld. (Schnabel et al., 1997, S. 398-400)

***Expertenbefragung***

In diesem Sinne wurden für diese Arbeit Experten auf dem Gebiet Verkehrsplanung und Umwelt befragt. Diese und ihre Tätigkeitsbereiche werden in den folgenden Absätzen kurz vorgestellt. Ihre Wahl der Gewichtung und die dazugehörigen Begründungen werden in den darauf folgenden Seiten tabellarisch gegenübergestellt.

***-DI Günter Lichtblau***

DI Günther Lichtblau ist Abteilungsleiter für Verkehr, Lärm & Umweltmanagement am Umweltbundesamt. Er beschäftigt sich insbesondere mit Innovationen im Verkehrssektor und deren Umweltrelevanz. Dazu zählen unter anderem Biokraftstoffe und Elektromobilität.

1. Pötscher F., Winter R., **Lichtblau** G.:
   Elektromobilität in Österreich. Szenario 2020 und 2050.
   Wien, 2010
2. Anderl M., **Lichtblau** G., Nagl C., et al:
   Trends von Nox-Emissionen und -Immissionen in Österreich 1990-2004.
   Wien, 2006
3. Benke G., Proidl H., Raimund W., et al:
   Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002.
   Wien, 2006
4. Moosmann L., Spangl W., Nagl C., et al:
   Auswirkungen der NO2-Emissionen bei Diesel-KFZ auf die Immissionsbelastung.
   Wien, 2008
5. Lichtblau G., Pölz W., Kurzweil A.:
   Einsatz von Biokraftstoffen und deren Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen in Österreich
   Wien, September 2003

***Homepage*** www.umweltbundesamt.at

***DI Dr. Paul Pfaffenbichler***

DI Dr. Paul Pfaffenbichler war bis 2009 Lehrbeauftragter an der TU Wien und ist seit 2009 in der Austrian Energy Agency tätig. Seine Fachgebiete liegen in der Verkehrssimulation aber auch in der Betrachtung komplexer Energie- und Umweltaspekte insbesondere bezogen auf Verkehrsaspekte. Die folgende Liste an Publikationen liefert einen kurzen Überblick:

1. H. Knoflacher, M. Mailer, J.M. Schopf, P. Fischer, G. Emberger, P. Pfaffenbichler:
   "Multimodale Dimensionierung von Straßen aus der Beschreibung des Verkehrsablaufes, der funktionellen Bedeutung, sowie der verkehrlichen Auswirkungen";
   in Buchreihe "Beiträge zu einer ökologisch und sozial verträglichen Verkehrsplanung 1/2008", Buchreihen-Herausgeber: H. Zukal; Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien, 2009, ISBN: 978-3-9501909-5-3, 166 S.
2. H. Knoflacher, J.M. Schopf, M. Mailer, P. Pfaffenbichler:
   "Auswirkungen realisierter Verkehrsmaßnahmen auf die Reduktion des Energieverbrauches im städtischen Gebiet";
   in Buchreihe "Beiträge zu einer ökologisch und sozial verträglichen Verkehrs-

planung 1/2006", Buchreihen-Herausgeber: H. Zukal; Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien, 2009, ISBN: 978-3-9501909-3-9, 232 S.

3. T. May, A. Karlstrom, N. Marler, B. Matthews, H. Minken, A. Monzon, M. Page, P. Pfaffenbichler, S. Shepherd:
   "Handbuch für Entscheidungsträger. Entwicklung nachhaltiger urbaner Flächennutzungs- und Verkehrsstrategien";
   Institute for Transport Studies, University of Leeds, 2003, 52 S.
4. E. Miglbauer, P. Pfaffenbichler, W. Feilmayr:
   "Kurzstudie Wirtschaftsfaktor Radfahren. Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Radverkehrs in Österreich";
   Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2009, 16 S.
5. H. Minken, D. Jonnson, S. Shepherd, T. Järvi, T. May, M. Page, A. Pearman, P. Pfaffenbichler, P. Timms, A. Vold:
   "A Methodological Guidebook. Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies";
   Institue of Transport Economics, Oslo, 2003, ISBN: 82-480-0313-2; 224 S.
6. P. Pfaffenbichler:
   "MARS - Metropolitan Activity Relocation Simulator";
   VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, 2008, ISBN: 978-3-8364-7104-6; 180 S.

***Homepage*** www.ivv.tuwien.ac.at, www.energyagency.at

***DI Gunther Stocker*** DI Gunter Stocker ist Geschäftsführer des Verkehrsplanungsbüros Snizek und Partner. Als Verkehrsplaner hat er zahlreiche Verkehrsplanungsprojekte, Verkehrsuntersuchungen und Verkehrserhebungen geleitet, war aber auch in der Forschung tätig. Beispiele für Projekte sind:

1. Stadtentwicklungsgebiet Brauerei Schwechat – Verkehrsuntersuchung
2. Asperner Flugfeld Süd
3. UVE Bhf. Wien Hauptbahnhof
4. MIV Kordonerhebung Wien 2008
5. Einkaufszentren in NÖ Volkswirtschaftliche Kostenkomponenten
6. Schienengüterverkehrsprognose für 2015

***Homepage*** www.snizek.at

| Oberziel | Unterziele | Vorschlag Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Gruppen | Vorschlag Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Kriterien | Vorschlag Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung | Gewicht | Begründung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Null Emission durch Mobilität (100) | (Motorisierten Individual-)Verkehr vermeiden | 50 | größtes Potential zur Verringerung der Emissionen | 45 | Mobilitätszwänge abbauen großes Thema | 50 | größte und bedeutendste Stellschraube um Umweltbelastungen einzusparen | 35 | größte Schwierigkeiten in der Umsetzung | Siedlungsstrukturen | 30 | Große Auswirkung auf Verkehr (Personenkilometer) | 35 | größter Hebel | 40 | extrem wichtig | 25 | hat auch großen Einfluss auf gesellschaftliche Effekte und Verlagerung | Lage im Raum | 15 | Ausschlag gebend für zurückgelegte Wegelänge | 15 | hängt eng mit Funktionendichte zusammen, daher hier kein zusätzliches Gewicht nötig | 10 | in Städten nicht so relevant, wie am Land - auch durch den Motorisierungsgrad abgebildet | 10 | Siedlungsstruktur wird bereits mit dem Verhältnis von Aktivitätendichte und Bevölkerungsdichte gut abgedeckt. Die Zusammenhänge zwischen den |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Funktionen - Aktivitätendichte (Zielpotenziale) | 10 | Mehr Ziele im Umfeld bedingen weniger Verkehr | 20 | | 15 | Gleichverteilung, bei Aktivitätendichte und Bevölkerungsdichte, da Durchmischung wichtig ist | 7,5 | Wenn die Einwohnerdichte hoch ist, jedoch die Aktivitätendichte gering ist, so hat die Einwohnerdichte keinen Effekt - müssen relativ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Einwohner - Bevölkerungsdichte (Quellpotenzial) - Wohnformen | 5 | Rückkopplung | 0 | | 15 | | 7,5 | Wege entstehen erst von Bevölkerung zu Aktivitäten |
| | | | | | | | | | | Gesellschaftliche Effekte | 20 | Auswirkung auf Wahl des Wohnortes und Verkehrsmittels | 10 | trotzdem nicht vergessen | 10 | kann als Folge der Siedlungsstrukturen betrachtet werden | 10 | teilweise nicht beeinflussbar, oder ändern sich bei Veränderungen im Gesamtsystem | Sozioökonomischer Hintergrund - Einkommen/Haushalt | 10 | zunehmende Bedeutung bei Wahl des Wohnortes sowie Autobesitzes | 0 | ist ein Problem aber keine Stellschraube | 3 | Motorisierungsgrad trifft noch keine Aussage über Bildungsgrad | 5 | Motorisierungsgrad ist ausschlaggebend für die Verwendung der Fahrzeuge |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | disperse Arbeitsmodelle | 0 | Auswirkungen schwer mess-/belegbar | 3 | | 1 | dienstliche Wege gewinnen in der Dienstleistungsgesellsc haft an Bedeutung | 1,5 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | differenzierte Freizeitgestaltung | 3 | | 3 | | 3 | | 2 | soll unbedingt Berücksichtigung finden |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Soziodemographischer Hintergrund - Altersstrukturen | 4 | | 1 | ändert nichts an den Lebensmodellen | 1 | | 0 | nicht relevant |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Bedürfnisse - "Wünsche/Ideale" | 3 | | 3 | | 2 | | 1,5 | |
| | Verkehr verlagern | 30 | Potenziale des Umweltverbundes als nächsten Schritt nutzen | 35 | einfach umzusetzen, da Technologie bereits vorhanden | 35 | nicht notwendig, wenn Potential durch Vermeiden konsequent abgeschöpft werden - erst notwendig, wenn Potentiale ausgeschöpft | 40 | auch kurzfristig erreichbar | Qualität im Verkehrssektor | 15 | Annahme: gleiche Auswirkung auf Verkehrsmittelwahl | 15 | | 25 | wichtig um Verlagerungspotentiale auszunutzen | 24 | Qualität dominiert über Kosten, wirkt auch unabhängig von Haushaltseinkommen | NMIV-Qualität | 5 | Annahme: Gleichverteilung bei Verkehrsmittelwahl | 6 | wichtig um Verlagerungspotentiale zu nutzen | 10 | wichtig um Verlagerungspotentiale zu nutzen | 8 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | MIV-Qualität | 5 | | 3 | | 5 | in Städten sind Parkplätze überall vorhanden, ausschlaggebend ist hier die Anzahl der Parktplätze | 8 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ÖV-Qualität | 5 | | 6 | s.o. | 10 | s.o. | 8 | |
| | | | | | | | | | | Kosten | 15 | | 20 | höhere Bewertung der Kosten, weil diese Qualität vorgeben | 10 | relativ irrelevant um Autokilometer zu vermeiden | 16 | wichtig ist Verhältnis zum verfügbaren Haushaltseinkommen | Externe Kosten | 5 | Bedeutung geringer bezogen auf Wahlverhalten der Nutzer | 5 | | 3 | Wirkung auf politische Entscheidungen | 5 | wirken indirekt |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Individualkosten/Haushalt/Monat | 10 | Zukünftig immer bedeutender bei größerer Einkommensschere | 15 | direkte Auswirkungen auf Individuen | 7 | direkte Auswirkungen auf Individuen | 11 | direkte Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens |
| | Verkehr verbessern | 20 | Nutzen von Innovation, neue Sichtweisen | 20 | | 25 | noch keine Technologie ist genügend ausgereift - technische Schwierigkeiten | | | Innovationen/Umdenken im Verkehrssektor | 20 | | 20 | | 15 | | 25 | | Umweltbelastung durch Errichtung (Straße/ Schiene, Auto/Zug) | 5 | Umweltbelastung durch Errichtung und Entsorgung nicht zu vernachlässigen | 2 | Benutzung verursacht die meisten Umweltbelastungen | 3 | Benutzung verursacht die meisten Umweltbelastungen | 3,5 | Benutzung verursacht die meisten Umweltbelastungen (auf Treibhausgase bezogen) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Umweltbelastung durch Benutzung | 10 | | 16 | | 10 | | 18 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Umweltbelastung durch Entsorgung | 5 | | 2 | | 2 | | 3,5 | |

Lichtblau
Stocker
Pfaffenbichler

Tab. 9: Gewichtungen des Zielsystems (Experteninterviews, 2010, eigene Darstellung)

**Experteninterviews**

Die oben angeführte Tabelle gibt die Gewichtungen der Experten und ihre Begründungen aus den Interviews mit:

- DI Lichtblau am 22.09.2010
- Dr. DI Pfaffenbichler am 01.10.2010
- DI Stocker am 29.09.2010

wieder. Weiters ist eine erste Abschätzung vor den Expertenbefragungen beigefügt, die ebenso als Vergleichsvariante für die Sensitivitätsanalyse herangezogen wird.

## 7.2 Messung der Zielerträge

**Zielertrag**

*„Jedem Bewertungskriterium ist ein Zielertrag ZE, der eine Sachaussage zu einem Wertträger bezüglich des Bewertungskriteriums enthält, zugeordnet. Er bildet eine wesentliche Merkmalseigenschaft des Wertträgers ab.“* (Schnabel et al., 1997, S. 387)

**Objektive, subjektive Kriterien**

Es können objektive und subjektive Kriterien bewertet werden. Beispiele für objektive Kriterien sind Flächenverbrauch in m² oder mittlere Wartezeiten in Sekunden. Subjektive Kriterien können beispielsweise Stadtbildeinschätzungen und Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sein. In dieser Arbeit wurden nur objektiv berechenbare Indikatoren verwendet, um ein für den Leser möglichst durchsichtiges Bild der Berechnung und Datengewinnung zu schaffen. (Schnabel et al., 1997, S. 387)

**Quellen der ZE**

Die gewählten Indikatoren sowie Aussagen, die von ihnen ableitbar sind, wurden bereits im vorangegangenen Kapitel erläutert. In der genauen Auflistung der ermittelten Zielerträge wird sowohl die Quelle als auch, wenn erforderlich die Berechnungsmethode oder Erläuterungen angeführt. Da die Haushaltsbefragungen, auf die zu einem großen Teil aufgebaut wird, in unterschiedlichen Jahren durchgeführt wurden, sind den Titel die alternativen Jahreszahlen beigefügt. Wenn dies möglich war, so wurde versucht, für den Indikator jeweils auf dieselbe oder eine ähnliche Datenquelle zurückzugreifen. Aufgrund der Datenlage, speziell bei den Alternativen ZEUS 2020 und autofreie Siedlung Vauban, mussten teilweise Berechnungen aufgrund bekannter Daten durchgeführt werden. In der folgenden Tabelle sind alle Daten und Quellenangaben zur durchgängigen Nachvollziehbarkeit abgebildet.Die Quellenangaben zu dieser und den folgenden Tabellen werden nummeriert am Ende dieses Kapitels angeführt.

| Oberziel | Unter-ziel | Gruppe | Kriterium | Indikator | Anmerkungen/ Berechnung (wenn erforderlich) | MIN | MAX | Bad Ischl 2006 Zielertrag= Messwert | Quelle | Bruck 2008 Zielertrag= Messwert | Quelle | Lustenau 2008 Zielertrag= Messwert | Quelle | Purkersdorf 2001 Zielertrag= Messwert | Quelle | Linz 2001 Zielertrag= Messwert | Quelle | Steyr 2001 Zielertrag= Messwert | Quelle | Wels 2001 Zielertrag= Messwert | Quelle | MIN | MAX | ZEUS-Gebiet Zielertrag= Messwert | Quelle | Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) Zielertrag=Messwert | Quelle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Null-Emissionen durch Mobilität (100) | (Motorisierten Individual-)Verkehr vermeiden | Siedlungsstrukturen | Lage im Raum | Durchschnittsgeschwindigkeit der externen Wege in km/h | | 27,1632101 | 54,26025562 | 44,66 | 1 | 44,45 | 1 | 34,92 | 1 | 27,16 | 1 | 54,26 | 12 | 54,26 | 12 | 54,26 | 12 | 27,1632101 | 54,2602556 | 54,26 | gleich Linz | 27,16 | gleich Linz |
| | | | | durchschnittliche Wegelänge in km ÖV | | 11,50734811 | 40,52631579 | 12,89 | 1 | 40,53 | 1 | 11,82 | 1 | 14,23 | 1 | 11,51 | 1a | 12,49 | 1a | 12,49 | 1a | 11,5073481 | 40,5263158 | | | | |
| | | | | durchschnittliche Wegelänge in km MIV | | 8,245271868 | 12,61290015 | 9,76 | 1 | 11,96 | 1 | 8,25 | 1 | 12,61 | 1 | 10,40 | 1a | 10,39 | 1a | 9,90 | 1a | 8,24527187 | 12,6129002 | | | | |
| | | | | durchschnittliche Wegelänge in km Fuß | | 0,786189858 | 1,03298397 | 1,03 | 1 | 0,89 | 1 | 0,92 | 1 | 0,87 | 1 | 0,79 | 1a | 0,88 | 1a | 0,79 | 1a | 0,78618986 | 1,03298397 | | | | |
| | | | | durchschnittliche Wegelänge in km Rad | | 1,531357388 | 2,88854571 | 2,59 | 1 | 1,53 | 1 | 1,60 | 1 | 1,57 | 1 | 2,89 | 1a | 2,82 | 1a | 2,79 | 1a | 1,53135739 | 2,88854571 | | | | |
| | | | | Anteil der externen Wege in % | | 0,140794224 | 0,591950189 | 17,83% | 1 | 30,93% | 1 | 37,30% | 1 | 59,20% | 1 | 20,37% | 1 | 24,94% | 1 | 24,83% | 1 | 0,1783233 | 0,59195019 | 14,08% | gleich Vauban | 14,08% | 6 (Arbeitplätze extern) |
| | | | Funktionen - Aktivitätendichte (Zielpotenziale) | durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz (intern) in km | Wegelänge mit Ziel Arbeit | 1,857923497 | 8,81 | 3,26 | 1 | 1,86 | 1 | 2,16 | 1 | 3,66 | 1 | 7,08 | 1a | 7,63 | 1a | 4,97 | 1a | 1,8579235 | 7,62942581 | 1,86 | min | 8,81 | 6 |
| | | | | durchschnittliche Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg | Anzahl der Möglichkeiten: Lebensmittelgeschäft, Supermarkt, Kindergarten, Volsschule, Arzt, Apotheke, Postamt, Geldinistitut | 3,713859911 | 7,5 | 3,71 | 1 | 4,94 | 1 | 4,96 | 1 | 4,60 | n.v. (gleich Durchschnitt) | 6,16 | 1 | 4,06 | 1 | 4,12 | 1 | 3,71385991 | 6,16124376 | 7,50 | 13 Annahme aufgrund Projektvorgaben | 5,00 | 8 |
| | | | Einwohner - Bevölkerungsdichte (Quellpotenzial) | Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort | Grad der Durchmischung von Arbeiten und Wohnen | 0,55 | 1,85 | 1,09 | 2 | 1,07 | 2 | 0,83 | 2 | 0,55 | 2 | 1,85 | 2 | 1,51 | 2 | 1,54 | 2 | 0,5463891 | 1,84777661 | 1,00 | 13 Annahme aufgrund Projektvorgaben | 0,55 | min |
| | | | | | | 0,55 | 1,85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Einwohnerdichte in Pers/km² | Dauersiedlungsraum | 317,4429495 | 23809,52381 | 659,24 | 2 | 317,44 | 2 | 892,94 | 2 | 1021,95 | 2 | 2380,70 | 2 | 1648,82 | 2 | 1299,89 | 2 | 317,442949 | 2380,69631 | 21717,09 | 13 gleich Linz (innerstädtisch-25 dichtest besiedelte ZSP von 267) | 23809,52 | 8 |
| | | | **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Gesellschaftliche Effekte | Sozioökonomischer Hintergrund - Einkommen/Haushalt | Motorisierungsgrad (Pkw/1000EW) | auf Bezirksebene | 0 | 556,4998761 | 535,86 | 2 | 551,07 | 2 | 499,02 | 2 | 487,15 | 2 | 513,37 | 2 | 504,83 | 2 | 556,50 | 2 | 487,146807 | 556,499876 | 240,00 | gleich Vauban mit Auto | 0,00 | 6 |
| | | | disperse Arbeitsmodelle | Anteil der dienstlichen Wege im MIV (%) | | 0,02 | 0,819745699 | 74,38% | 1 | 63,23% | 1 | 77,78% | 1 | 68,86% | 1 | 76,25% | 1 | 78,97% | 1 | 81,97% | 1 | 0,632287 | 0,8197457 | 28,00% | gleich Anteil der Wege in der Freizeit im MIV | 2,00% | gleich Anteil der Wege in der Freizeit im MIV |
| | | | differenzierte Freizeitgestaltung | Anteil der Wege in der Freizeit im MIV (%) | | 0,02 | 0,703125 | 66,04% | 1 | 46,90% | 1 | 61,32% | 1 | 70,31% | 1 | 54,89% | 1 | 59,73% | 1 | 63,08% | 1 | 0,46902655 | 0,703125 | 28,00% | 5 Vauban mit Auto | 2,00% | 6 |
| | | | Soziodemographischer Hintergrund - Altersstrukturen | Anteil der Bevölkerung zwischen 15-74 Jahren (%) | | 0,62 | 0,769143997 | 74,09% | 2 | 75,57% | 2 | 74,82% | 2 | 75,72% | 2 | 76,91% | 2 | 75,03% | 2 | 75,40% | 2 | 0,74085647 | 0,769144 | 76,91% | gleich Linz | 62,00% | 6 (zwischen 15 und über 60) |
| | | | Bedürfnisse - "Wünsche/Ideale" | Anteil der Wege für Einkäufe (täglicher Bedarf) im MIV (%) | | 0,01 | 0,587677725 | 58,06% | 1 | 53,07% | 1 | 58,60% | 1 | 58,77% | 1 | 39,50% | 1 | 46,06% | 1 | 48,56% | 1 | 0,39500906 | 0,58767773 | 21,00% | 6 gleich Vauban mit Auto | 1,00% | 6 |
| | | | **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Verkehr verlagern | Qualität im Verkehrssektor | NMIV-Infrastruktur | Anzahl der Knoten/Netzlänge | | 0,1 | 0,461118248 | 0,46 | 4 | 0,29 | 4 | 0,22 | 4 | 0,22 | 4 | 0,20 | 4 | 0,21 | 4 | 0,23 | 4 | 0,20414647 | 0,46111825 | 0,10 | 13 Vorgabe laut ZEUS 2020 Durchlässigkeit für Fußgängerverkehr alle 50m - Anpassung an Berechnung (Quelle 4) ergibt ca. 0,1km | 0,10 | 8 (Abschätzung aus Bebauungsplan) |
| | | | MIV-Infrastruktur | mittlere Parkplatzentfernung in m | | 23,23097322 | 120 | 35,07 | 1 | 70,04 | 1 | 23,23 | 1 | 43,52 | 1 | 50,60 | 1b | 44,35 | 1b | 37,85 | 1b | 23,2309732 | 70,0433645 | 80,00 | 13 Vorgabe laut ZEUS 2020 Entfernung zum Abstellplatz = Entfernung zur Haltestelle | 120,00 | 8 (Abschätzung aus Bebauungsplan) |
| | | | | mittlere Haltestellenentfernung in m | | 80 | 790,9887457 | 357,15 | 1 | 790,99 | 1 | 333,35 | 1 | 359,73 | 1 | 111,23 | 1a | 90,14 | 1a | 109,22 | 1a | 90,1435407 | 790,988746 | 80,00 | 13 Vorgabe laut ZEUS 2020 maximale Haltestellenentfernung ist 200m; Annahme Durchschnitt ist 80m | 80,00 | 8 (Abschätzung aus Bebauungsplan) |
| | | | | Wegefaktor | | 0,666666667 | 14,3493612 | 10,18 | | 11,29 | | 14,35 | | 8,27 | | 2,20 | | 2,03 | | 2,89 | | 2,03242734 | 14,3493612 | 1,00 | | 0,67 | |
| | | | ÖV-Anschlussqualität | ÖV-Intervalle (mittlere Anzahl der Anfahrten je Haltestelle und Tag) | Anzahl der Abfahrten/Anzahl der Haltestellen | 31,5625 | 189,7993528 | 34,66 | 4 | 31,56 | 4 | 78,24 | 4 | 64,83 | 4 | 189,80 | 4 | 60,61 | 4 | 44,54 | 4 | 31,5625 | 189,799353 | 189,80 | gleich Linz | 189,80 | gleich Linz |
| | | | **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Kosten | Externe Kosten | Externe Kosten je Einwohner und Tag im ÖV (€) | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet(ohne Züge)*externe Kosten/Wohnbevölkerung | 0,111890909 | 0,457279515 | 0,21 | 3, 4 | 0,20 | 3, 4 | 0,27 | 3, 4 | 0,23 | 3, 4 | 0,46 | 3, 4 | 0,22 | 3, 4 | 0,24 | 3, 4 | 0,20163084 | 0,45727952 | 0,11 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | 0,17 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split |
| | | | | Externe Kosten je Einwohner und Tag im MIV (€) | MIV-Pkw-km*Besetzungsgrad*externe Kosten/Wohnbev. | 0,139154238 | 12,3726006 | 6,36 | 3, 4 | 12,37 | 3, 4 | 4,61 | 3, 4 | 10,17 | 3, 4 | 7,44 | 3, 4 | 5,39 | 3, 4 | 8,08 | 3, 4 | 4,61202804 | 12,3726006 | 3,21 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | 0,14 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split |
| | | | | Verhältnis externe Kosten je Einwohner MIV/ÖV | | 0,833504832 | 61,36264107 | 29,71 | | 61,36 | | 16,96 | | 44,28 | | 16,26 | | 24,88 | | 33,31 | | | | 28,66 | | 0,83 | |
| | | | Individualkosten/Haushalt/Monat | MIV-Anschaffungskosten (€/Monat) | | 0 | 184 | 184,00 | 3 | 184,00 | 3 | 184,00 | 3 | 184,00 | 3 | 184,00 | 3 | 184,00 | 3 | 184,00 | 3 | 184 | 184 | 61,33 | min/2 (Motorisierungsgrad halbiert) | 0,00 | kein Pkw-Besitz |
| | | | | MIV-Betriebskosten (€) | | 68,66666667 | 206 | 206,00 | 3 | 206,00 | 3 | 206,00 | 3 | 206,00 | 3 | 206,00 | 3 | 206,00 | 3 | 206,00 | 3 | 206 | 206 | 103,00 | min/2 (Motorisierungsgrad halbiert) | 68,67 | min/3 (Carsharing ist möglich) |
| | | | | ÖV-Fahrtkosten (€) | | 19 | 30,83333333 | 19,00 | 3 | 19,00 | 3 | 19,00 | 3 | 19,00 | 3 | 19,00 | 3 | 19,00 | 3 | 19,00 | 3 | 19 | 19 | 30,83 | 14 Jahreskarte Linz AG | 19,00 | min |
| | | | **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Verkehr verbessern | Innovationen/Umdenken im Verkehrssektor | Umweltbelastung durch Errichtung (Straße/ Schiene, Auto/Zug) | CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch ÖV | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 84,57286243 | 345,6352082 | 161,72 | 4, 10 | 152,40 | 4, 10 | 205,54 | 4, 10 | 173,57 | 4, 10 | 345,64 | 4, 10 | 163,78 | 4, 10 | 183,39 | 4, 10 | 152,402882 | 345,635208 | 84,57 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | 126,19 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split |
| | | | Umweltbelastung durch Benutzung | CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch MIV | Pkw/Kombi-km am Gemeindegebiet*Besetzungsgrad/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 96,57542011 | 8586,796315 | 4412,37 | 4, 10 | 8586,80 | 4, 10 | 3200,83 | 4, 10 | 7056,46 | 4, 10 | 5160,14 | 4, 10 | 3742,08 | 4, 10 | 5609,32 | 4, 10 | 3200,8263 | 8586,79631 | 2225,76 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | 96,58 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split |
| | | | Umweltbelastung durch Entsorgung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 10: Messung der Zielerträge (eigene Darstellung)

***Datenverfügbarkeit***

Wie bereits weiter oben erwähnt ist die Datenverfügbarkeit für die Berechnung einer Nutzwertanalyse oft problematisch. Auch in diesem Fall mussten einige Kompromisse eingegangen werden. Dazu zählen beispielsweise die Geschwindigkeits- und Entfernungsangaben der Wege für Linz, Steyr und Wels, die in der oberösterreichischen Haushaltsbefragung nicht erhoben wurden. Ein weiteres Beispiel ist der Motorisierungsgrad, der nur auf Bezirksebene verfügbar war. Für Berechnungen auf Basis von VISUM-Daten der Firma LOB iC musste für den Fußgängerverkehr eine gewisse Ungenauigkeit in Kauf genommen werden. Da diese Daten allerdings für alle Gemeinden gleichermaßen herangezogen wurden, ist ein Vergleich mit dem Hintergrund der Gemeindefläche und des Dauersiedlungsraums (siehe Alternativenbeschreibung) dennoch möglich.

***Problematik $CO_2$-Äquivalente***

Bei der Bewertung der $CO_2$-Äquivalente in den verschiedenen Phasen (Errichtung, Benutzung, Entsorgung) war ein Unterscheiden nach diesen nicht möglich. Es blieb daher nur die Unterscheidung in $CO_2$-Äquivalenten für ÖV und MIV im Lebenszyklus zum Vergleich. Aus diesem Grund, sowie aus Gründen der Datenverfügbarkeit für zukünftige Verkehrsmittel, ist eine Bewertung zukünftiger Entwicklungen aus derzeitiger Sicht nicht möglich. Die gewählten Indikatoren zeigen aber deutlich das Potential auf, das ohne Veränderungen durch Maßnahmen in den anderen Bereichen noch einzusparen ist.

***Min- Max-Werte***

Bereits der Vergleich von Minimal- und Maximalwerten lässt Rückschlüsse über die Bandbreiten der Indikatorenausprägung zu. Als Beispiel sei hier der Wegefaktor angeführt, er hat eine Ausprägung zwischen 0,67 und 14,34. Dies bedeutet, dass im besten Fall die ÖV-Haltestelle näher liegt als der Pkw-Abstellplatz, während im schlechtesten Fall der Pkw-Abstellplatz 14mal näher ist, als die nächste ÖV-Haltestelle.

## 7.3 Vorgabe der Zielerreichungsgrade

***„Güte-Einstufung“***

„Der Zielerreichungsgrad ZG ist ein Werturteil, mit dem der Zielertrag ZE eines Wertträgers W [Anm. einer Alternative], bezogen auf ein Bewertungskriterium, hinsichtlich seines Wertes eingeschätzt wird. Er ist eine dimensionslose Größe, als ‚Güte-Einstufung‘ aufzufassen und insofern ein Gradmesser dafür, in welchem Umfang ein gegebener Zielertrag den durch das Wertsystem gesetzten Bewertungsmaßstäben entspricht.“ (Schnabel et al., 1997, S. 387)

***Transformation - Normierungsfunktionen***

Um Zielerträge in Zielerreichungsgrade umzuwandeln, müssen Transformationsregeln vorhanden sein. Damit kann eine einheitliche Skalierung herbeigeführt werden, die Zielerfüllung der

verschiedenen Indikatoren wird damit vergleichbar. Da in diesem Fall keine allgemeingültigen Transformationsregeln vorhanden sind, wurden Normierungsfunktionen auf Basis der vorhandenen Daten (insbesondere Minimal- und Maximalwerte) und der rezensierten Literatur erstellt, diese sind auf den folgenden Seiten abgebildet. (Schnabel et al., 1997, S. 389)

***Normierungsfunktion und Zielertrag führen zu Zielerfüllungsgrad***

Mit Hilfe der Normierungsfunktionen (siehe folgende Grafiken) wurden die Zielerreichungsgrade berechnet. Diese sind für die gewählten Alternativen in der darauf folgenden Tabelle abgebildet. Im nächsten Schritt werden aus diesen Zielerreichungsgraden und der Gewichtung die Teilnutzwerte berechnet.

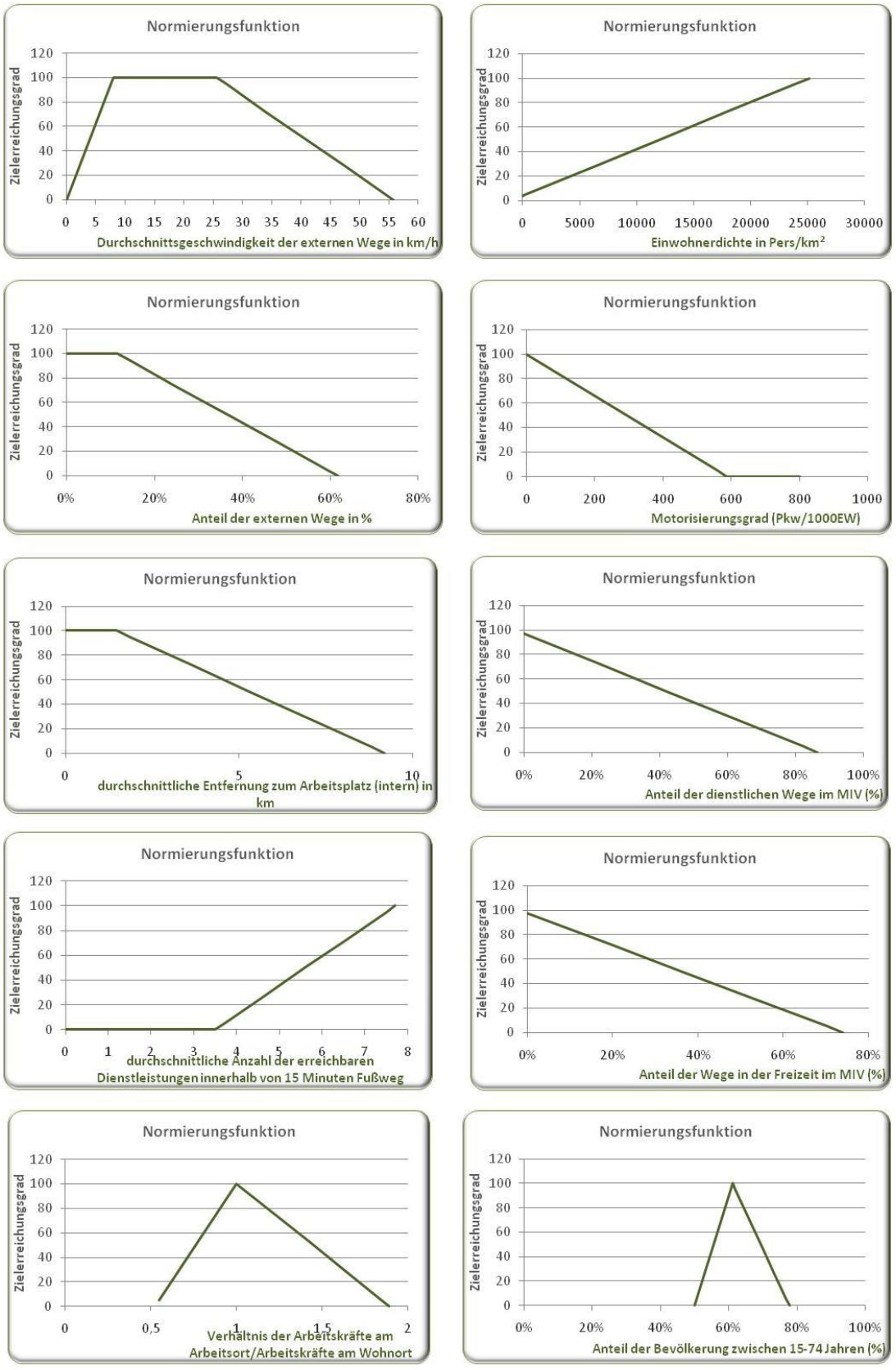



Abb. 59: Normierungsfunktionen I (eigene Darstellung)

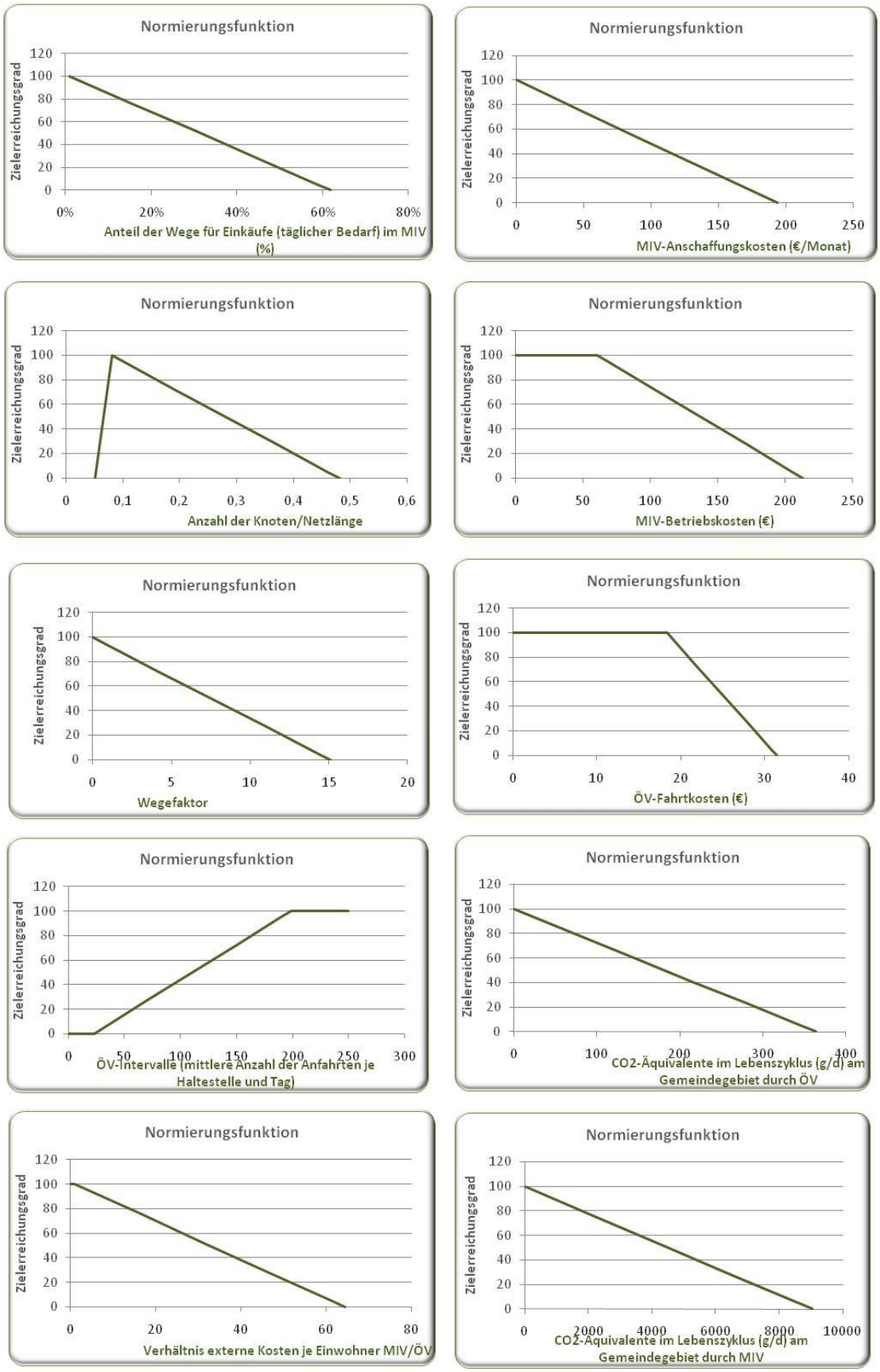



Abb. 60: Normierungsfunktionen II (eigene Darstellung)

| | | | | | | Bad Ischl 2006 | | | Bruck 2008 | | | Lustenau 2008 | | | Purkersdorf 2001 | | | Linz 2001 | | | Steyr 2001 | | | Wels 2001 | | | | ZEUS-Gebiet | | | Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indikator** | Anmerkungen/ Berechnung (wenn erforderlich) | **Zielerreichungsgrad+** | **Zielerreichungsgrad-** | **MIN** | **MAX** | **Zielertrag= Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** | **Zielertrag= Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** | **Zielertrag= Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** | **Zielertrag= Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** | **Zielertrag= Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** | **Zielertrag= Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** | **Zielertrag= Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** | **MIN** | **MAX** | **Zielertrag=Messwert** | Quelle | Zielerfüllungsgrad | **Zielertrag=Messwert** | Quelle | **Zielerfüllungsgrad** |
| Durchschnittsgeschwindigkeit der externen Wege in km/h | | 95 | 5 | 27,1632101 | 54,26025562 | 44,66 | 1 | 36,87 | 44,45 | 1 | 37,59 | 34,92 | 1 | 69,25 | 27,16 | 1 | 95,00 | 54,26 | 12 | 5,00 | 54,26 | 12 | 5,00 | 54,26 | 12 | 5,00 | 27,1632101 | 54,2602556 | 54,26 | gleich Linz | 5,00 | 27,16 | gleich Linz | 95,00 |
| durchschnittliche Wegelänge in km ÖV | | | | 11,50734811 | 40,52631579 | 12,89 | 1 | | 40,53 | 1 | | 11,82 | 1 | | 14,23 | 1 | | 11,51 | 1a | | 12,49 | 1a | | 12,49 | 1a | | 11,5073481 | 40,5263158 | | | | | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km MIV | | | | 8,245271868 | 12,61290015 | 9,76 | 1 | | 11,96 | 1 | | 8,25 | 1 | | 12,61 | 1 | | 10,40 | 1a | | 10,39 | 1a | | 9,90 | 1a | | 8,24527187 | 12,6129002 | | | | | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km Fuß | | | | 0,786189858 | 1,03298397 | 1,03 | 1 | | 0,89 | 1 | | 0,92 | 1 | | 0,87 | 1 | | 0,79 | 1a | | 0,88 | 1a | | 0,79 | 1a | | 0,78618986 | 1,03298397 | | | | | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km Rad | | | | 1,531357388 | 2,88854571 | 2,59 | 1 | | 1,53 | 1 | | 1,60 | 1 | | 1,57 | 1 | | 2,89 | 1a | | 2,82 | 1a | | 2,79 | 1a | | 1,53135739 | 2,88854571 | | | | | | |
| Anteil der externen Wege in % | | 95 | 5 | 0,140794224 | 0,591950189 | 17,83% | 1 | 87,51 | 30,93% | 1 | 61,39 | 37,30% | 1 | 48,67 | 59,20% | 1 | 5,00 | 20,37% | 1 | 82,46 | 24,94% | 1 | 73,34 | 24,83% | 1 | 73,55 | 0,1783233 | 0,59195019 | 14,08% | gleich Vauban | 95,00 | 14,08% | 6 (Arbeitplätze extern) | 95,00 |
| durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz (intern) in km | Wegelänge mit Ziel Arbeit | 95 | 5 | 1,857923497 | 8,81 | 3,26 | 1 | 76,83 | 1,86 | 1 | 95,00 | 2,16 | 1 | 91,07 | 3,66 | 1 | 71,63 | 7,08 | 1a | 27,34 | 7,63 | 1a | 20,28 | 4,97 | 1a | 54,72 | 1,8579235 | 7,62942581 | 1,86 | min | 95,00 | 8,81 | 6 | 5,00 |
| durchschnittliche Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg | Anzahl der Möglichkeiten: Lebensmittelgeschäft, Supermarkt, Kindergarten, Volsschule, Arzt, Apotheke, Postamt, Geldinsitutut | 95 | 5 | 3,713859911 | 7,5 | 3,71 | 1 | 5,00 | 4,94 | 1 | 34,11 | 4,96 | 1 | 34,51 | 4,60 | n.v. (gleich Durchschnitt) | 26,01 | 6,16 | 1 | 63,18 | 4,06 | 1 | 13,23 | 4,12 | 1 | 14,54 | 3,71385991 | 6,16124376 | 7,50 | 13 Annahme aufgrund Projektvorgaben | 95,00 | 5,00 | 8 | 35,57 |
| Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort | Grad der Durchmischung von Arbeiten und Wohnen | 100 | 5 | 0,55 | 1,85 | 1,09 | 2 | 89,90 | 1,07 | 2 | 92,69 | 0,83 | 2 | 64,31 | 0,55 | 2 | 5,00 | 1,85 | 2 | 5,00 | 1,51 | 2 | 43,26 | 1,54 | 2 | 39,47 | 0,5463891 | 1,84777661 | 1,00 | 13 Annahme aufgrund Projektvorgaben | 100,00 | 0,55 | min | 5,00 |
| Einwohnerdichte in Pers/km² | Dauersiedlungsraum | 95 | 5 | 317,4429495 | 23809,52381 | 659,24 | 2 | 6,31 | 317,44 | 2 | 5,00 | 892,94 | 2 | 7,20 | 1021,95 | 2 | 7,70 | 2380,70 | 2 | 12,90 | 1648,82 | 2 | 10,10 | 1299,89 | 2 | 8,76 | 317,442949 | 2380,69631 | 21717,09 | 13 gleich Linz (innerstädtisch-25 dichtest besiedelte ZSP von 267) | 86,98 | 23809,52 | 8 | 95,00 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Motorisierungsgrad (Pkw/1000EW) | auf Bezirksebene | 100 | 5 | 0 | 556,4998761 | 535,86 | 2 | 8,52 | 551,07 | 2 | 5,93 | 499,02 | 2 | 14,81 | 487,15 | 2 | 16,84 | 513,37 | 2 | 12,36 | 504,83 | 2 | 13,82 | 556,50 | 2 | 5,00 | 487,146807 | 556,499876 | 240,00 | gleich Vauban mit Auto | 59,03 | 0,00 | 6 | 100,00 |
| Anteil der dienstlichen Wege im MIV (%) | | 95 | 5 | 0,02 | 0,819745699 | 74,38% | 1 | 13,55 | 63,23% | 1 | 26,10 | 77,78% | 1 | 9,72 | 68,86% | 1 | 19,76 | 76,25% | 1 | 11,45 | 78,97% | 1 | 8,38 | 81,97% | 1 | 5,00 | 0,632287 | 0,8197457 | 28,00% | gleich Anteil der Wege in der Freizeit im MIV | 65,74 | 2,00% | gleich Anteil der Wege in der Freizeit im MIV | 95,00 |
| Anteil der Wege in der Freizeit im MIV (%) | | 95 | 5 | 0,02 | 0,703125 | 66,04% | 1 | 10,63 | 46,90% | 1 | 35,84 | 61,32% | 1 | 16,85 | 70,31% | 1 | 5,00 | 54,89% | 1 | 25,32 | 59,73% | 1 | 18,95 | 63,08% | 1 | 14,53 | 0,46902655 | 0,703125 | 28,00% | 6 Vauban mit Auto | 60,75 | 2,00% | 6 | 95,00 |
| Anteil der Bevölkerung zwischen 15-74 Jahren (%) | | 95 | 5 | 0,62 | 0,769143997 | 74,09% | 2 | 22,07 | 75,57% | 2 | 13,11 | 74,82% | 2 | 17,62 | 75,72% | 2 | 12,24 | 76,91% | 2 | 5,00 | 75,03% | 2 | 16,35 | 75,40% | 2 | 14,15 | 0,74085647 | 0,769144 | 76,91% | gleich Linz | 5,00 | 62,00% | 6 (zwischen 15 und über 60) | 95,00 |
| Anteil der Wege für Einkäufe (täglicher Bedarf) im MIV (%) | | 100 | 5 | 0,01 | 0,587677725 | 58,06% | 1 | 6,17 | 53,07% | 1 | 14,38 | 58,60% | 1 | 5,27 | 58,77% | 1 | 5,00 | 39,50% | 1 | 36,68 | 46,06% | 1 | 25,90 | 48,56% | 1 | 21,79 | 0,39500906 | 0,58767773 | 21,00% | 6 gleich Vauban mit Auto | 67,11 | 1,00% | 6 | 100,00 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anzahl der Knoten/Netzlänge | | 95 | 5 | 0,1 | 0,461118248 | 0,46 | 4 | 5,00 | 0,29 | 4 | 48,81 | 0,22 | 4 | 64,05 | 0,22 | 4 | 64,05 | 0,20 | 4 | 69,04 | 0,21 | 4 | 67,07 | 0,23 | 4 | 63,19 | 0,20414647 | 0,46111825 | 0,10 | 13 Vorgabe laut ZEUS 2020 Durchlässigkeit für Fußgängerverkehr alle 50m - Anpassung an Berechnung (Quelle 4) ergibt ca. 0,1km | 95,00 | 0,10 | 8 (Abschätzung aus Bebauungsplan) | 95,00 |
| mittlere Parkplatzentfernung in m | | | | 23,23097322 | 120 | 35,07 | 1 | | 70,04 | 1 | | 23,23 | 1 | | 43,52 | 1 | | 50,60 | 1b | | 44,35 | 1b | | 37,85 | 1b | | 23,2309732 | 70,0433645 | 80,00 | 13 Vorgabe laut ZEUS 2020 Entfernung zum Abstellplatz = Entfernung zur Haltestelle | | 120,00 | 8 (Abschätzung aus Bebauungsplan) | |
| mittlere Haltestellenentfernung in m | | | | 80 | 790,9887457 | 357,15 | 1 | | 790,99 | 1 | | 333,35 | 1 | | 359,73 | 1 | | 111,23 | 1a | | 90,14 | 1a | | 109,22 | 1a | | 90,1435407 | 790,988746 | 80,00 | 13 Vorgabe laut ZEUS 2020 maximale Haltestellenentfernung ist 200m; Annahme Durchschnitt ist 80m | | 80,00 | 8 (Abschätzung aus Bebauungsplan) | |
| Wegefaktor | | 95 | 5 | 0,666666667 | 14,3493612 | 10,18 | | 32,39 | 11,29 | | | 14,35 | | 5,00 | 8,27 | | 45,01 | 2,20 | | 84,93 | 2,03 | | 86,02 | 2,89 | | 80,40 | 2,03242734 | 14,3493612 | 1,00 | | 92,81 | 0,67 | | 95,00 |
| ÖV-Intervalle (mittlere Anzahl der Anfahrten je Haltestelle und Tag) | Anzahl der Abfahrten/Anzahl der Haltestellen | 95 | 5 | 31,5625 | 189,7993528 | 34,66 | 4 | 6,76 | 31,56 | 4 | 5,00 | 78,24 | 4 | 31,55 | 64,83 | 4 | 23,92 | 189,80 | 4 | 95,00 | 60,61 | 4 | 21,52 | 44,54 | 4 | 12,38 | 31,5625 | 189,799353 | 189,80 | gleich Linz | 95,00 | 189,80 | gleich Linz | 95,00 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Externe Kosten je Einwohner und Tag im ÖV (€) | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet(ohne Züge)*externe Kosten/Wohnbevölkerung | | | 0,111890909 | 0,457279515 | 0,21 | 3, 4 | | 0,20 | 3, 4 | | 0,27 | 3, 4 | | 0,23 | 3, 4 | | 0,46 | 3, 4 | | 0,22 | 3, 4 | | 0,24 | 3, 4 | | 0,20163084 | 0,45727952 | 0,11 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | | 0,17 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | |
| Externe Kosten je Einwohner und Tag im MIV (€) | MIV-Pkw-km*Besetzungsgrad*externe Kosten/Wohnbev. | | | 0,139154238 | 12,3726006 | 6,36 | 3, 4 | | 12,37 | 3, 4 | | 4,61 | 3, 4 | | 10,17 | 3, 4 | | 7,44 | 3, 4 | | 5,39 | 3, 4 | | 8,08 | 3, 4 | | 4,61202804 | 12,3726006 | 3,21 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | | 0,14 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | |
| Verhältnis externe Kosten je Einwohner MIV/ÖV | | 100 | 5 | 0,833504832 | 61,36264107 | 29,71 | | 54,81 | 61,36 | | 5,00 | 16,96 | | 74,88 | 44,28 | | 31,89 | 16,26 | | 75,98 | 24,88 | | 62,41 | 33,31 | | 49,15 | | | 28,66 | | 56,46 | 0,83 | | 100,00 |
| MIV-Anschaffungskosten (€/Monat) | | 100 | 5 | 0 | 184 | 184,00 | 3 | 5,00 | 184,00 | 3 | 5,00 | 184,00 | 3 | 5,00 | 184,00 | 3 | 5,00 | 184,00 | 3 | 5,00 | 184,00 | 3 | 5,00 | 184,00 | 3 | 5,00 | 184 | 184 | 61,33 | miv/2 (Motorisierungsgrad halbiert) | 68,33 | 0,00 | kein Pkw-Besitz | 100,00 |
| MIV-Betriebskosten (€) | | 95 | 5 | 68,66666667 | 206 | 206,00 | 3 | 5,00 | 206,00 | 3 | 5,00 | 206,00 | 3 | 5,00 | 206,00 | 3 | 5,00 | 206,00 | 3 | 5,00 | 206,00 | 3 | 5,00 | 206,00 | 3 | 5,00 | 206 | 206 | 103,00 | miv/2 (Motorisierungsgrad halbiert) | 72,50 | 68,67 | miv/3 (Carsharing ist möglich) | 95,00 |
| ÖV-Fahrtkosten (€) | | 95 | 5 | 19 | 30,83333333 | 19,00 | 3 | 95,00 | 19,00 | 3 | 95,00 | 19,00 | 3 | 95,00 | 19,00 | 3 | 95,00 | 19,00 | 3 | 95,00 | 19,00 | 3 | 95,00 | 19,00 | 3 | 95,00 | 19 | 19 | 30,83 | 14 Jahreskarte Linz AG | 5,00 | 19,00 | min | 95,00 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch ÖV | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 77 | 5 | 84,57286243 | 345,6352082 | 161,72 | 4, 10 | 55,72 | 152,40 | 4, 10 | 58,29 | 205,54 | 4, 10 | 43,64 | 173,57 | 4, 10 | 52,46 | 345,64 | 4, 10 | 5,00 | 163,78 | 4, 10 | 55,15 | 183,39 | 4, 10 | 49,75 | 152,402882 | 345,635208 | 84,57 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | 77,00 | 126,19 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | 65,52 |
| CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch MIV | Pkw/Kombi-km am Gemeindegebiet*Besetzungsgrad/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 99 | 5 | 96,57542011 | 8586,796315 | 4412,37 | 4, 10 | 51,22 | 8586,80 | 4, 10 | 5,00 | 3200,83 | 4, 10 | 64,63 | 7056,46 | 4, 10 | 21,94 | 5160,14 | 4, 10 | 42,94 | 3742,08 | 4, 10 | 58,64 | 5609,32 | 4, 10 | 37,97 | 3200,8263 | 8586,79631 | 2225,76 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | 75,43 | 96,58 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | 99,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Abb. 61: Zielerfüllungsgrade (eigene Darstellung)

## 7.4 Wertsynthese

***Synthese zu Gesamtaussage***

Neben der Einzelbewertung der Indikatoren dient die Nutzwertanalyse auch einer Gesamtbewertung. Diese erfolgt durch *„Synthese der Einzelbewertungen zu einer wertenden Gesamtaussage."* Nur mithilfe dieser Synthese ist eine ganzheitliche Einschätzung der komplexen Alternativen und damit eine Vergleichbarkeit dieser möglich. (Schnabel et al., 1997, S. 393)

***Teilnutzwerte***

Zunächst wird anhand der festgelegten Gewichte der Teilnutzwert für jeden Indikator berechnet. Im nächsten Schritt werden die Teilnutzwerte der Indikatoren logisch zusammengefasst, in diesem Fall zu Teilnutzwerten der Gruppen. Erst im letzten Schritt wird der Gesamtnutzen berechnet. Diese Schritte sind in der folgenden Tabelle für die Gewichtung von Herrn DI Lichtblau abgebildet. Die Veränderungen der Werte aufgrund anderer Gewichtungen werden für die Teilnutzwerte der Gruppen verglichen. Ein Ranking, aufbauend auf diese Teilnutzwerte, erfolgt im Anschluss. (Schnabel et al., 1997, S. 393–398)

| Indikator | Anmerkungen/ Berechnung (wenn erforderlich) | Gewicht | Zielertrag= Messwert | Quelle | Zielerfüllungsgrad | Teilnutzwert | Zielertrag= Messwert | Quelle | Zielerfüllungsgrad | Teilnutzwert | Zielertrag= Messwert | Quelle | Zielerfüllungsgrad | Teilnutzwert | MIN | MAX | Zielertrag= Messwert | Quelle | Zielerfüllungsgrad | Teilnutz-wert | Zielertrag=Messwert | Quelle | Zielerfüllungsgrad | Teilnutzwert |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchschnittsgeschwindigkeit der externen Wege in km/h | | 7,50 | 54,26 | 12 | 5,00 | 0,38 | 54,26 | 12 | 5,00 | 0,38 | 54,26 | 12 | 5,00 | 0,38 | 27,1632101 | 54,2602556 | 54,26 | gleich Linz | 5,00 | 0,38 | 27,16 | gleich Linz | 95,00 | 7,13 |
| durchschnittliche Wegelänge in km ÖV | | | 11,51 | 1a | | | 12,49 | 1a | | | 12,49 | 1a | | | 11,5073481 | 40,5263158 | | | | | | | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km MIV | | | 10,40 | 1a | | | 10,39 | 1a | | | 9,90 | 1a | | | 8,24527187 | 12,6129002 | | | | | | | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km Fuß | | | 0,79 | 1a | | | 0,88 | 1a | | | 0,79 | 1a | | | 0,78618986 | 1,03298397 | | | | | | | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km Rad | | | 2,89 | 1a | | | 2,82 | 1a | | | 2,79 | 1a | | | 1,53135739 | 2,88854571 | | | | | | | | |
| Anteil der externen Wege in % | | 7,50 | 20,37% | 1 | 82,46 | 6,18 | 24,94% | 1 | 73,34 | 5,50 | 24,83% | 1 | 73,55 | 5,52 | 0,1783233 | 0,59195019 | 14,08% | gleich Vauban | 95,00 | 7,13 | 14,08% | 6 (Arbeitplätze extern) | 95,00 | 7,13 |
| durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz (intern) in km | Wegelänge mit Ziel Arbeit | 10,00 | 7,08 | 1a | 27,34 | 2,73 | 7,63 | 1a | 20,28 | 2,03 | 4,97 | 1a | 54,72 | 5,47 | 1,8579235 | 7,62942581 | 1,86 | min | 95,00 | 9,50 | 8,81 | 6 | 5,00 | 0,50 |
| durchschnittliche Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg | Anzahl der Möglichkeiten: Lebensmittelgeschäft, Supermarkt, Kindergarten, Volsschule, Arzt, Apotheke, Postamt, Geldinistitut | 10,00 | 6,16 | 1 | 63,18 | 6,32 | 4,06 | 1 | 13,23 | 1,32 | 4,12 | 1 | 14,54 | 1,45 | 3,71385991 | 6,16124376 | 7,50 | 13 Annahme aufgrund Projektvorgaben | 95,00 | 9,50 | 5,00 | 8 | 35,57 | 3,56 |
| Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort | Grad der Durchmischung von Arbeiten und Wohnen | 0,00 | 1,85 | 2 | 5,00 | 0,38 | 1,51 | 2 | 43,26 | 3,24 | 1,54 | 2 | 39,47 | 2,96 | 0,5463891 | 1,84777661 | 1,00 | 13 Annahme aufgrund Projektvorgaben | 100,00 | 7,50 | 0,55 | min | 5,00 | 0,38 |
| Einwohnerdichte in Pers/km² | Dauersiedlungsraum | 0,00 | 2380,70 | 2 | 12,90 | 0,00 | 1648,82 | 2 | 10,10 | 0,00 | 1299,89 | 2 | 8,76 | 0,00 | 317,442949 | 2380,69631 | 21717,09 | 13 gleich Linz (innerstädtisch-25 dichtest besiedelte ZSP von 267) | 86,98 | 0,00 | 23809,52 | 8 | 95,00 | 0,00 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | **15,99** | | | | **12,47** | | | | **15,78** | | | | | | **34,00** | | | | **18,68** |
| Motorisierungsgrad (Pkw/1000EW) | auf Bezirksebene | 0,00 | 513,37 | 2 | 12,36 | 0,00 | 504,83 | 2 | 13,82 | 0,00 | 556,50 | 2 | 5,00 | 0,00 | 487,146807 | 556,499876 | 240,00 | gleich Vauban mit Auto | 59,03 | 0,00 | 0,00 | 6 | 100,00 | 0,00 |
| Anteil der dienstlichen Wege im MIV (%) | | 3,00 | 76,25% | 1 | 11,45 | 0,34 | 78,97% | 1 | 8,38 | 0,25 | 81,97% | 1 | 5,00 | 0,15 | 0,632287 | 0,8197457 | 28,00% | gleich Anteil der Wege in der Freizeit im MIV | 65,74 | 1,97 | 2,00% | gleich Anteil der Wege in der Freizeit im MIV | 95,00 | 2,85 |
| Anteil der Wege in der Freizeit im MIV (%) | | 3,00 | 54,89% | 1 | 25,32 | 0,76 | 59,73% | 1 | 18,95 | 0,57 | 63,08% | 1 | 14,53 | 0,44 | 0,46902655 | 0,703125 | 28,00% | 6 Vauban mit Auto | 60,75 | 1,82 | 2,00% | 6 | 95,00 | 2,85 |
| Anteil der Bevölkerung zwischen 15-74 Jahren (%) | | 1,00 | 76,91% | 2 | 5,00 | 0,05 | 75,03% | 2 | 16,35 | 0,16 | 75,40% | 2 | 14,15 | 0,14 | 0,74085647 | 0,769144 | 76,91% | gleich Linz | 5,00 | 0,05 | 62,00% | 6 (zwischen 15 und über 60) | 95,00 | 0,95 |
| Anteil der Wege für Einkäufe (täglicher Bedarf) im MIV (%) | | 3,00 | 39,50% | 1 | 36,68 | 1,10 | 46,06% | 1 | 25,90 | 0,78 | 48,56% | 1 | 21,79 | 0,65 | 0,39500906 | 0,58767773 | 21,00% | 6 gleich Vauban mit Auto | 67,11 | 2,01 | 1,00% | 6 | 100,00 | 3,00 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | **2,25** | | | | **1,76** | | | | **1,38** | | | | | | **5,86** | | | | **9,65** |
| Anzahl der Knoten/Netzlänge | | 6,00 | 0,20 | 4 | 69,04 | 4,14 | 0,21 | 4 | 67,07 | 4,02 | 0,23 | 4 | 63,19 | 3,79 | 0,20414647 | 0,46111825 | 0,10 | 13 Vorgabe laut ZE US 2020 Durchlässigkeit für Fußgängerverkehr alle 50m - Anpassung an Berechnung (Quelle 4) ergibt ca. 0,1km | 95,00 | 5,70 | 0,10 | 8 (Abschätzung aus bebauungsplan) | 95,00 | 5,70 |
| mittlere Parkplatzentfernung in m | | | 50,60 | 1b | | | 44,35 | 1b | | | 37,85 | 1b | | | 23,2309732 | 70,0433645 | 80,00 | 13 Vorgabe laut ZE US 2020 Entfernung zum Abstellplatz = Entfernung zur Haltestelle | | | 120,00 | 8 (Abschätzung aus bebauungsplan) | | |
| mittlere Haltestellenentfernung in m | | | 111,23 | 1a | | | 90,14 | 1a | | | 109,22 | 1a | | | 90,1435407 | 790,988746 | 80,00 | 13 Vorgabe laut ZE US 2020 maximale Haltestellenentfernung ist 200m; Annahme Durchschnitt ist 80m | | | 80,00 | 8 (Abschätzung aus bebauungsplan) | | |
| Wegefaktor | | 3,00 | 2,20 | | 84,93 | 0,00 | 2,03 | | 86,02 | 0,00 | 2,89 | | 80,40 | 0,00 | 2,03242734 | 14,3493612 | 1,00 | | 92,81 | 0,00 | 0,67 | | 95,00 | 0,00 |
| ÖV-Intervalle (mittlere Anzahl der Anfahrten je Haltestelle und Tag) | Anzahl der Abfahrten/Anzahl der Haltestellen | 6,00 | 189,80 | 4 | 95,00 | 5,70 | 60,61 | 4 | 21,52 | 1,29 | 44,54 | 4 | 12,38 | 0,74 | 31,5625 | 189,799353 | 189,80 | gleich Linz | 95,00 | 5,70 | 189,80 | gleich Linz | 95,00 | 5,70 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | **9,84** | | | | **5,32** | | | | **4,53** | | | | | | **11,40** | | | | **11,40** |
| Externe Kosten je Einwohner und Tag im ÖV (€) | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet(ohne Züge)*externe Kosten/Wohnbevölkerung | | 0,46 | 3, 4 | | | 0,22 | 3, 4 | | | 0,24 | 3, 4 | | | 0,20163084 | 0,45727952 | 0,11 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | | | 0,17 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | | |
| Externe Kosten je Einwohner und Tag im MIV (€) | MIV-Pkw-km*Besetzungsgrad*externe Kosten/Wohnbev. | | 7,44 | 3, 4 | | | 5,39 | 3, 4 | | | 8,08 | 3, 4 | | | 4,61202804 | 12,3726006 | 3,21 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | | | 0,14 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | | |
| Verhältnis externe Kosten je Einwohner MIV/ÖV | | 5,00 | 16,26 | | 75,98 | 3,80 | 24,88 | | 62,41 | 3,12 | 33,31 | | 49,15 | 2,46 | | | 28,66 | | 56,46 | 2,82 | 0,83 | | 100,00 | 5,00 |
| MIV-Anschaffungskosten (€/Monat) | | 5,00 | 184,00 | 3 | 5,00 | 0,25 | 184,00 | 3 | 5,00 | 0,25 | 184,00 | 3 | 5,00 | 0,25 | 184 | 184 | 61,33 | min/2 (Motorisierungsgrad halbiert) | 68,33 | 3,42 | 0,00 | kein Pkw-Besitz | 100,00 | 5,00 |
| MIV-Betriebskosten (€) | | 5,00 | 206,00 | 3 | 5,00 | 0,25 | 206,00 | 3 | 5,00 | 0,25 | 206,00 | 3 | 5,00 | 0,25 | 206 | 206 | 103,00 | min/2 (Motorisierungsgrad halbiert) | 72,50 | 3,63 | 68,67 | min/3 (Carsharing ist möglich) | 95,00 | 4,75 |
| ÖV-Fahrtkosten (€) | | 5,00 | 19,00 | 3 | 95,00 | 4,75 | 19,00 | 3 | 95,00 | 4,75 | 19,00 | 3 | 95,00 | 4,75 | 19 | 19 | 30,83 | 14 Jahreskarte Linz AG | 5,00 | 0,25 | 19,00 | min | 95,00 | 4,75 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | **9,05** | | | | **8,37** | | | | **7,71** | | | | | | **10,11** | | | | **19,50** |
| CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch ÖV | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 10,00 | 345,64 | 4, 10 | 5,00 | 0,50 | 163,78 | 4, 10 | 55,15 | 5,52 | 183,39 | 4, 10 | 49,75 | 4,97 | 152,402882 | 345,635208 | 84,57 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | 77,00 | 7,70 | 126,19 | Mittelwert/Mittelwert ÖV-Anteil*ÖV-Anteil des Modal Split | 65,52 | 6,55 |
| CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch MIV | Pkw/Kombi-km am Gemeindegebiet*Besetzungsgrad/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 10,00 | 5160,14 | 4, 10 | 42,94 | 4,29 | 3742,08 | 4, 10 | 58,64 | 5,86 | 5609,32 | 4, 10 | 37,97 | 3,80 | 3200,8263 | 8586,79631 | 2225,76 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | 75,43 | 7,54 | 96,58 | Mittelwert/Mittelwert MIV-Anteil*MIV-Anteil des Modal Split | 99,00 | 9,90 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Teilnutzwert** | | | | | | **4,79** | | | | **11,38** | | | | **8,77** | | | | | | **15,24** | | | | **16,45** |
| | | **100,00** | | | | **41,92** | | | | **39,30** | | | | **38,17** | | | | | | **76,62** | | | | **75,68** |

Tab. 11: Wertsynthese I (Gewichtung Lichtblau, 2010, eigene Darstellung)

| | | | | | | | Bad Ischl 2006 | | | | Bruck 2008 | | | | Lustenau 2008 | | | | Purkersdorf 2001 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indikator** | Anmerkungen/ Berechnung (wenn erforderlich) | **Gewicht** | **Zielerreichungsgrad+** | **Zielerreichungsgrad-** | **MIN** | **MAX** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielerfüllungsgrad** | **Teilnutzwert** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielerfüllungsgrad** | **Teilnutzwert** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielerfüllungsgrad** | **Teilnutzwert** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielerfüllungsgrad** | **Teilnutzwert** |
| Durchschnittsgeschwindigkeit der externen Wege in km/h | | 7,50 | 95 | 5 | 27,16 | 54,26 | 44,66 | [1] | 36,87 | 2,77 | 44,45 | [1] | 37,59 | 2,82 | 34,92 | [1] | 69,25 | 5,19 | 27,16 | [1] | 95,00 | 7,13 |
| durchschnittliche Wegelänge in km ÖV | | | | | 11,51 | 40,53 | 12,89 | [1] | | | 40,53 | [1] | | | 11,82 | [1] | | | 14,23 | [1] | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km MIV | | | | | 8,25 | 12,61 | 9,76 | [1] | | | 11,96 | [1] | | | 8,25 | [1] | | | 12,61 | [1] | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km Fuß | | | | | 0,79 | 1,03 | 1,03 | [1] | | | 0,89 | [1] | | | 0,92 | [1] | | | 0,87 | [1] | | |
| durchschnittliche Wegelänge in km Rad | | | | | 1,53 | 2,89 | 2,59 | [1] | | | 1,53 | [1] | | | 1,60 | [1] | | | 1,57 | [1] | | |
| Anteil der externen Wege in % | | 7,50 | 95 | 5 | 0,14 | 0,59 | 17,83% | [1] | 87,51 | 6,56 | 30,93% | [1] | 61,39 | 4,60 | 37,30% | [1] | 48,67 | 3,65 | 59,20% | [1] | 5,00 | 0,38 |
| durchschnittliche Entfernung zum Arbeitsplatz (intern) in km | Wegelänge mit Ziel Arbeit | 10,00 | 95 | 5 | 1,86 | 8,81 | 3,26 | [1] | 76,83 | 7,68 | 1,86 | [1] | 95,00 | 9,50 | 2,16 | [1] | 91,07 | 9,11 | 3,66 | [1] | 71,63 | 7,16 |
| durchschnittliche Anzahl der erreichbaren Dienstleistungen innerhalb von 15 Minuten Fußweg | Anzahl der Möglichkeiten: Lebensmittelgeschäft, Supermarkt, Kindergarten, Volsschule, Arzt, Apotheke, Postamt, Geldinistitut | 10,00 | 95 | 5 | 3,71 | 7,50 | 3,71 | [1] | 5,00 | 0,50 | 4,94 | [1] | 34,11 | 3,41 | 4,96 | [1] | 34,51 | 3,45 | 4,60 | n.v. (gleich Durchschnitt) | 26,01 | 2,60 |
| Verhältnis der Arbeitskräfte am Arbeitsort/Arbeitskräfte am Wohnort | Grad der Durchmischung von Arbeiten und Wohnen | 0,00 | 100 | 5 | 0,55 | 1,85 | 1,09 | [2] | 89,90 | 6,74 | 1,07 | [2] | 92,69 | 6,95 | 0,83 | [2] | 64,31 | 4,82 | 0,55 | [2] | 5,00 | 0,38 |
| Einwohnerdichte in Pers/km² | Dauersiedlungsraum | 0,00 | 95 | 5 | 317,44 | 23809,52 | 659,24 | [2] | 6,31 | 0,00 | 317,44 | [2] | 5,00 | 0,00 | 892,94 | [2] | 7,20 | 0,00 | 1021,95 | [2] | 7,70 | 0,00 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | **24,25** | | | | **27,29** | | | | **26,23** | | | | **17,64** |
| Motorisierungsgrad (Pkw/1000EW) | auf Bezirksebene | 0,00 | 100 | 5 | 0,00 | 556,50 | 535,86 | [2] | 8,52 | 0,00 | 551,07 | [2] | 5,93 | 0,00 | 499,02 | [2] | 14,81 | 0,00 | 487,15 | [2] | 16,84 | 0,00 |
| Anteil der dienstlichen Wege im MIV (%) | | 3,00 | 95 | 5 | 0,02 | 0,82 | 74,38% | [1] | 13,55 | 0,41 | 63,23% | [1] | 26,10 | 0,78 | 77,78% | [1] | 9,72 | 0,29 | 68,86% | [1] | 19,76 | 0,59 |
| Anteil der Wege in der Freizeit im MIV (%) | | 3,00 | 95 | 5 | 0,02 | 0,70 | 66,04% | [1] | 10,63 | 0,32 | 46,90% | [1] | 35,84 | 1,08 | 61,32% | [1] | 16,85 | 0,51 | 70,31% | [1] | 5,00 | 0,15 |
| Anteil der Bevölkerung zwischen 15-74 Jahren (%) | | 1,00 | 95 | 5 | 0,62 | 0,77 | 74,09% | [2] | 22,07 | 0,22 | 75,57% | [2] | 13,11 | 0,13 | 74,82% | [2] | 17,62 | 0,18 | 75,72% | [2] | 12,24 | 0,12 |
| Anteil der Wege für Einkäufe (täglicher Bedarf) im MIV (%) | | 3,00 | 100 | 5 | 0,01 | 0,59 | 58,06% | [1] | 6,17 | 0,19 | 53,07% | [1] | 14,38 | 0,43 | 58,60% | [1] | 5,27 | 0,16 | 58,77% | [1] | 5,00 | 0,15 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | **1,13** | | | | **2,42** | | | | **1,13** | | | | **1,02** |
| Anzahl der Knoten/Netzlänge | | 6,00 | 95 | 5 | 0,10 | 0,46 | 0,46 | [4] | 5,00 | 0,30 | 0,29 | [4] | 48,81 | 2,93 | 0,22 | [4] | 64,05 | 3,84 | 0,22 | [4] | 64,05 | 3,84 |
| mittlere Parkplatzentfernung in m | | | | | 23,23 | 120,00 | 35,07 | [1] | | | 70,04 | [1] | | | 23,23 | [1] | | | 43,52 | [1] | | |
| mittlere Haltestellenentfernung in m | | | | | 80,00 | 790,99 | 357,15 | [1] | | | 790,99 | [1] | | | 333,35 | [1] | | | 359,73 | [1] | | |
| Wegefaktor | | 3,00 | 95 | 5 | 0,67 | 14,35 | 10,18 | | 32,39 | 0,00 | 11,29 | | | 0,00 | 14,35 | | 5,00 | 0,00 | 8,27 | | 45,01 | 0,00 |
| ÖV-Intervalle (mittlere Anzahl der Anfahrten je Haltestelle und Tag) | Anzahl der Abfahrten/Anzahl der Haltestellen | 6,00 | 95 | 5 | 31,56 | 189,80 | 34,66 | [4] | 6,76 | 0,41 | 31,56 | [4] | 5,00 | 0,30 | 78,24 | [4] | 31,55 | 1,89 | 64,83 | [4] | 23,92 | 1,44 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | **0,71** | | | | **3,23** | | | | **5,74** | | | | **5,28** |
| Externe Kosten je Einwohner und Tag im ÖV (€) | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet(ohne Züge)*externe Kosten/Wohnbevölkerung | | | | 0,11 | 0,46 | 0,21 | [3, 4] | | | 0,20 | [3, 4] | | | 0,27 | [3, 4] | | | 0,23 | [3, 4] | | |
| Externe Kosten je Einwohner und Tag im MIV (€) | MIV-Pkw-km*Besetzungsgrad*externe Kosten/Wohnbev. | | | | 0,14 | 12,37 | 6,36 | [3, 4] | | | 12,37 | [3, 4] | | | 4,61 | [3, 4] | | | 10,17 | [3, 4] | | |
| Verhältnis externe Kosten je Einwohner MIV/ÖV | | 5,00 | 100 | 5 | 0,83 | 61,36 | 29,71 | | 54,81 | 2,74 | 61,36 | | 5,00 | 0,25 | 16,96 | | 74,88 | 3,74 | 44,28 | | 31,89 | 1,59 |
| MIV-Anschaffungskosten (€/Monat) | | 5,00 | 100 | 5 | 0,00 | 184,00 | 184,00 | [3] | 5,00 | 0,25 | 184,00 | [3] | 5,00 | 0,25 | 184,00 | [3] | 5,00 | 0,25 | 184,00 | [3] | 5,00 | 0,25 |
| MIV-Betriebskosten (€) | | 5,00 | 95 | 5 | 68,67 | 206,00 | 206,00 | [3] | 5,00 | 0,25 | 206,00 | [3] | 5,00 | 0,25 | 206,00 | [3] | 5,00 | 0,25 | 206,00 | [3] | 5,00 | 0,25 |
| ÖV-Fahrtkosten (€) | | 5,00 | 95 | 5 | 19,00 | 30,83 | 19,00 | [3] | 95,00 | 4,75 | 19,00 | [3] | 95,00 | 4,75 | 19,00 | [3] | 95,00 | 4,75 | 19,00 | [3] | 95,00 | 4,75 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | **7,99** | | | | **5,50** | | | | **8,99** | | | | **6,84** |
| CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch ÖV | ÖV-Personen-km am Gemeindegebiet/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 10,00 | 77 | 5 | 84,57 | 345,64 | 161,72 | [4, 10] | 55,72 | 5,57 | 152,40 | [4, 10] | 58,29 | 5,83 | 205,54 | [4, 10] | 43,64 | 4,36 | 173,57 | [4, 10] | 52,46 | 5,25 |
| CO2-Äquivalente im Lebenszyklus (g/d) am Gemeindegebiet durch MIV | Pkw/Kombi-km am Gemeindegebiet*Besetzungsgrad/Wohnbev.*CO2-Äquivalenten | 10,00 | 99 | 5 | 96,58 | 8586,80 | 4412,37 | [4, 10] | 51,22 | 5,12 | 8586,80 | [4, 10] | 5,00 | 0,50 | 3200,83 | [4, 10] | 64,63 | 6,46 | 7056,46 | [4, 10] | 21,94 | 2,19 |
| **Teilnutzwert** | | | | | | | | | | **10,69** | | | | **6,33** | | | | **10,83** | | | | **7,44** |
| | | **100,00** | | | | | | | | **44,78** | | | | **44,76** | | | | **52,91** | | | | **38,22** |

Tab. 12: Wertsynthese II (Gewichtung Lichtblau, 2010, eigene Darstellung)

## 7.5 Alternativenbewertung

***Reihung Lichtblau***

Anhand der Gesamtnutzwerte wird eine Reihung der Alternativen vorgenommen. Ein Blick auf die Teilnutzwerte zeigt, dass die Siedlungsstrukturen sowie die $CO_2$-Äquivalenten ausschlaggebend sind für die hohe Reihung der Alternativen ZEUS-Gebiet und Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto). Während die Bewertungen dieser beiden Alternativen sehr knapp beieinander liegen sind die Gesamtnutzwerte der übrigen relativ weit abgeschlagen.

| Lichtblau | Bad Ischl 2006 | Bruck 2008 | Lustenau 2008 | Purkersdorf 2001 | Linz 2001 | Steyr 2001 | Wels 2001 | ZEUS-Gebiet | Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Siedlungsstrukturen | 24,25 | 27,29 | 26,23 | 17,64 | 15,99 | 12,47 | 15,78 | 34,00 | 18,68 |
| Gesellschaftliche Effekte | 1,13 | 2,42 | 1,13 | 1,02 | 2,25 | 1,76 | 1,38 | 5,86 | 9,65 |
| Qualität im Verkehrssektor | 0,71 | 3,23 | 5,74 | 5,28 | 9,84 | 5,32 | 4,53 | 11,40 | 11,40 |
| Kosten | 7,99 | 5,50 | 8,99 | 6,84 | 9,05 | 8,37 | 7,71 | 10,11 | 19,50 |
| Innovationen/Umdenken im Verkehrssektor | 10,69 | 6,33 | 10,83 | 7,44 | 4,79 | 11,38 | 8,77 | 15,24 | 16,45 |
| **Gesamtnutzwert** | 44,78 | 44,76 | 52,91 | 38,22 | 41,92 | 39,30 | 38,17 | 76,62 | 75,68 |
| **Rang** | 4 | 5 | 3 | 8 | 6 | 7 | 9 | 1 | 2 |

Tab. 13: Alternativenreihung (Gewichtung Lichtblau, 2010, eigene Darstellung)

***Beeinflussbarkeit durch Werthaltung?***

Da die zweitgereihte Alternative – Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) – nur sehr knapp hinter der erstgereihten Aternative liegt stellt sich an dieser Stelle die Frage, wie robust diese Reihung gegenüber anderen Werthaltungen ist. Daher wird als nächster Schritt eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

## 7.6 Sensitivitätsanalyse

***Verschiedene Gewichtungen***

Durch eine Sensitivitätsanalyse wird überprüft, wie beeinflussbar die Gesamtnutzen der Alternativen bzw. ihre Reihung durch andere Gewichtungen sind. Dazu werden die Ergebnisse bei verschiedenen Gewichtungen gegenübergestellt.

| Pfaffenbichler | Bad Ischl 2006 | Bruck 2008 | Lustenau 2008 | Purkersdorf 2001 | Linz 2001 | Steyr 2001 | Wels 2001 | ZEUS-Gebiet | Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Siedlungsstrukturen | 14,02 | 14,61 | 14,09 | 9,20 | 8,50 | 7,72 | 8,83 | 20,39 | 14,83 |
| Gesellschaftliche Effekte | 0,93 | 1,62 | 1,30 | 1,31 | 1,85 | 1,58 | 0,94 | 6,16 | 9,83 |
| Qualität im Verkehrssektor | 0,94 | 4,30 | 7,65 | 7,04 | 13,12 | 7,09 | 6,05 | 15,20 | 15,20 |
| Kosten | 6,59 | 4,10 | 7,59 | 5,44 | 7,65 | 6,97 | 6,31 | 8,17 | 15,63 |
| Innovationen/Umdenken im Verkehrssektor | 13,37 | 7,91 | 13,53 | 9,30 | 5,99 | 14,22 | 10,96 | 19,05 | 20,57 |
| **Gesamtnutzen** | 35,85 | 32,55 | 44,17 | 32,30 | 37,11 | 37,58 | 33,09 | 68,97 | 76,06 |
| **Rang** | 6 | 8 | 3 | 9 | 5 | 4 | 7 | 2 | 1 |

Tab. 14: Alternativenreihung (Gewichtung Pfaffenbichler, 2010, eigene Darstellung)

| Stocker | Bad Ischl 2006 | Bruck 2008 | Lustenau 2008 | Purkersdorf 2001 | Linz 2001 | Steyr 2001 | Wels 2001 | ZEUS-Gebiet | Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Siedlungsstrukturen | 17,32 | 19,64 | 19,07 | 13,15 | 12,38 | 9,35 | 11,75 | 30,77 | 19,92 |
| Gesellschaftliche Effekte | 0,83 | 1,80 | 1,15 | 0,95 | 1,98 | 1,58 | 1,07 | 5,59 | 8,80 |
| Qualität im Verkehrssektor | 1,18 | 5,38 | 9,56 | 8,80 | 16,40 | 8,86 | 7,56 | 19,00 | 19,00 |
| Kosten | 4,09 | 2,60 | 4,70 | 3,41 | 4,73 | 4,32 | 3,92 | 5,10 | 9,77 |
| Innovationen/Umdenken im Verkehrssektor | 8,02 | 4,75 | 8,12 | 5,58 | 3,60 | 8,53 | 6,58 | 11,43 | 12,34 |
| | 31,45 | 34,17 | 42,60 | 31,89 | 39,09 | 32,65 | 30,88 | 71,90 | 69,82 |
| **Rang** | **8** | **5** | **3** | **7** | **4** | **6** | **9** | **1** | **2** |

Tab. 15: Alternativenreihung (Gewichtung Stocker, 2010, eigene Darstellung)

| Eigene Ersteinschätzung | Bad Ischl 2006 | Bruck 2008 | Lustenau 2008 | Purkersdorf 2001 | Linz 2001 | Steyr 2001 | Wels 2001 | ZEUS-Gebiet | Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Siedlungsstrukturen | 20,32 | 20,95 | 20,13 | 12,95 | 11,78 | 11,05 | 12,53 | 26,67 | 19,03 |
| Gesellschaftliche Effekte | 2,24 | 2,62 | 2,85 | 2,47 | 3,30 | 3,38 | 2,16 | 9,94 | 19,65 |
| Qualität im Verkehrssektor | 0,59 | 2,69 | 4,78 | 4,40 | 8,20 | 4,43 | 3,78 | 9,50 | 9,50 |
| Kosten | 6,24 | 3,75 | 7,24 | 5,09 | 7,30 | 6,62 | 5,96 | 7,68 | 14,67 |
| Innovationen/Umdenken im Verkehrssektor | 10,69 | 6,33 | 10,83 | 7,44 | 4,79 | 11,38 | 8,77 | 15,24 | 16,45 |
| | 40,08 | 36,35 | 45,83 | 32,36 | 35,37 | 36,86 | 33,20 | 69,04 | 79,30 |
| **Rang** | **4** | **6** | **3** | **9** | **7** | **5** | **8** | **2** | **1** |

Tab. 16: Alternativenreihung (Gewichtung eigene Ersteinschätzung, 2010, eigene Darstellung)

***Vergleich*** Es stellt sich heraus, dass trotz veränderter Gewichtungen die bereits bei Gewichtung durch Lichtblau vorne gereihten Alternativen weiterhin an erster und zweiter Stelle liegen. Weiters fällt auf, dass Lustenau immer den dritten Rang belegt. Purkersdorf liegt meist relativ weit im hinteren Feld. Ebenfalls auffallend ist, dass die Unterschiede zwischen erstem und zweitem Rang teilweise relativ hoch sind, während bei anderer Gewichtung die Reihung nicht ganz so eindeutig verläuft.

***Gewichtungen*** Die verschiedenen, eingesetzten Gewichtungen sind teilweise sehr unterschiedlich (vgl. Gewichtung Unterziel 1 = 35 bis 50). Dennoch ist bereits bei der Vergabe der Gewichte durch die Experten ein Trend zu erkennen. Meist wird die größte Bedeutung dem Unterziel Verkehr sparen beigemessen, jedoch bleiben auch bei Höhergewichtung des Unterziels Verkehr verlagern die Alternativen ZEUS und Vauban vorne.

Quellen Nutzwertanalyse:

[1] Haushaltsbefragungen:

(Macoun, 2006)

(Knoflacher, 2008a)

(Knoflacher, 2008b)

(Knoflacher 2001)

[1a] Haushaltsbefragung (Entfernungsberechnung auf Basis durchschnittlicher Geschwindigkeiten in Bad Ischl)

[1b] Haushaltsbefragung (errechnet mit: Entfernung vom Privatparkplatz=10m, Entfernung vom Abstell-platz im Straßenraum=100m, Entfernung vom sonstigen Parkplatz=200m)

[2] (Statistik Austria, Volkszählung 2001)

[3] (VCÖ, 2009)

[4] (LOB iC GesmbH, 2010)

[6] (DLR., 2003)

[7] (Statistik Austria, 2010)

[8] (Stadt Freiburg im Breisgau, 2010)

[9] (Land Oberösterreich, 2009)

[10] (Spielmann & Haan, 2008)

[11] (IPE, 2003a)

[12] (google maps, 2010)

[13] (Konsortium ZEUS, 2010)

[14] (Linz AG, AGB)

# 8 Entscheidung

***Alternativenreihung***

Aufgrund der Alternativenreihung sowie der Sensitivitätsanalyse sind die beiden erstgereihten Alternativen klar ersichtlich. Eine Entscheidung hinsichtlich einer der beiden erstgereihten Alternativen:

- ZEUS-Gebiet und
- Autofreie Siedlung Vauben (ohne Auto)

hängt daher von der Beurteilung der Gesamtkonzepte ab. In dieser Hinsicht, obwohl im Zuge dieser Arbeit nur kurz erwähnt, fällt die Entscheidung auf das ZEUS-Gebiet. Eine systemische Betrachtung der gesamten Siedlungsstruktur, die auch den Ausgleich von durch den Verkehr verursachten Emissionen ermöglicht und Wissen und Innovationen in allen Bereichen (s.o.) zur Erreichung des Ziels Null-Emissionen vereint, ist ein guter Weg zum Ziel. Dennoch muss an dieser Stelle auch nochmals erwähnt werden, dass im Vergleich zu den anderen Alternativen das ZEUS-Gebiet noch nicht realisiert ist. Insofern bleibt zu hoffen und daran zu arbeiten, dass die hoch gesteckten Ziele erreicht werden.

***Vauban***

Im Gegensatz zum ZEUS-Gebiet hat die Autofreie Siedlung bereits ihre Umsetzung erfahren und liefert damit wichtige Ergebnisse und Erkenntnisse für zukünftige Planungen. An dieser Stelle muss hervorgehoben werden, dass der Vergleich mit einer zukünftigen Entwicklung als unfaire Konkurrenz erachtet werden könnte. Dennoch bleibt Vauban (ohne Auto) im Hinblick auf die Ziele Verkehr sparen und Verkehr verlagern an vorderster Stelle.

***Maßnahmenentwicklung***

Diese Nutzwertanalyse wurde nicht nur zum Zweck einer Alternativenreihung erstellt, vielmehr sollten Zusammenhänge verschiedener Kriterien aufgezeigt werden und durch Gewichtung und Reihung die zielführendsten Systemänderungen beleuchtet werden. Aufgrund der Gewichtungen wurden verkehrssparende Siedlungsstrukturen sowie die Reduktion der Verkehrs-Emissionen durch Innovation und/oder Umdenken als die zielführendsten erforscht. Auch hier dürfen Rückkopplungen allerdings nicht vernachlässigt werden, denn durch entsprechende Siedlungsstrukturen wird Verkehr vermieden und/oder verlagert und verringert schon dadurch die Emissionen.

***Siedlungsstrukturen***

Als das Beispiel für verkehrssparende Siedlungsstrukturen gilt noch immer die Stadt der kurzen Wege. Um eine solche zu erreichen sind sowohl entsprechende Einwohner- als auch Arbeitsplatzdichten anzustreben. Gerade hier kann die Stadt der Zukunft (und konnte die mittelalterliche Stadt) punkten, denn eine mobile Bevölkerung erreicht ihre Ziele in kürzesten Distanzen. Die Erreichbarkeit in solchen urbanen Gebieten ist unvergleichbar hoch.

***Gesellschaftliche Effekte***

Am schwersten zu beeinflussen sind gesellschaftliche Effekte, dennoch spielen gerade diese eine wichtige Rolle bei der Standortwahl und damit dem verursachten Verkehrsaufkommen und Modal Split. Forschungen zu zukünftigen Entwicklungen zeigen, dass sozioökonomische und soziodemographische Bedingungen enorme Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten haben (vgl. Motorisierungsgrad, Soziodemographischer Hintergrund). Gesellschaftliche Effekte wirken insbesondere auf politische Entscheidungen, denn obwohl entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen vorhanden sind Siedlungsstrukturen verkehrssparend zu gestalten fehlt oft die politische Kraft oder der Wille diese umzusetzen und restriktiv anzuwenden. (IPE, 2003)

***Qualität im Verkehrssektor***

Die Qualität im ÖV- und NMIV-Sektor ist ein ausschlaggebender Faktor um Personen zu entsprechender Verkehrsmittelwahl zu motivierten. Im Vergleich dazu spielt jedoch auch die Attraktivität des MIV eine wichtige Rolle. Pfaffenbichler (2010) betont hier, dass entsprechende Qualität des Umweltverbundes Auswirkungen auf die Nutzung von Verlagerungspotentialen unabhängig vom Haushaltseinkommen hat. Ebenso argumentiert Stocker (2010) und betont die direkten Auswirkungen auf genutzte Verlagerungspotentiale durch Attraktivität. Im Vergleich dazu stellt Lichtblau (2010) den Gegenschluss an, dass die Kosten direkt auf die Qualität der Verkehrssektoren einwirken.

***Kosten***

Die Kosten für Mobilität werden besonders in Haushalten im 1. Quartil zum Ausschlusskriterium. Zukünftig stellt sich damit auch die Frage nach sozial gerechter Mobilität. Die Frage der nicht abgebildeten externen Kosten tritt immer lauter in den Raum und muss zukünftige politische Entscheidungen beeinflussen.

***Marktverzerrende Effekte abbauen***

Die Internalisierung von externen Kosten im Verkehr würde zwar sowohl für MIV, als auch für ÖV das Wegfallen von Subventionen bedeuten, dennoch würden der ÖV sowie der schienengebundene Güterverkehr gewinnen. Ein schrittweiser Abbau solcher Subventionen wird durch den VCÖ vertreten. Dies würde zu einer Halbierung der Verkehrsunfallzahlen sowie einer Emissionsreduktion von 13 % führen. (VCÖ & Rauh, 2005, S. 19–20)

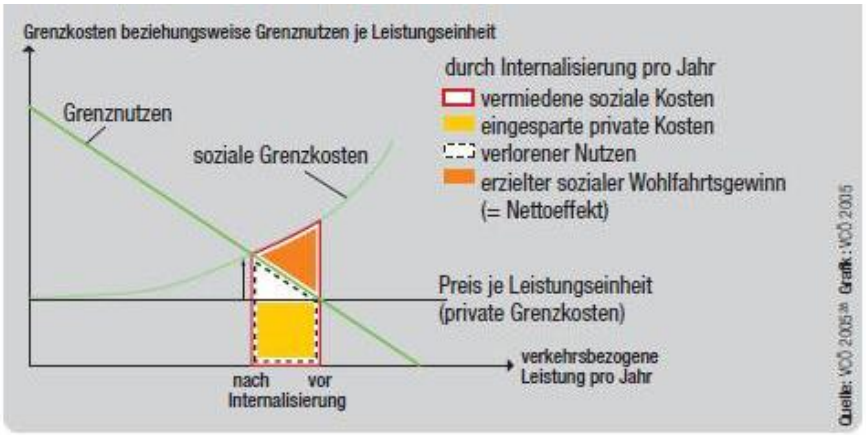



Abb. 62: Internalisierung - Preise den tatsächlichen Kosten anpassen (VCÖ & Rauh, 2005, S. 19)

Anm: *„Eine ‚verkehrsbezogene Leistung' kann Treibstoff sein oder ein Firmenparkplatz, eine Fahrkarte oder knappe Straßenkapazität. Wird der Preis dieser Leistung den sozialen Grenzkosten angepasst, stellt sich das Marktgleichgewicht beim volkswirtschaftlichen Optimum ein."* (VCÖ & Rauh, 2005, S. 19)

***Modal Split***

Der Modal Split über die gesamte Wegeanzahl der Einwohner wurde bewusst nicht als Indikator in die Nutzwertanalyse aufgenommen, da eine Veränderung des Modal Splits unweigerlich ein Ziel zur erreichen von Null-Emission durch Mobilität darstellt, aber durch andere Indikatoren beeinflusst wird und nicht direkt – ohne Veränderung beispielsweise der ÖV-Qualität – beeinflusst werden kann. Als Indikator zur Überprüfung von gesetzten Maßnahmen ist er jedoch in keinem Fall wegzudenken. Dem entsprechend wird versucht durch Vergleiche des Modal Splits und der Zielerreichungsgrade Zusammenhänge zu erkennen. Die auf der nächsten Seite angeführten Grafiken verdeutlichen den Zusammenhang zwischen Gesamtnutzen der Alternativen und deren Modal Splits. Je geringer der MIV-Anteil und je höher der NMIV-Anteil sind, umso höher fiel das Ranking aus.

***Innovationen***

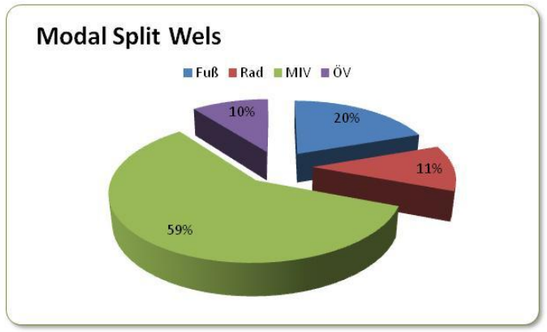
Durch Verkehr vermeiden und Verkehr verlagern können Emissionen sowohl durch MIV, als auch durch den ÖV reduziert werden. Dennoch können in unserer vernetzten Welt Verkehrswege im MIV und ÖV nicht zur Gänze eingespart werden. Diese übrigen Potentiale der Reduktion von $CO_2$-Äquivalenten gilt es durch Innovationen sowohl im Sektor MIV, als auch im ÖV zu nutzen.

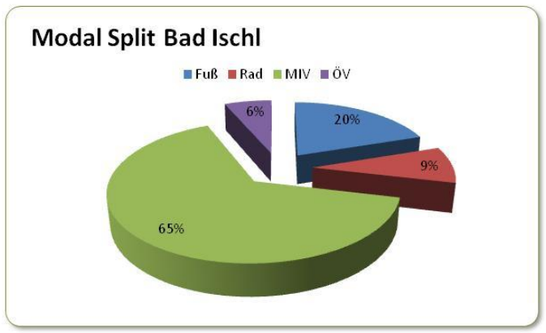
***Ganzheitlich denken***

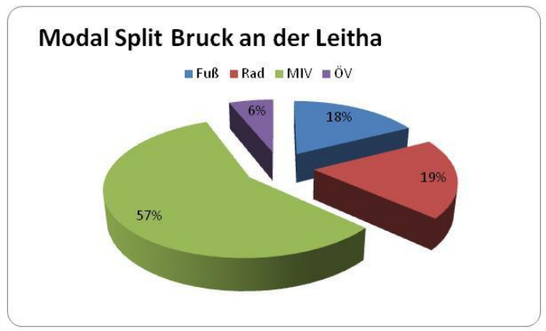
Ziel muss es sein die Emissionen im Verkehrssektor auf einen möglichst geringen Wert zu bringen damit weiter verursachte Emissionen durch Ausgleichsmaßnahmen (Schaffung von $CO_2$-Senken) ausgeglichen werden können.

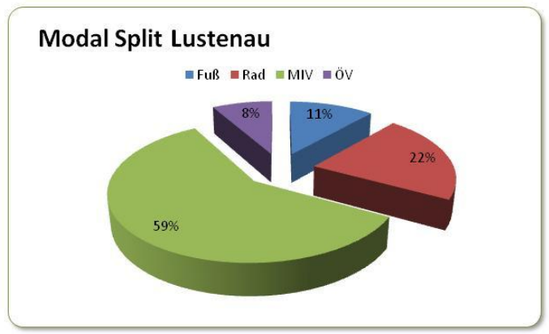
| | Bad Ischl 2006 | | Bruck 2008 | | Lustenau 2008 | | Purkersdorf 2001 | | Linz 2001 | | Steyr 2001 | | Wels 2001 | | ZEUS-Gebiet | | Autofreie Siedlung Vauban (ohne Auto) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Modal Split | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** | **Zielertrag= Messwert** | **Quelle** |
| Fuß | 19,9% | 1 | 17,5% | 1 | 11,5% | 1 | 17,0% | 1 | 23,0% | 1 | 27,1% | 1 | 19,7% | 1 | 18,0% | 6 gleich Vauban mit Auto | 28,0% | 6 |
| Rad | 8,8% | 1 | 19,1% | 1 | 21,5% | 1 | 4,1% | 1 | 5,3% | 1 | 4,8% | 1 | 11,0% | 1 | 53,0% | 6 gleich Vauban mit Auto | 65,0% | 6 |
| MIV | 64,9% | 1 | 57,3% | 1 | 58,8% | 1 | 61,6% | 1 | 49,9% | 1 | 55,3% | 1 | 58,8% | 1 | 24,0% | 6 gleich Vauban mit Auto | 1,0% | 6 |
| ÖV | 6,4% | 1 | 6,1% | 1 | 8,2% | 1 | 17,2% | 1 | 21,8% | 1 | 12,7% | 1 | 10,5% | 1 | 5,1% | 6 gleich Vauban mit Auto | 6,0% | 6 |
| | 100,0% | | 100,0% | | 100,0% | | 100,0% | | 100,0% | | 100,0% | | 100,0% | | 100,0% | | 100,0% | |

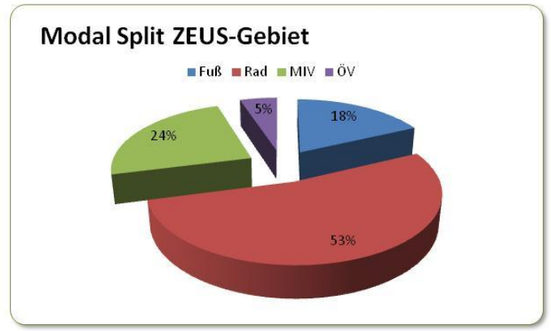
Tab. 17: Vergleich der Modal Splits (eigene Darstellun, Quellen in Hochzahlen)

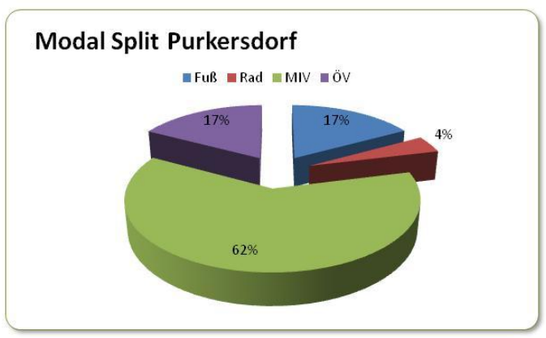


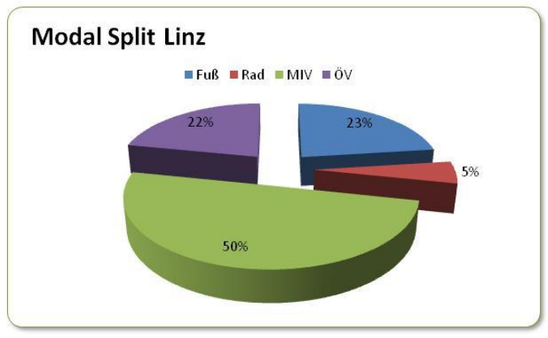



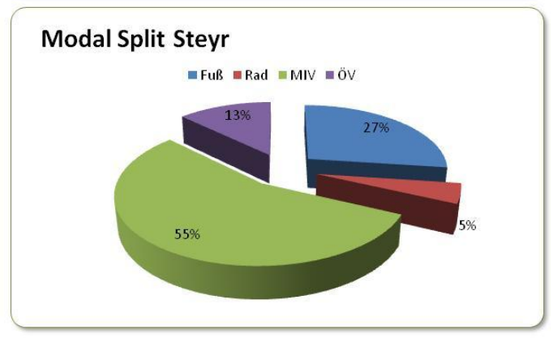



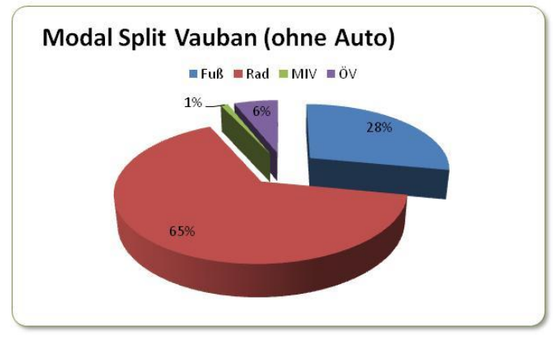




Abb. 63:Gegenüberstellung der Modal Splits aller Alternativen (eigene Darstellung)

# 9 Resümee

**Mobility and freedom**

*„What is the relation between mobility and freedom? It has often been assumed that mobility equals freedom, and that freedom requires mobility. Certainly constraints on mobility are experienced as loss of freedom (think of enslavement as one extreme); and dreams of mobility are often experienced as dreams of freedom."* (Bergmann & Sager, 2008, S. 25)

**Innerer Konflikt**

Dieses Zitat verdeutlicht die Betroffenheit der Bevölkerung, wenn es um das Thema Mobilität geht. Es spiegelt die inneren Konflikte wider, wenn es darum geht, Veränderungen oder gar Beschneidungen in der persönlichen Mobilität zu befürchten. Dieses Thema war zwar nicht Inhalt der vorliegenden Analyse, zeigt aber weitere „unbewusste" Aspekte von Mobilität auf, die bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen berücksichtigt werden müssen.

**Fragenbeantwortung**

Ziel war es negative Auswirkungen des Verkehrs aufzuzeigen. Dabei wurde klar, dass neben Lärm, Feinstaub und Energieaufwand insbesondere die Treibhausgasemissionen des Verkehrs langfristig nicht tragbar sind. Diese Ausgangssituation erfordert es, Wirkungszusammenhänge im Mobilitässystem darzustellen, um entsprechende Maßnahmen zu forcieren. Dies wurde anhand einer umfangreichen Beschreibung des Zielsystems und der zugehörigen Indikatoren geleistet. Letztenendes dient die Nutzwertanalyse der Überprüfung verkehrsrelevanter Faktoren hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den entstandenen Verkehrsaufwand und damit auf die Emissionen.

## 9.1 Kritik

**Nutzwertanalyse**

Bereits bei der Vorstellung der Methode wurde auf einige Problematiken der Nutzwertanalyse hingewiesen. Im Hinblick auf Aggregationsverluste durch die Nutzwertanalyse der 2. Generation wurde die Nutzwertanalyse der 1. Generation – angesichts der Komplexität des Themas – herangezogen. Dies birgt allerdings wiederum die Gefahr von „Pseudogenauigkeit". Um diesen Effekt nicht zu verstärken, wurde die Datendarstellung auf zwei Kommastellen reduziert und ein übergenauer quantitativer Vergleich von Gesamtnutzwerten unterlassen.

**Festlegen von Indikatoren**

Die Wahl der Indikatoren und ihre Aussagekraft ist methodisch nicht explizit festgelegt. Vielmehr müssen Indikatoren projektspezifisch festgelegt werden. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, die Wahl der Indikatoren zu begründen und mögliche Feedbacks aufzuzeigen. Sinnvolle Indikatoren sollten systemübergreifend sein. Als Beispiele können hier

das Verhältnis von Erwerbstätigen zu Arbeitsplätzen oder der Modal Split genannt werden. Aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit mussten allerdings auch in dieser Arbeit Kompromisse bei der Indikatorenfindung eingegangen werden.

***Festlegen von Nutzenfunktionen***

Nutzenfunktionen sind in ihrer Grundüberlegung theoretisch gut begründet, dennoch bereiten sie in der Ausführung Probleme. Allgemein gültige Nutzenfunktionen sind in den meisten Fällen nicht vorhanden. Die Unkenntnis der exakten Verläufe von Nutzenfunktionen zwingen zu methodischen Konstrukten die - basierend auf der Literaturrecherche und der empirischen Verteilung von Indikatorausprägungen - naturgemäß auch der Kritik der Willkür ausgesetzt sind.

Veränderungen in der Alternativenwahl führen damit auch zu Änderungen der Nutzenfunktionen.

***Gewichtung***

Die Gewichtung der Indikatoren wird durch Entscheidungsträger und/oder Experten durchgeführt. Damit spiegeln die Ergebnisse die subjektiven Präferenzen der Befragten wider und müssen vor diesem Hintergrund beurteilt werden. Eine Zielgewichtung auf Kommastellen genau ist zu hinterfragen, es wurden daher nur ganzzahlig gerundete Werte (auf Indikatorebene gegebenenfalls Verhältnisse) verwendet.

***Komplexität***

Die Komplexität des Themas bringt es mit sich, dass existierende Zusammenhänge nur partiell theoretisch begründet und empirisch nachgewiesen werden konnten. Feedbacks können zum Einen aufgrund der Datenlage und zum Anderen wegen der Vielschichtigkeit der Thematik nicht ausgeschlossen werden. Dennoch mussten direkte Zusammenhänge ohne Aussagegewinn außer Acht gelassen werden.

***Datenverfügbarkeit***

Die Wahl von ausschließlich quantitativen Indikatoren setzt eine entsprechende Datenverfügbarkeit voraus. Da die Alternative ZEUS-Gebiet eine zukünftige Planung abbildet muss hier auf projektinterne Festlegungen und den Vergleich mit bestehenden Städten aufgebaut werden. Vor diesem Hintergrund müssen Bewertungsverfahren, die auf zukünftigen Aussagen basieren und die Ausprägung der Indikatoren nicht entsprechend belegen können, kritisch hinterfragt werden.

## 9.2 Ausblick

***Datenanforderungen***

Im Zusammenhang mit Null-Emissions-Mobilität ist es aus derzeitiger Sicht schwierig, aussagekräftige Werte für Indikatoren auf einer breiten Basis zu erhalten und zu bewerten. Vorhandenes Datenmaterial aus verschiedenen Quellen ist oft nicht nach den selben Standards erhoben und beeinträchtigt so die Vergleichbarkeit. Für zukünftige Analysen jedweder Form sind stan-

dardisierte Grundlagen wünschenswert. Diese würden genauere Zukunftsprognosen ermöglichen und damit die Belastbarkeit von getroffenen Aussagen verbessern.

***Grenzwerte***

Ähnlich wie die Datenverfügbarkeit stellen auch nicht vorhandene Grenz- und Schwellenwerte eine Problematik bei der Bewertung dar. Im Sinne einer nachvollziehbaren und belegbaren Analyse müssten allgemein gültige Werte und Nutzenfunktionen herangezogen werden. Eine Ermittlung und Festlegung solcher Grenzwerte und Funktionen fehlt allerdings und untergräbt damit die Nachweisbarkeit der Nutzwertanalyse.

***Ganzheitliche Betrachtung***

In der Arbeit wurde an vielen Stellen auf die Bedeutung einer ganzheitlichen Betrachtung von Null-Emissions-Mobilität hingewiesen. Erst diese Sichtweise ermöglicht es, der Komplexität der Zusammenhänge gerecht zu werden und vielschichtige Fragestellungen im Kontext zukünftiger Planungen zur Erreichung von Null-Emissions-Mobilität zu beantworten.

***Neue Erkenntnisse, Innovationen***

Bezogen auf Datenverfügbarkeit und zukünftige Planungen erscheint es adäquat, auch Veränderungen in der Verursachung von Emissionen durch neue Technologien in Analysen einzubinden. Damit könnte ein Lückenschluss zwischen Planungsmaßnahmen und Neuerungen in der Technik erfolgen.

# Referenzen


Agenda 21 (2010a). *Kyoto-Protokoll; Klimaschutz; Klimawandel; Klimakonferenzen, Klimagipfel, Ratifizierung.* Retrieved May 14, 2010, unter http://www.agenda21-treffpunkt.de/thema/kyoto-protokoll.htm.

Agenda 21 (2010b). *Lexikon: Klimawandel-Folgen, Folgen der globalen Erwärmung: Hintergrund, Aktuelles, Daten/Statistiken/Infografiken, Links.* Retrieved May 14, 2010, unter http://www.agenda21-treffpunkt.de/lexikon/Klimawandelfolgen.htm.

Agenda 21 (2010c). *Lexikon: Treibhauseffekt, Treibhausgase, globale Klimaerwärmung, Emissionshandel: Begriffserklärung, Aktuelles, Hintergrund, Daten/Statistiken/Infografiken, Links.* Retrieved May 14, 2010, unter http://www.agenda21-treffpunkt.de/lexikon/treibhaus.htm.

Bechmann, A. (1978). *Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung*. Habil.-Schr.--Hannover, 1977. *Beiträge zur Wirtschaftspolitik: Vol. 29.* Bern: Haupt.

Bergmann, S., & Sager, T. (2008). *The ethics of mobilities: Rethinking place, exclusion, freedom and environment. Transport and society.* Aldershot: Ashgate.

Blau, E., Weiß, N., & Wenisch, A. (1997). *Die Reparaturgesellschaft: Das Ende der Wegwerfkultur.* Wien: ÖGB-Verl.

Bruck an der Leitha (2010). *Bruck an der Leitha - RiS-Kommunal - Verkehr / Verkehr - Verkehr.* Retrieved November 04, 2010, unter http://www.bruckleitha.at/system/web/zusatzseite.aspx?menuonr=218902786&detailonr=218902780.

Brunsing, J., & Frehn, M. (Eds.) (1999). *Dortmunder Beiträge zur RaumplanungBlaue Reihe: Vol. 95. Stadt der kurzen Wege: Zukunftsfähiges Leitbild oder planerische Utopie? ; [Tagung des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung der Fakultät Raumplanung an der Universität Dortmund].* Dortmund: IRPUD; Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.

Cerwenka (1993). *Mobilität – ein Grundrecht des Menschen?* In: Internationales Verkehrswesen 45. Heft 12.

Dangschat, J. S., & Blum, M. (Eds.) (2007). *Mobilität mit Zukunft: Vol. 2007,1. Mobilität und Verkehr im demografischen Wandel.* Wien: VCÖ.

DLR. (2003). Bewohnerbefragung Vauban. Berlin.

FAZ.NET (Frankfurter Allgemeine). Retrieved May 14, 2010, unter http://www.faz.net/imagecache/%7BF78BA547-0474-4348-A818-63C71545890A%7Dpicture.jpeg.

Fürst, D., & Scholles, F. (2008). *Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung* (3., vollst. überarb. Aufl.). Dortmund: Rohn.

Gebhardt, K. (2008). *Emission - Lexikon.* Retrieved November 07, 2010, unter http://www.umweltdatenbank.de/lexikon/emission.htm.

Gemeinde Purkersdorf (2010). *Purkersdorf: Geschichte.* Retrieved November 04, 2010, unter http://www.purkersdorf-online.at/gemeinde/geschichte.php3.

Google Earth (2010). *Google Earth,* unter http://earth.google.com/intl/de/.

Google Maps (2010), unter http://maps.google.at/.

Gutsche, J.-M., & Kutter, E. (Eds.) (2006). *Mobilität in Stadtregionen: Akteursorientierte Planungsstrategien für verkehrseffiziente Ballungsräume.* Berlin: Ed. Sigma.

Holden, E. (2007). *Achieving sustainable mobility: Everyday and leisure-time travel in the EU. Transport and mobility series.* Aldershot: Ashgate.

Illetschko, P. (2010, February 17). "Wir können nicht noch weiter fahren": Die deutsche Verkehrsforscherin Barbara Lenz glaugt, dass die Grenzen der Mobilität erreicht sind. Peter Illetschko sprach mit ihr über barrierefrei Wege und den Klimawandel in den Metropolen. *Der Standard*, 18.

IPCC (2007). *Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger: Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4) ; I. Wissenschaftliche Grundlagen, II. Auswirkungen, Anpassung, Verwundbarkeiten, III. Verminderung des Klimawandels.* Bern: ProClim.

IPCC (2009). *Grafiken.* Retrieved May 06, 2010, unter http://www.ipcc.ch/graphics/syr/figi-1.jpg.

IPE (2003). KORS – Projektbericht. Verkehrsreduktion durch kompakte und multifunktionale Raumstrukturen. Wien.

IPE (2003a) Oberösterreichische Haushaltsbefragung 2001 (Werte für Linz, Steyr, Wels)

Kaule, G. (2002). *Umweltplanung: … 50 Tabellen. UTB Landschaftsplanung, Ökologie: Vol. 2282.* Stuttgart: Ulmer.

Kirby, A., & Bournay, E. (2008). *Kick the habit: CCCC ; a UN guide to climate neutrality.* Nairobi: United Nations Environment Programme.

Klein, S. (1999). *Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl im Personenverkehr: Ermittlung des kommunalen Handlungsspielraums im Städtevergleich.* Univ., Diss.--Darmstadt, 1998. *Schriftenreihe für Verkehr und Technik: Vol. 88.* Bielefeld: Schmidt.

Knoflacher, H. (1995). *Wiener Internationale Zukunftskonferenz: Sustaniable Development - Öko-City; Mobilitätsverhalten der Wiener Bevölkerung in Abhängigkeit von der Wohnstruktur 1995.* Band 2 Teil 4 - Mobilitätsverhalten - Struktur. Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik.

Knoflacher, H. (2001). *Haushaltsbefragung im Zuge der Erstellung eines Verkehrskonzeptes. Purkersdorf.*

Knoflacher, H. (2006). *Auswirkungen realisierter Verkehrsmaßnahmen auf die Reduktion des Energieverbrauchs im städtischen Gebiet. Beiträge zu einer ökologisch und sozial verträglichen Verkehrsplanung: Vol. 2006,1.* Wien: Inst. für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik Techn. Univ. Wien.

Knoflacher, H. (2008a). *Haushaltsbefragung im Zuge der Erstellung eines Verkehrskonzeptes. Lustenau.*

Knoflacher, H. (2008b). *Haushaltsbefragung im Zuge der Erstellung eines Verkehrskonzeptes. Bruck an der Leitha.*

Kölbl, R. J. (2000). *A Bio-Physical Model of Trip Generation/Trio Distribution.* A thesis submitted for the degree of doctor of Pholosophy.

Konsortium ZEUS 2020 (2010). *Zero Emission Urban Study 2020: Unveröffentlicht.*

Kutter, E. 1991. *Verkehrsinfarkt von Lebensräumen und Umwelt bei heutiger Verkehrspolitik unvermeidbar.* In: Verkehr und Technik 44, Heft 12, S. 473-479.

Land Oberösterreich, A. S. (2010). *Bevölkerungsveränderung 2002 bis 2008 - absolut.* Retrieved 2010, unter http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/SID-F62F3AA3-

8FD9F366/ooe/Stat_November08_Grafik.pdf.

Land Oberösterreich, D. P. A. S. (2009). *Oberösterreich in Zahlen und Fakten.* Retrieved October 26, 2010, unter http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/stat_zahlen_fakten.pdf.

Linz AG, *Allgemeine Geschäftsbedingungen*

LOB iC GesmbH (2010). *Verkehrsmodell VISUM.*

Macoun, T. (2000). *Bewertung und Bewertungsmethoden in komplexer Umwelt mit besonderer Berücksichtigung der Verkehrsplanung.*

Macoun, T. (2006). *Haushaltsbefragung im Zuge der Erstellung eines Verkehrskonzeptes. Bad Ischl.*

Marktgemeinde Lustenau (2010). *Gemeindebetriebe – Marktgemeinde Lustenau.* Retrieved November 04, 2010, unter http://www.lustenau.at/index.php?lev0=2&site=1&navid=9&stat=0&art=4&e1=9&e2=0.

Markus Hesse (2002). *Raumstrukturen, Siedlungsentwicklung und Verkehr: Interaktionen und Integrationsmöglichkeiten*. 'Mobilität und Verkehr in Ostdeutschland' (draft). Retrieved September 25, 2010, unter .

Næss, P. (2006). *Urban structure matters: Residential location, car dependence and travel behaviour. RTPI library series: Vol. 13.* London: Routledge.

Newman, P. (2001). Transport: Reducing Automobile Dependence. In D. Satterthwaite (Ed.), *The Earthscan reader in sustainable cities* (pp. 173– 198). London: Earthscan Publ.

Priewasser, R. (2003). *Das Konzept der Nachhaltigkeit und seine Anwendung in den Bereichen Energienutzung und räumliche Mobilität*. Univ., Habil.-Schr.--Linz, 2002. Frankfurt am Main: Lang.

Schloeth, L. Raumbeobachtung Kanton Zürich: Verkehr und Siedlungsentwicklung greifen ineinander. *UMWELTPRAXIS, Nr. 37 / Mai 2004.* Retrieved September 25, 2010.

Schnabel, W., Lohse, D., & Lätzsch, L. (Eds.) (1997). *Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrs planung. Bd. 2: Verkehrsplanung. 2., neu bearb. Aufl.* Berlin: Verl. für Bauwesen.

Schöller-Schwedes, O., & Rammler, S. (2008). *Mobile Cities: Dynamiken weltweiter Stadt- und Verkehrsentwicklung. Mobilität und Gesellschaft: Vol. 2.* Berlin: Lit.

Scholles, F. (2006). *Planungsmethoden: Nutzwertanalyse.* Retrieved August 14, 2010, unter http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_BewNwa.htm#bedeutung.

Spielmann, M., & Haan, P. d. (2008). *Umweltindikatoren im Verkehr: Vergleich der Verkehrsmittel anhand CO2-Emissionen, Energieaufwand und übriger Umweltauswirkungen.* Zürich: Rüegger.

Stadt Freiburg im Breisgau. *Stadt Freiburg im Breisgau: Vermarktung.* Retrieved October 29, 2010, unter Stadt Freiburg im Breisgau: http://www.freiburg.de/servlet/PB/menu/1167565_l1/index.html.

Stadt Freiburg im Breisgau (2010). *Stadt Freiburg im Breisgau: Vauban.* Retrieved November 04, 2010, unter Stadt Freiburg im Breisgau: http://www.freiburg.de/servlet/PB/menu/1167123_l1/index.html.

Stadtmanagement Bad Ischl (2010). *Geschichte der Stadt Bad Ischl.* Retrieved November 04, 2010, unter http://www.kaiserstadt.info/geschichte-der-stadt-bad-ischl/.

Statistik Austria (2005). *STATISTIK AUSTRIA - Konsumerhebung 2004/05.* Retrieved August 17, 2010, unter Statistik Austria: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/soziales/verbrauchsausgaben/konsumerhebung_2004_200

5/index.html.

Statistik Austria (Volkszählung 2010).

Statistik Austria (2010). *STATISTIK AUSTRIA - Dauersiedlungsraum.* Retrieved November 04, 2010, unter Statistik Austria: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/regionales/regionale_gliederungen/dauersiedlungsraum/index.html.

Umweltbundesamt (2009). *Klimaschutzbericht 2009.* Wien.

Umweltbundesamt (2010a). *Klimaschutzbericht 2010.* Retrieved June 04, 2010, unter .

Umweltbundesamt (2010b). *Lärm.* Retrieved June 04, 2010, unter http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/laerm/.

Umweltbundesamt (2010c). *Luftschadstoffe: Ozon, Staub, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Schwermetalle, NMVOC, Benzol, POPS, Ammoniak.* Retrieved June 03, 2010, unter http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/luft/luftschadstoffe.

Umweltbundesamt (2010d). *Treibhausgase: Kohlendioxid, Methan, Lachgas, F-Gase, Analyse und Ausblick.* Retrieved June 04, 2010, unter http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/luft/treibhausgase/.

Umweltbundesamt (2010e). *Treibhausgasemissionen 1990-2007 im Straßenverkehr,* unter http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/verkehr/4_auswirkungen/Daten90_07/Treibhausgasemissionen_1990_-_2007_Strassenverkehr.pdf.

Umweltbundesamt (2010f). *Treibhausgasemissionen 1990-2008: Datenstand 2010.* Retrieved February 20, 2010, unter http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news_2010/pa_Treibhausgasemissionen_oesterreich_grafik.pdf.

UNEP (2010). *UNEP Annual Report 2009.*

VCÖ (Ed.) (2003). *Wissenschaft & Verkehr: Vol. 2003,3. Mobilität 2020: Trends - Ziele - Visionen.* Wien: VCÖ.

VCÖ (Ed.) (2007a). *Mobilität mit Zukunft: Vol. 2007,4. Automobilität: Die Grenzen als Chance.* Wien: VCÖ.

VCÖ (Ed.) (2007b). *Mobilität mit Zukunft: 3/2007. Einfluss der Raumordnung auf die Verkehrsentwicklung.* Wien Mödling: VCÖ.

VCÖ (Ed.) (2009). *Mobilität mit Zukunft: 1/2009. Soziale Aspekte von Mobilität.* Wien Mödling: VCÖ.

VCÖ, & Rauh, W. (Eds.) (2005). *Mobilität mit Zukunft: 4/2005. Ökonomisch effizienter Verkehr: Nutzen für alle.* Wien: VCÖ.

Vivier, J. *Millenium Cities Database for Sustainable Mobility: Analyses and Recommendations.*