

NACHHALTIGKEITSMANAGEMENT

Energieeffiziente neue Mobilität in Wien

*Zusammenfassung der Studie des
Instituts für Verkehrswissenschaften,
Fachbereich für Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik,
Technische Universität Wien*

Juni 2014

Impressum:

Herausgeberin: Wiener Stadtwerke Holding AG, Thomas-Klestil-Platz 14, A-1030 Wien.

Verantwortlich: Dipl.-Ing.ⁱⁿ Isabella Kossina, MBA, Konzern-Nachhaltigkeitsbeauftragte und
Leiterin Abteilung Nachhaltigkeitsmanagement (NM) der Wiener Stadtwerke. Tel.: +43 (1) 531 23 - 7 40 90
ISABELLA.KOSSINA@WIENERSTADTWERKE.AT

AutorInnen: Dipl.-Ing. Dr. techn. Harald Frey, Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Michael Schopf, Mag.^a Manuela
Winder (alle TU Wien), Dr.ⁱⁿ Barbara Zeschmar-Lahl, BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oyten (D)

Wien, Juni 2014

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkung	3
2. Schlussfolgerungen und übergeordnete Empfehlungen	3
3. Ausgangslage	4
3.1. Die Bevölkerung in und um Wien wird wachsen	4
3.2. Das Verkehrsaufkommen wird zunehmen	4
3.3. Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen sollen sinken	4
3.4. Wien will Vorreiter für Smart City werden	5
4. Die Vision: Mobilität der Zukunft	5
4.1. Städte der Zukunft	5
4.2. Energie für die Mobilität der Zukunft	5
4.3. Gesamt-Energieeffizienz	5
5. Wichtige Grundregeln im Verkehrsbereich	6
5.1. Die Reisegeschwindigkeit entscheidet über den Energieverbrauch im Verkehr.....	6
5.2. Gehwiderstand und Wegwiderstand beeinflussen die Verkehrsmittelwahl.....	6
5.3. Steigende Geschwindigkeiten führen zu höheren Weglängen – die Konstanz des Reisezeitbudgets.....	7
5.4. Modal Split als Indikator erfolgreicher Mobilitätslenkung	7
5.5. Auswirkungen auf den Energiebedarf	7
5.6. Zwischenfazit Grundregeln im Verkehrsbereich.....	8
6. Entwicklungen in und um Wien	9
6.1. „Wien wächst“ – und damit auch das Verkehrsaufkommen	9
6.2. Die Trends.....	10
6.3. Zwischenfazit Entwicklung in und um Wien.....	10
7. Energieverbrauch und Schadstoffe im Wiener Personenverkehr	11
7.1. Die Ausgangslage	11
7.2. Spezifische Energieverbräuche.....	11
7.3. Emissionen	12
7.4. Zwischenfazit Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	13
8. Alternative Antriebsformen & technologische Entwicklungen	13
8.1. Öffentlicher Verkehr.....	13
8.2. Motorisierter Individualverkehr	13
8.3. Zwischenfazit alternative Antriebsformen & technologische Entwicklungen	13
9. Internationale Best-Practice Beispiele – Übertragbarkeit, Kriterien und Anwendung in Wien	14
9.1. Schienenfahrzeuge	14
9.2. Busflotte.....	14

10. Konzepte zur Inter- und Multimodalität (im Personenverkehr)	14
10.1. Vernetzung und Integration	14
10.2. Abbau von Zugangsbarrieren / Zugangserleichterung durch Mobilitätskarte	14
10.3. Beschränkungen und Kapazitätsreduktionen im motorisierten Individualverkehr erforderlich	14
11. Eine Zehn-Punkte-Strategie im Wirkungsbereich Energie/Verkehr	15
11.1. Stadtgrenzen überschreitender Verkehr im Fokus haben	15
11.2. Ruhenden Verkehr als wirksamste Stellgröße nutzen	15
11.3. Fußgeherstrukturen ausbauen und stärken	15
11.4. Effiziente Nutzung des bestehenden ÖV-Systems vor Ausbau forcieren	15
11.5. Intermodale Angebote entwickeln	15
11.6. In Abstimmung mit der Stadt und ihren politischen Zielen agieren	15
11.7. Energieeffizienzmaßnahmen mit den größten Potenzialen vorrangig umsetzen	15
11.8. Öffentlichen Verkehr an der Oberfläche konsequent bevorrangen	15
11.9. Nicht-schienegebundene Elektromobilität vor allem auf die betriebliche Nutzung fokussieren	16
11.10. Denken im Umweltverbund forcieren	16
12. Quellenverzeichnis	16

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Steigerung des Fahrgastpotenzials durch Gestaltung des Haltestellenumfeldes	6
Abbildung 2: Beziehung zwischen Verkehrssystem und Siedlungssystem am Beispiel Wien	7
Abbildung 3: Entwicklung Modal Split Wien 1993–2012 – nicht zuletzt als Folge von Angebotsverbesserungen (Reisezeit, Kosten) und einer offensiven Informationspolitik	8
Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Fläche pro EinwohnerIn und Energieaufwand für Mobilität	8
Abbildung 5: Bevölkerungsprognose Wiens von 2009 – 2050	9
Abbildung 6: Entwicklung der Fahrgastzahlen unter Berücksichtigung des Anteils des öffentlichen Verkehrs am Modal Split (1998-2012) [Wiener Linien]	10
Abbildung 8: Endenergieverbrauch pro Fahrgast für Traktion und Betriebsgebäude Bus, U-Bahn und Straßenbahn für das Jahr 2012 (Fahrgastzahlen für das Jahr 2011. Quelle: Wiener Linien)	11
Abbildung 9: Energieverbrauch je Weg öffentliche Verkehrsmittel (ÖV) und motorisierten Individualverkehr (MIV) im Vergleich jeweils für Gesamtaufkommen Passagiere (inkl. Stadtgrenzen überschreitenden Quell- und Zielverkehr) und vergleichbaren Binnenverkehr	12

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: ÖROK-Regionalprognose bis 2030 in 1.000 EinwohnerInnen	4
Tabelle 2: Szenarien der Entwicklung des Stadtgrenzen überschreitenden Zielverkehrs nach Wien in der Morgenspitze (6–9 Uhr) an Werktagen (in 1.000 Personen)	9
Tabelle 3: CO ₂ -Emissionen öffentlicher Verkehr und motorisierter Individualverkehr	12

1. Vorbemerkung

Das Institut für Verkehrswissenschaften, Fachbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik an der Technischen Universität Wien hat 2013/2014 im Auftrag der im Auftrag der Wiener Stadtwerke Neue Urbane Mobilität Wien GmbH, eine Studie zum Thema Energieeffiziente neue Mobilität in Wien erstellt [1]. Die wesentlichen Inhalte dieser Studie werden für die weitere Diskussion komprimiert dargestellt.

2. Schlussfolgerungen und übergeordnete Empfehlungen

Die vorliegende Studie weist auf das breite Feld des Energieverbrauchs im (öffentlichen) Verkehr hin. Hauptaugenmerk liegt – abgeleitet aus den städtischen, nationalen und internationalen Zielsetzungen – am externen Energieverbrauch und seinen Emissionen. Rund 87 % des derzeitigen Energieverbrauchs im Transportsektor in Wien basiert auf fossilen Energieträgern. Die Entwicklung des Energieverbrauchs im Verkehr der vergangenen 25 Jahre ist an den Ölverbrauch gekoppelt. Maßnahmen zur Verbrauchsreduktion müssen sich deshalb prioritär auf diesen Bereich beziehen und betreffen in Zukunft damit beinahe ausschließlich den motorisierten Individualverkehr (im Personenverkehr). Zwar konnte in der Vergangenheit eine deutliche, positive Veränderung in der Verkehrsmittelwahl der Wienerinnen und Wiener in Wien (Binnenwege) erzielt werden (modal shift), dagegen konnte im fossilen Energieverbrauch der Stadt lediglich eine leichte Abnahme bzw. Stagnation in den letzten Jahren beobachtet werden. Dies weist auf den hohen Anteil von Tanktourismus, aber auch des Ziel-/Quellverkehrs (Stadtgrenzen überschreitender Verkehr) hin. Fokus der neuen Mobilität für Wien liegt auf den Kriterien der Emissionsminimierung, der Abkehr von fossilen Energieträgern und der Steigerung von Ressourcen- und Energieeffizienz.

Der Einfluss der Stadtwerke auf den gesamten Energieverbrauch (Absolutwerte) im Verkehr ist aufgrund des hohen Ölanteils im MIV gering. 63 % des Energieverbrauchs (inkl. Betrieb Infrastruktur) der Wiener Linien kommt aus elektrischer Energie. Dennoch wurden in der Vergangenheit wesentliche Anstrengungen zur Verbrauchsreduktion und Effizienzsteigerung im Bereich der Fahrzeugtechnik erfolgreich durchgeführt (Rekuperation, ECO Upgrade ULF, LED Beleuchtung, etc.). Eine konsequente Bevorrangung und Beschleunigung des Oberflächenverkehrs, welche zu einer gleichmäßigeren und verbrauchsärmeren Fahrt beitragen können, konnte in den vergangenen Jahren nur bedingt realisiert werden. Die im Masterplan Verkehr 2003 bereits festgelegte Zielsetzung („Halt nur bei Haltestellen“) konnte – aufgrund unterschiedlichster Interessen – überwiegend nicht erreicht werden.

Die Dynamik der Bevölkerungsentwicklung in Wien und dem Umland führt mit der veränderten Verkehrsmittelwahl und bei entsprechend nachhaltiger Ausrichtung der Verkehrspolitik auf den Umweltverbund, zu einer Stärkung der Wiener Linien und der Wiener Stadtwerke. Diese Position soll dazu verwendet werden, übergeordnete Zielsetzungen zu stärken. Die Interdependenzen und Wirkungsmechanismen im Verkehrssystem machen eine verkehrsträgerübergreifende Betrachtung und Argumentation notwendig. Das zukünftige öffentliche Verkehrsnetz muss einen hohen Grad an Resilienz (Ausfallssicherheit) und Flexibilität aufweisen. Dabei sind klare Prioritäten auf Netzdichte zu legen, insbesondere in den Randbezirken der Stadt und der Verknüpfung mit dem Umland. Die zukünftigen Aufgaben des Umweltverbundes und speziell des öffentlichen Verkehrs sind allerdings nur mit entsprechenden Investitionen zu erfüllen.

Wesentliche zukünftige Handlungsstrategien für eine Energieverbrauchsreduktion im Verkehr liegen nur bedingt im Einflussbereich der Wiener Stadtwerke, weil sie den motorisierten Individualverkehr betreffen. Eine weitere angestrebte Veränderung der Verkehrsmittelwahl muss mit den Kapazitäten im Netz des öffentlichen Verkehrs abgestimmt werden. Unternehmensintern sollten die bisherigen Maßnahmen zu Energieeffizienz durch Motivation und Ressourcensicherung weitergeführt werden.

3. Ausgangslage

3.1. Die Bevölkerung in und um Wien wird wachsen

Wien – die Stadt mit der höchsten Lebensqualität weltweit – wächst. 2030 soll Wien beinahe die Grenze von zwei Millionen EinwohnerInnen erreicht haben, das ist rund ein Viertel der Bevölkerung Österreichs. Hinzu kommt eine Dreiviertelmillion Menschen im Wiener Umland. In der aktuellsten regionalisierten Bevölkerungsprognose von Statistik Austria (2011) liegt der prognostizierte Zuwachs für Wien leicht unter, für das Umland leicht über der Prognose aus dem Jahr 2007. Für die Stadtregion insgesamt ergibt sich damit kaum eine Änderung (Masterplan Verkehr Wien 2003 – Evaluierung 2013 [2]).

Tabelle 1: ÖROK-Regionalprognose bis 2030 in 1.000 EinwohnerInnen

	2009	2011	2020	2030
Wien	1.687,3	1.714,1	1.811,6	1.901,7
Umland	617,8	625,7	687,7	748,1
Stadtregion	2.305,0	2.339,8	2.499,3	2.649,8

Quelle: Statistik Austria (2011): ÖROK-Regionalprognosen 2010–2030 [2]

3.2. Das Verkehrsaufkommen wird zunehmen

Im Masterplan Verkehr (MPV) 2003/2008 wurden die wesentlichen Ziele im verkehrspolitischen Bereich für das Jahr 2020 festgelegt:

- Erhöhung des Anteils des öffentlichen Verkehrs bei den zurückgelegten Wegen auf 40 %
- Verminderung des motorisierten Individualverkehrs auf 25 % aller Wege
- Erhöhung des Radverkehrs auf 8 %
- Änderung der Verkehrsmittelaufteilung im Stadtgrenzen überschreitenden Verkehr zwischen öffentlichem Verkehr und motorisiertem Individualverkehr von 35 zu 65 % auf 45 zu 55 %

Die Evaluierung 2013 des Masterplan Verkehr Wien 2003 ergab [2]: „Das starke Bevölkerungswachstum in den Stadtrandgebieten (2011–2030: +16,6 % in den Bezirken 11, 21–23) und im Stadtumland (2011–2030: +19,6 %) bleibt eine zentrale Herausforderung der Wiener Verkehrspolitik. ... Die Reduktion der Pkw-Wege durch die Abnahme des Verkehrsanteils des Pkw an allen Wegen auf 25 % (inklusive MitfahrerInnen), wie dies im MPV 2003/2008 vorgesehen ist, wird also durch die erwartete Bevölkerungszunahme weitgehend kompensiert. Das bedeutet, dass sich die Verkehrsbelastung im Straßennetz gegenüber heute nur unwesentlich reduzieren wird. Vor diesem Hintergrund ist eine Reduktion des Verkehrsanteils der Pkw-Fahrten umso notwendiger, damit das Pkw-Verkehrsaufkommen zumindest konstant gehalten oder leicht abgesenkt werden kann. ...

Die Stadt Wien muss sich also auf ein weiteres Verkehrswachstum einstellen. Das besonders dynamische Wachstum in den Außenbezirken und in den Umlandgemeinden wird zu einer Verlängerung der Wege und zur Zunahme von tangentialen Verkehrsbeziehungen führen. Daraus erwachsen besondere Herausforderungen für die Erschließung mit schnellen öffentlichen Verkehrssystemen. Die Entwicklung gut durchmischter neuer Stadtteile zur Ermöglichung kurzer Wege bleibt ebenfalls eine wichtige Strategie zur Sicherung eines effizienten Verkehrssystems.“

Im Detail hat die Evaluierung 2013 des MPV 2003/2008 ergeben, dass bei drei Leitkriterien die Ziele mehr als deutlich (Abweichung ≥ 5 %) verfehlt wurden:

- Modal Split der EinpendlerInnen: Ziel: Änderung der Verkehrsmittelaufteilung öffentlicher Verkehr (ÖV)/motorisierter Individualverkehr (MIV) bis 2020 von 33 zu 67 % (1996) auf 45 zu 55 %. Status 2010: 32 % ÖV, 68 % MIV
- Verkehrsbelastung in Wien: Die Fahrleistung mit Kfz soll nicht weiter steigen. Status 2010: 2001–2009: +7,8 % (Pkw-Fahrleistung der WienerInnen in Wien)
- Emissionen/Immissionen:
 - Ziel: Die Grenzwertüberschreitungen der Kurzzeitbelastung bei NO₂ an Straßenquerschnitten werden auf null reduziert. Status 2011: 7 Grenzwertüberschreitungen
 - Ziel: Reduktion der CO₂-Emissionen pro Kopf durch den Verkehr. Status 2010: +11 %.

3.3. Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen sollen sinken

Ohne eine entsprechende Ausweitung eines attraktiven, zuverlässigen und bezahlbaren Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln ist von einer weiteren Zunahme des motorisierten Individualverkehrs auszugehen. Dies konterkariert die Ziele der Stadt Wien im Bereich Klima- und Energiepolitik. So sollen laut KliP II die Treibhausgasemissionen pro Kopf bis 2020 um 21 % im Vergleich zu 1990 reduziert werden. Das städtische Energieeffizienz-Programm (SEP) sieht vor, dass der bis 2015 prognostizierte Zuwachs des Energieverbrauchs beinahe halbiert wird (Senkung des Zuwachses von 12 % auf 7 %). Der Ausbau des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln darf daher nicht zu einer Erhöhung des Energieverbrauchs in Wien führen.



3.4. Wien will Vorreiter für Smart City werden

Die Gewährleistung der Daseinsvorsorge auf dem Sektor Mobilität und die Erhaltung der Lebensqualität stellen große Herausforderungen dar. Dies sind auch die Ziele der von der Stadt vor drei Jahren ins Leben gerufenen Initiative Smart City Wien. Danach soll Wien sich zu einer Stadt entwickeln, die den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts mit einer übergreifenden Strategie und intelligenten Technologien begegnet. Die Ziele lauten im Einzelnen:

- „die Lebensqualität der BürgerInnen sicherstellen
- Energieverbrauch und CO₂-Emissionen signifikant senken
- den Anteil an erneuerbarer Energie erhöhen
- verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen
- Verkehrsmittel intelligent vernetzen
- BürgerInnen gezielt einbinden
- nachhaltige Wirtschaft in der Stadt entwickeln“ [3].



4. Die Vision: Mobilität der Zukunft

4.1. Städte der Zukunft

Die Mobilität der Zukunft wird – zumindest in den Städten der wohlhabenden Staaten – eine andere sein als heute, weil sich auch die Stadt selbst verändert haben wird. Die Ökonomie der rauchenden Schornsteine wird Vergangenheit sein, die Zukunft gehört – wie Bürgermeister Michael Häupl es formuliert hat, der „Ökonomie der rauchenden Köpfe“ [4]. Wo keine Schornsteine mehr rauchen, kann der Abstand zwischen Gewerbe und Wohnen wieder schrumpfen, können lebendige Stadtquartiere entstehen, in denen man auf kurzer Distanz wohnen, arbeiten, einkaufen, Dienstleistungen in Anspruch nehmen und Kultur erleben kann.⁵ Die Stadt der kurzen Wege ist eine Stadt der FußgängerInnen und der FahrradfahrerInnen. Für die weiteren Strecken und den Austausch mit dem Umland gibt es ein sehr gut ausgebauten Netz an öffentlichen Verkehrsmitteln – mit komfortablen und energieeffizienten U-Bahnen, Straßenbahnen, Bussen und Regionalbahnen. Flächendeckend gibt es Verleihstationen für Fahrräder, e-Bikes und elektrisch betriebene CarSharing-Pkw. Für die Nutzung dieser Infrastruktur gibt es ein einheitliches Buchungs- und Bezahlssystem – etwa per Chipkarte oder per Smartphone.



4.2. Energie für die Mobilität der Zukunft

Mobilität ist Bewegung, und Bewegung erfordert Energie. FußgängerInnen und FahrradfahrerInnen verbrauchen (sieht man von der Herstellung des Fahrrads und der Infrastruktur einmal ab) nur interne Energie (Körperenergie). Diese wird weitestgehend durch die Nahrung zur Verfügung gestellt und zählt somit zur regenerierbaren Energie. Anders die extern Energie: Sie ist in der Regel fossilen Ursprungs. Beim Einsatz fossiler Energieträger z.B. in Verbrennungsmotoren oder auch bei der Bereitstellung von elektrischer Antriebsenergie werden klimarelevante Treibhausgase – insbesondere CO₂ – und Luftschadstoffe (NO_x, Feinstaub) freigesetzt (und auch hier ist natürlich die Vorkette für die Fahrzeuge und die Infrastruktur zu berücksichtigen). Aber auch erneuerbare Energieträger sind nicht per se klimaneutral. So können bei der Rohstoffproduktion und -verteilung, der Herstellung der Infrastruktur oder der Entsorgung der Produktionsmittel Treibhausgasemissionen auftreten, die möglicherweise die durch die Verdrängung von fossilen Energieträgern erreichten Einsparungen aufzehren oder gar überkompensieren können. Daher ist auch bei erneuerbaren Energieträgern Energieeffizienz in der Produktion und Nutzung – nicht nur, aber auch im Bereich Mobilität – unerlässlich.

4.3. Gesamt-Energieeffizienz

Bei der Mobilität der Zukunft ist auch auf die Energieeffizienz des Gesamtsystems zu achten. Der Ausbau der Elektromobilität bei ein- und mehrspurigen Fahrzeugen im Großraum Wien kann die Triebfeder für eine Weiterentwicklung des Stadtverkehrssystems sein, das die urbane Lebensqualität weiter verbessert. Im Fokus steht dabei die bestehende e-Mobilität mit Straßen- und U-Bahn sowie neuerdings auch mit dem Bus. Eine Umstellung auf e-Fahrzeuge im motorisierten Individualverkehr sollte nur eine ergänzende Maßnahme darstellen. Denn Gesamt-Effizienzgewinne sind nur zu erzielen, wenn gleichzeitig der Fahrzeugbestand sinkt. Dies erfordert ein Umdenken weg vom Besitzen des Transportmittels hin zum Nutzen der Dienstleistung Mobilität – z.B. CarSharing und Mietbikes. Bei der Gestaltung der Neuen Mobilität sollen Pilotprojekte wie „e-mobility on demand“ [6] helfen, um in einer realen Laborsituation („living lab“) praktische Erfahrungen zu sammeln und ein gesamtheitliches Mobilitätskonzept für den Großraum Wien zu unterstützen.

5. Wichtige Grundregeln im Verkehrsbereich

5.1. Die Reisegeschwindigkeit entscheidet über den Energieverbrauch im Verkehr

Im Allgemeinen ist der Mensch bemüht, zur Befriedigung seiner Bedürfnisse so wenig (interne) Körperenergie wie möglich aufzuwenden. Für verschiedene Arten der Bewegung (Gehen, Laufen, Radfahren) ist dieser Wert abhängig von der Geschwindigkeit und der Steigung, aber auch von individuellen Parametern wie Gewicht, Alter und Fitness einer Person. Autofahren außerhalb der Stadt etwa benötigt 1 kcal pro Minute an interner Energie – bei 60 km/h hat man bei diesem Energieverbrauch schon mindestens 1 km Entfernung zurückgelegt. Will man diesen einen Kilometer im Laufen zurücklegen, braucht man bei einer Laufgeschwindigkeit von 12 km/h rund 5 Minuten mit einem Energieverbrauch von von knapp 60 kcal.

„Im Vergleich zu einem Fußgeher spart der Autofahrer die Hälfte, ja bis zu fünf Sechsteln der Körperenergie pro Zeiteinheit. Damit steigt seine Effizienz um 100 bis 600 %. Dies stellt eine in der Evolution des Menschen unvorstellbare Steigerung der Effizienz dar. So verwundert es nicht, dass die Bindung des Menschen an das Auto heute so stark ist, dass er bereit ist, für 1 Joule Einsparung an Körperenergie 100 bis 150 Joule externer Energie einzusetzen [7]“. **Der externe Energieverbrauch ist damit die entscheidende Stellgröße für die Reduzierung des Energieverbrauchs im Stadtverkehr.** Dies zielt vor allem auf den Pkw-Verkehr ab, denn hier ist der externe Energieverbrauch am höchsten.

Setzt man den spezifischen (internen und externen) Energieverbrauch der bedeutendsten städtischen Verkehrsarten pro Personenkilometer in Beziehung zum Energieverbrauch beim Gehen, erhält man ungefähr folgendes Verhältnis [8]:

Radfahren : Zufußgehen : ÖV : Auto = 0,3 : 1 : 3 : 16-30

Verschiedene Untersuchungen haben nun ergeben, dass im Verkehrssystem nicht die Entfernung konstant zu setzen ist, sondern die Reisezeit (s.u., Konstanz des Reisezeitbudgets). So benutzen die Menschen schnellere Verkehrsmittel, um in einer bestimmten Zeit größere Entfernungen zurückzulegen. Daher ist die Reisegeschwindigkeit ein wichtiger Faktor beim Vergleich des Energieverbrauchs verschiedener Transportsysteme. Pro Zeiteinheit fällt der Energieverbrauch des Transportsystems Auto noch deutlich höher aus [8]:

Radfahren : Zufußgehen : ÖV : Auto = 1 : 1 : 9-20 : 60-200 (und mehr)

5.2. Gehwiderstand und Wegwiderstand beeinflussen die Verkehrsmittelwahl

Welches Verkehrsmittel wir für einen Weg wählen, hängt vom jeweiligen Aufwand – gemessen als Wegentfernung, Zeit oder Kosten – ab. Der **Gehwiderstand** beispielsweise beeinflusst die Wahl des Verkehrsmittel über die jeweiligen Zugangswege. So nimmt etwa die Zahl der AutonutzerInnen mit zunehmender Länge des Fußweges zum Parkplatz ab. Ähnlich ist es bei der Distanz zur nächsten Haltestelle im öffentlichen Verkehr. Dabei spielt auch die Qualität der Umgebung eine große Rolle. So beeinflussen auch Aussehen und Form des umgebenden städtischen Raumes die Bereitschaft zum Gehen (**Wegwiderstand**) und damit auch die Verkehrsmittelwahl, wie Abbildung 1 zeigt. In einem unattraktiven Umfeld halbiert sich die Zahl der Menschen, die bereit sind, öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen, wenn die Haltestelle 300 statt 200 Meter entfernt ist (30 statt 60 % Ansprechbarkeit). In einem attraktiven Umfeld ist die Ansprechbarkeit für den öffentlichen Verkehr nicht nur deutlich höher (z.B. 70 statt 30 % Ansprechbarkeit bei 300 m Entfernung zur Haltestelle), sondern es werden auch deutlich längere Entfernungen akzeptiert (z.B. 30 % Ansprechbarkeit bei 500 m Entfernung zur Haltestelle).

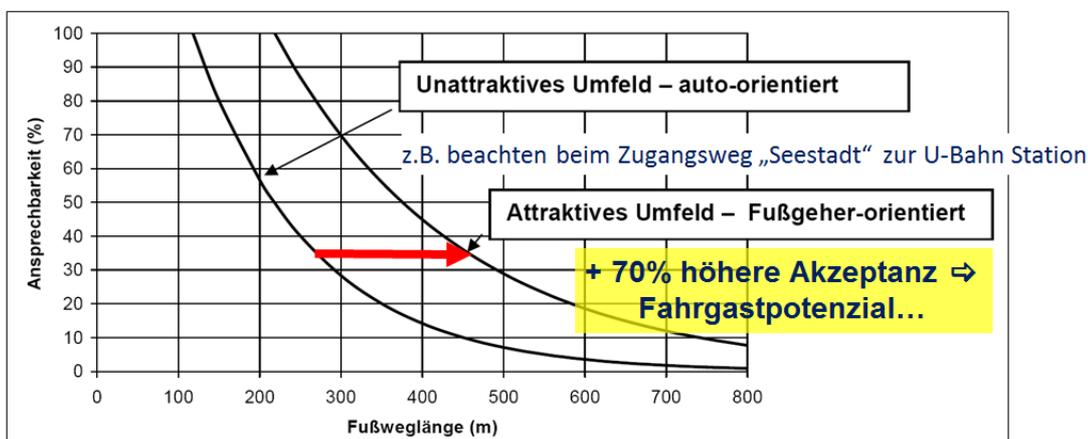
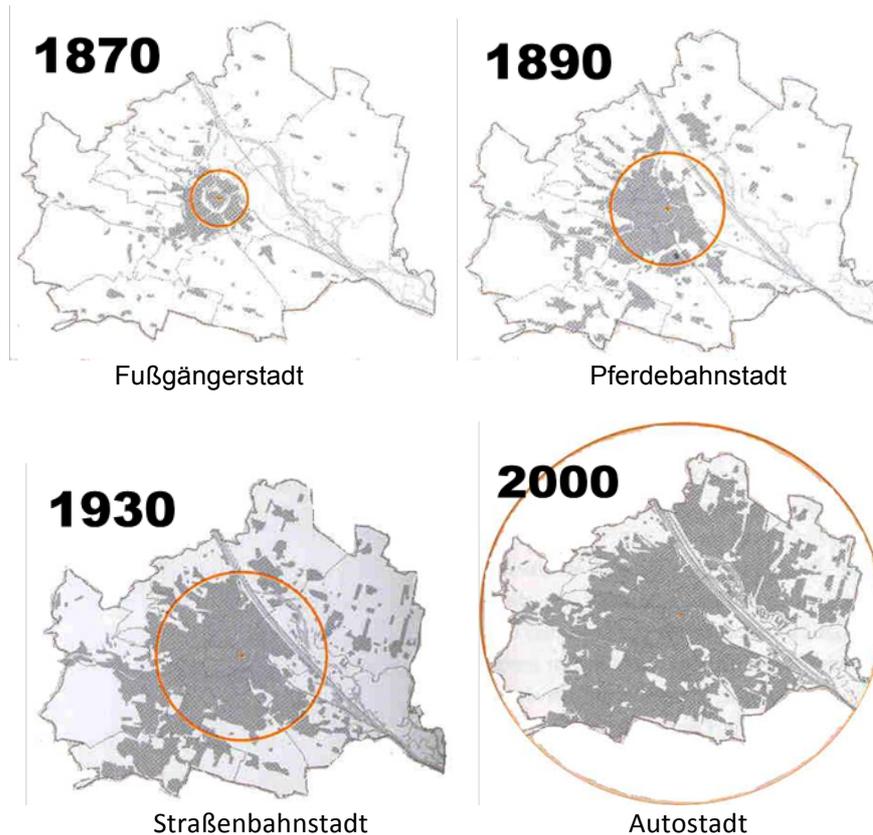


Abbildung 1: Steigerung des Fahrgastpotenzials durch Gestaltung des Haltestellenumfeldes [8, 9]

Je abwechslungsreicher und angenehmer ein Fußweg ist, umso kürzer wird er empfunden. Verkehren ÖV-Linien in dichtem Takt, ist die Akzeptanz längerer Wege ebenfalls höher.

5.3. Steigende Geschwindigkeiten führen zu höheren Weglängen – die Konstanz des Reisezeitbudgets

Verschiedene empirische Untersuchungen belegen, dass – trotz deutlicher individueller Unterschiede – die Durchschnittswerte des Zeit- und Kostenaufwandes für die tägliche Mobilitätszeit seit Jahren stabil geblieben sind [10]. Zwar sind die Verkehrsmittel in den vergangenen Jahrzehnten schneller geworden. Dadurch konnten in der selben Zeitspanne nun größere Wegstrecken zurückgelegt werden (vgl. Abbildung 2). Die Reisezeit hat sich nicht geändert. Steigen die Geschwindigkeiten, nehmen vielmehr die Weglängen und damit der Verkehrsaufwand (in Personenkilometer (P-km)), ebenso wie der Verbrauch an externer (in der Regel fossiler) Energie zu.



 Halbstundenzone mit Stephansdom als Ausgangspunkt

Abbildung 2: Beziehung zwischen Verkehrssystem und Siedlungssystem am Beispiel Wien [11]

5.4. Modal Split als Indikator erfolgreicher Mobilitätslenkung

Der Modal Split bezeichnet in der Verkehrsstatistik die Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel (Modi). Im Personenverkehr beschreibt er die Verkehrsmittelwahl der Menschen und bildet somit deren Mobilitätsverhalten ab. Da er bezogen auf die einzelnen Wege erhoben wird, beinhaltet er implizit auch Angaben über die Attraktivität von Strukturen der Verkehrsmittel im Verkehrssystem. Als verhaltensbasierte Größe stellt er einen brauchbaren Indikator für die Beschreibung der Ausgangssituation und der nachfolgenden Evaluierung bestimmter Maßnahmen im Verkehrsbereich dar.

Der Modal Split für Wien (wird jährlich über persönliche Befragung ermittelt) zeigt seit Jahren steigende Anteile für den innerstädtischen öffentlichen Verkehr, vgl. Abbildung 3.

5.5. Auswirkungen auf den Energiebedarf

Der spezifische Energieverbrauch eines Verkehrsmittels wird zumeist in Kilowattstunden je Kilometer (kWh/km) oder in Megajoule je Kilometer (MJ/km) bei einer definierten Geschwindigkeit angegeben, und der Energieverbrauch aus dem Produkt des spezifischen Energieverbrauches und der Fahrleistung berechnet. Damit werden aber wichtige verkehrsbezogene Stellgrößen wie etwa die Raumwirksamkeit der Geschwindigkeit ausgeblendet. Da diese aber zum Quadrat der Geschwindigkeit steigt, wächst der

Energieverbrauch bei Transportsystemen näherungsweise mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit. So erweist sich die Senkung des spezifischen Energieverbrauches durch die populäre "Verflüssigung" des Verkehrs im Gesamtsystem als Trugschluss [12]. **Eine Reduktion des Energieverbrauches ist vielmehr in erster Linie über eine Geschwindigkeitsreduktion möglich.**

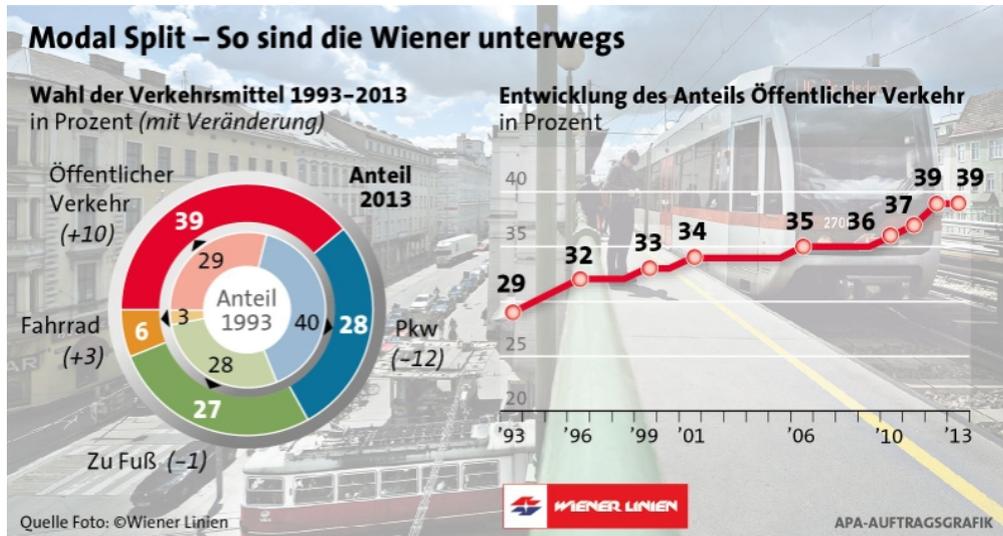


Abbildung 3: Entwicklung Modal Split Wien 1993–2012 – nicht zuletzt als Folge von Angebotsverbesserungen (Reisezeit, Kosten) und einer offensiven Informationspolitik

Die viel zitierte Stadt der kurzen Wege kann somit nur als **Stadt der niedrigen Geschwindigkeit** langfristig und resilient existieren.

Weiters beeinflusst die Einwohnerdichte den Energieverbrauch für Mobilität. Die geringeren Dichten am Stadtrand und in auto-orientierten Strukturen generell führen zu einem Absinken der Chancen für den öffentlichen Verkehr und insgesamt zu einem Anstieg der (externen) Mobilitätsenergie. So steigt der Energieverbrauch mit abnehmender Siedlungsdichte nahezu ins Unermessliche (Abbildung 4). Eine hohe Einwohnerdichte wiederum wird durch eine Stadt der niedrigen Geschwindigkeit gefördert.

Einwohnerdichte über Energieverbrauch für Mobilität

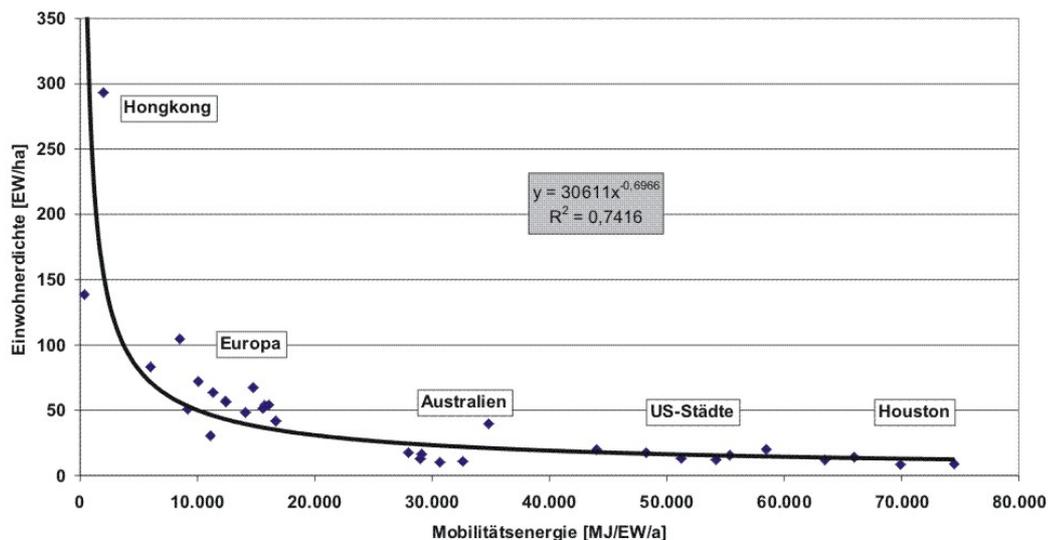


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Fläche pro EinwohnerIn und Energieaufwand für Mobilität [13]

5.6. Zwischenfazit Grundregeln im Verkehrsbereich

Will man den Energieverbrauch senken, müssen die Menschen ihr Verhalten ändern, und dafür müssen dementsprechend auch die Strukturen verändert werden. Bauliche Anlagen (Parkplätze, etc.) und die Gestaltung des Umfeldes für den nicht-motorisierten Verkehr (Attraktivität des Fußweges) beeinflussen das Verhalten wesentlich stärker als jede finanzielle Regelung oder gar Empfehlungen zur Änderung der Verhaltensweisen.

6. Entwicklungen in und um Wien

6.1. „Wien wächst“ – und damit auch das Verkehrsaufkommen

Die Entwicklung des Verkehrsaufkommens in der Stadt Wien wird weitgehend von der Bevölkerungsentwicklung beeinflusst. Die Gesamtzahl der von Wienerinnen und Wienern in Wien zurückgelegten Wege wird durch ein prognostiziertes Bevölkerungswachstum (Abbildung 5) ansteigen [14]. Die durchschnittliche Wegeanzahl pro EinwohnerIn und Tag bleibt in etwa konstant.

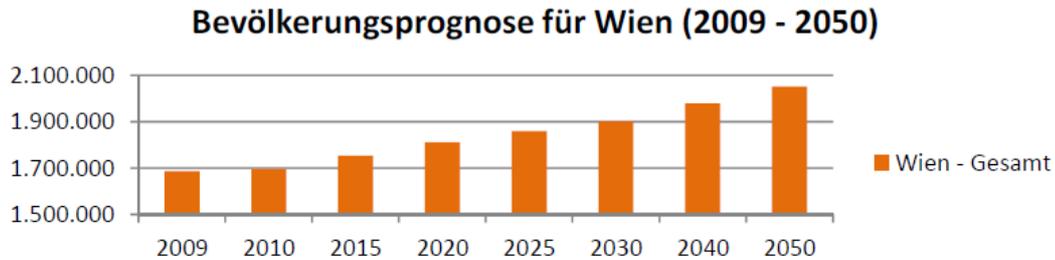


Abbildung 5: Bevölkerungsprognose Wiens von 2009 – 2050 [14]

Dazu kommt die ebenfalls stark zunehmende Verkehrsnachfrage der EinpendlerInnen, da die Bevölkerung im Umland von 2011 bis 2020 um 10 % und bis 2030 um 20 % laut Prognose zunehmen könnte [14]. Die aktuellen Zahlen aus der Evaluierung 2013 des MPV 2003/2008 [2] haben hier keine relevanten Veränderungen erkennen lassen.

Deutliche Zuwächse von Wegen sind mit dem Anstieg der Bevölkerung und der im MPV 2003 festgelegten Modal Split-Ziele im **Öffentlichen Verkehr** (Modal Split 40 %, Anzahl Wege: + 15 % 2011 bis 2020, +21 % 2011 bis 2030) und im **Radverkehr** (Modal Split 8 %, Anzahl Wege: + 53 % 2011 bis 2020, + 60 % 2011 bis 2030) zu erwarten. Wird im Radverkehr das Modal Split-Ziel von 10 %, wie es im Regierungsübereinkommen formuliert wurde, erreicht, wäre mit einer Zunahme der Zahl der Wege im Radverkehr um 90 % zu rechnen. Im Öffentlichen Verkehr (ÖV) werden die Herausforderungen durch das dynamische Wachstum im Stadtumland und die erwünschte Verlagerung der PendlerInnen vom Pkw auf den ÖV zusätzlich verstärkt.

Wächst der stadtgrenzüberschreitende Verkehr analog zur Bevölkerungsdynamik im Umland, ist mit einer Steigerung des **Stadtgrenzen überschreitenden Verkehrs um 20 %** zu rechnen. In diesen (vereinfachten) Annahmen wurden – wie bei der Bevölkerungsprognose – keine Sättigungsgrenzen oder Rückkopplungen berücksichtigt.

Tabelle 2 zeigt – basierend auf den Daten des Jahres 2011 – einen deutlichen Anstieg der ÖV-Wege bis zum Jahr 2030. Setzt man diesen Zuwachs in Relation zum Basisjahr 2012, ist mit einer Zunahme von **272.200 Wegen pro Tag** bis zum Jahr 2030 zu rechnen (zwischen 2011 und 2012 gab es schon einen deutlichen Zuwachs an ÖV-Wegen). Bis zum Jahr 2030 ergibt sich somit ein Zuwachs von rund **100 Mio. ÖV-Wege** der Wienerinnen und Wiener verglichen mit 2012. Die ÖV-Wege werden im Folgenden mit Fahrgästen gleichgesetzt.

Tabelle 2: Szenarien der Entwicklung des Stadtgrenzen überschreitenden Zielverkehrs nach Wien in der Morgenspitze (6–9 Uhr) an Werktagen (in 1.000 Personen) [2]

	2010		2030					
	abs	%	Szenario Modal Split wie 2010	Änderung		Szenario Modal Split 55 % MIV / 45 % ÖV	Änderung	
				abs	%		abs	%
MIV	104,4	68,2	125,3	+20,9	+20	101,0	-3,4	-3,3
ÖV	48,7	31,8	58,4	+9,7	+20	82,7	+34,0	+69,8
Gesamt	153,1	100	183,7	+30,6	+20	183,7	+30,6	+20

Aufgrund des Bevölkerungswachstums im Umland wird auch für den Stadtgrenzen überschreitenden Verkehr ein deutlicher Anstieg prognostiziert. Auch dieser ist (in gewissem Ausmaß) für das Netz der Wiener Linien zu berücksichtigen. Bei einer Zielerreichung im Modal Split (55 % MIV/ 45 % ÖV) ist mit **rund 83.000 ÖV-Wege mehr pro Tag** zu rechnen. Dies entspricht im Jahr 2030 rund **30 Mio. zusätzlichen Fahrgästen** aus dem Wiener Umland verglichen mit 2012.

Somit ist in Relation zum Basisjahr 2012 mit einem Anstieg der Fahrgastzahlen um **rund 130 Mio.** bis zum Jahr 2030 zu rechnen.

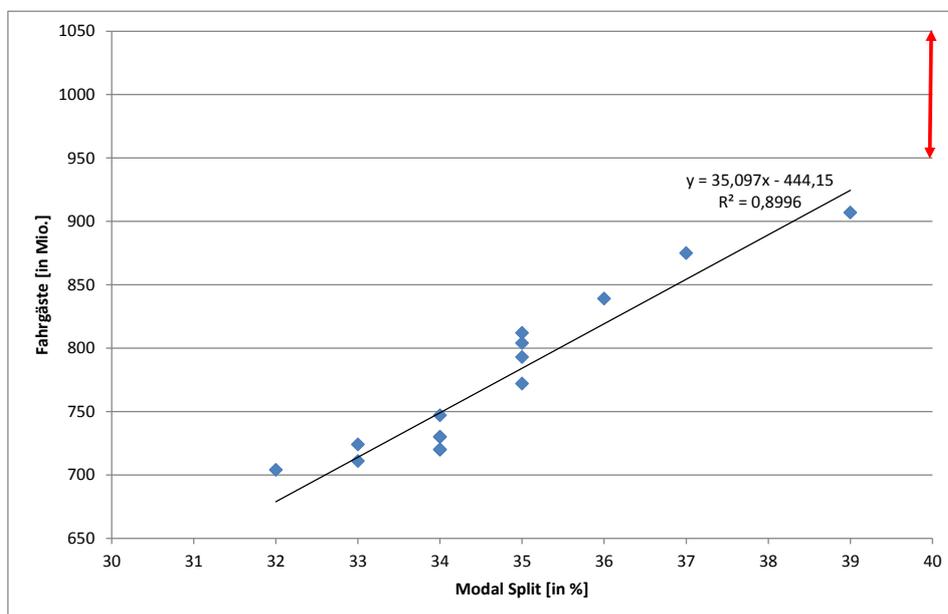


Abbildung 6: Entwicklung der Fahrgastzahlen unter Berücksichtigung des Anteils des öffentlichen Verkehrs am Modal Split (1998-2012) [Wiener Linien]

Die Entwicklung der Fahrgastzahlen wird nicht nur durch die Verlagerung in der Verkehrsmittelwahl bestimmt. In den vergangenen Jahren konnte im Vergleich zu den Veränderungen im Modal Split ein überproportionaler Anstieg an Fahrgästen bei den Wiener Linien beobachtet werden. Diese Entwicklung wurde vor allem vom Bevölkerungswachstum und von Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur beeinflusst. Im Jahr 2013 kam es nach einer langen Phase des Zuwachses erstmals zu einem leichten Rückgang bei den Fahrgastzahlen (vgl. Abbildung 6).

6.2. Die Trends

Eine deutliche Steigerung des Anteils an Fahrten im öffentlichen Verkehr (40 % bis 2020) konnte bereits bis zum Jahr 2012 annähernd erreicht werden (39 %), bei gleichzeitiger Reduktion von Fahrten im motorisierten Individualverkehr (MIV). Im neuen Stadtentwicklungsplan STEP 2025+ werden diese ambitionierten Ziele fortgeschrieben. Enorme Herausforderungen liegen im Stadtgrenzen überschreitenden Verkehr und der Bevölkerungsdynamik in der Stadtregion Wien. Der Pendlerverkehr hat sich in den vergangenen Jahren nicht zielkonform entwickelt. 68 % der Fahrten des Zielverkehrs nach Wien (2010) in der Morgenspitze werden mit dem MIV zurückgelegt (Vergleich 2006: 63 %). Zwar ist davon auszugehen, dass die im Jahr 2012 eingeführte Erweiterung der Parkraumbewirtschaftung das Verhältnis verbessern konnte, eine generelle Trendumkehr im Sinne der Zielerreichung kann daraus jedoch nicht abgeleitet werden.

Die Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung weisen auf eine zusätzliche Dynamik hin. Selbst bei gleichbleibendem Anteil des Öffentlichen Verkehrs am Modal Split führt das Bevölkerungswachstum zu einem deutlichen Anstieg von Fahrgästen im öffentlichen Verkehr. Der Anstieg der Bevölkerung in Wien und im Stadtumland bis zum Jahr 2030 führt bei gleichbleibendem Anteil des Öffentlichen Verkehrs am Modal Split zu **rund 130 Mio. mehr Fahrgästen** bei den Wiener Linien. Diese Entwicklung macht weitere Investitionen in das Netz notwendig, um die bisherigen Qualitätsstandards bezüglich Komfort, Sauberkeit und Sicherheit zu garantieren.

6.3. Zwischenfazit Entwicklung in und um Wien

Mit dem Wachstum der Bevölkerung gewinnen die ambitionierten Ziele zur Reduktion des Energieverbrauches im Verkehr weiter an Bedeutung. **Dabei liegen die wesentlichen Aufgabenbereiche bei der Vermeidung und Verlagerung von Fahrten im MIV.** Hier liegen auch die größten Potenziale zur Energieeinsparung. Die Wirksamkeit der Transportkapazitäten im öffentlichen Verkehr, die jene des MIV um ein Vielfaches übersteigen (U-Bahn: 10-15mal), wird von der Bevölkerungsdichte beeinflusst (vgl. Abbildung 4).

7. Energieverbrauch und Schadstoffe im Wiener Personenverkehr

7.1. Die Ausgangslage

Der Verkehrssektor spielt im Energieverbrauch von Wien eine wesentliche Rolle. Für den gesamten Mobilitäts- und Transportbedarf wurden 2011 knapp 14.000 GWh/a aufgewendet. Darin enthalten sind alle in Wien verkauften Treibstoffe, auch für jene, die in Wien tanken und dann ins Umland weiterfahren und enthält auch den Güterverkehr. Der Wien zuordenbare Anteil ist somit gering. Der mit 87 % weitaus größte Anteil wurde aus fossilen Energieträgern wie Benzin und Diesel abgedeckt. Rund 8 % entfielen auf flüssige Energieträger und biogene Treibstoffe. Der elektrische Anteil – hauptsächlich für den Einsatz von U-Bahn und Straßenbahn – lag im Jahr 2011 bei lediglich circa 5 % [15].

Der Energieverbrauch der Wiener Linien für Bus, Straßenbahn und U-Bahn für Traktion, Betrieb und Infrastruktur (Gebäude, Stationen, etc.) betrug für das Jahr 2012 rund 650 GWh. Der Anteil für Fahrenergie am Energieverbrauch beträgt rund 76 %. Rund 63 % des gesamten Energieverbrauchs besteht aus elektrischer Energie. Der restlichen Anteile setzen sich aus Flüssiggas (Fahrenergie Bus) und Fernwärme/Gas zusammen.

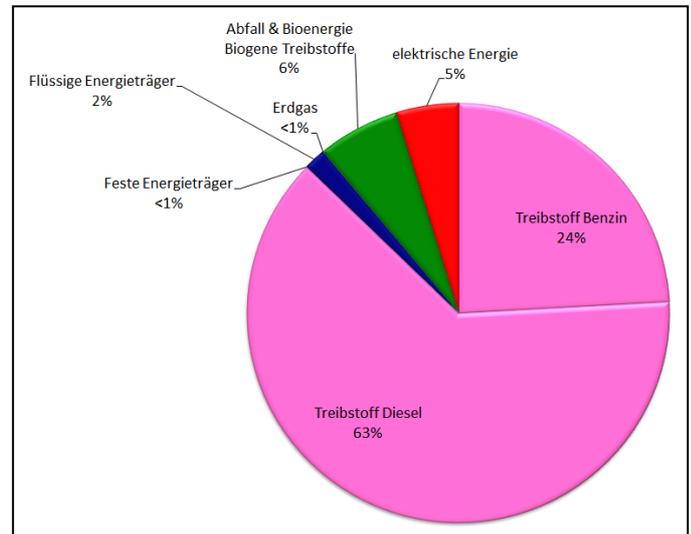


Abbildung 7: Deckung des Wiener Energiebedarfs im Transportsektor

7.2. Spezifische Energieverbräuche

Der öffentliche Verkehr hat bereits heute einen Anteil am Modal Split von knapp 40 % in Wien bei gleichzeitig geringem Anteil am Energieverbrauch im Verkehrssektor. Die verschiedenen Verkehrsträger im Netz des öffentlichen Verkehrs, Bus, Straßenbahn und U-Bahn zeichnen sich durch unterschiedliche und ergänzende Eigenschaften aus. Sie stehen in Wechselwirkung mit Stadtstrukturen und räumlicher Verteilung von Menschen und Gütern. Alle drei Systeme erfüllen im Netz entsprechende komplementäre Aufgaben. Deshalb werden die drei Verkehrsträger auch bezüglich ihres Energieverbrauches der Vollständigkeit halber unterschieden und dargestellt.

Notwendig für Vergleichbarkeit und Größenordnungen sind Berechnungen zu spezifischen Energieverbräuchen. Dazu wurde der Energieverbrauch pro zurückgelegtem Weg bzw. Fahrgast oder je Zeiteinheit dargestellt. Die Energieverbräuche je Fahrgast für die unterschiedlichen Verkehrsmittel Straßenbahn, Bus und U-Bahn zeigen zwar ein deutlich günstigeres Verhältnis für die Straßenbahn (bezogen auf die Fahrgastzahlen des Jahres 2012), lassen aber aufgrund der notwendigen Betrachtung des öffentlichen Verkehrs als Gesamtsystem nur bedingt Schlussfolgerungen zu (Fahrgäste benutzen unterschiedliche öffentliche Verkehrsmittel).

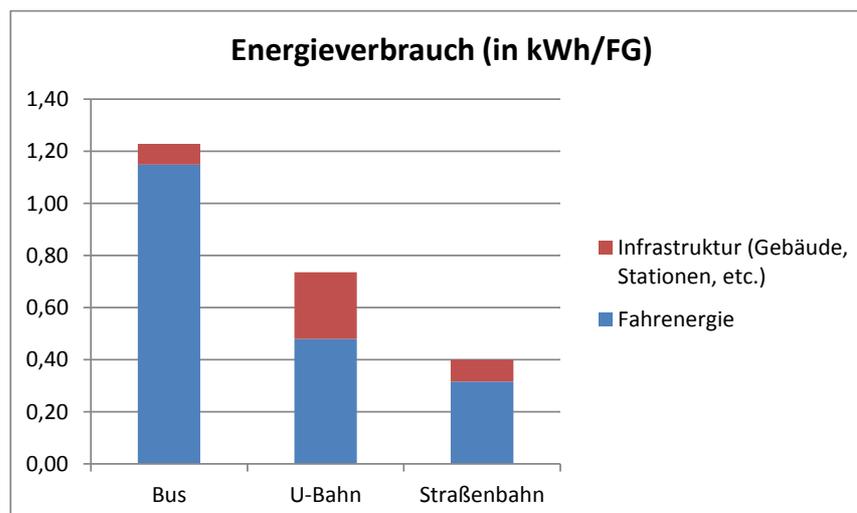


Abbildung 8: Endenergieverbrauch pro Fahrgast für Traktion und Betriebsgebäude Bus, U-Bahn und Straßenbahn für das Jahr 2012 (Fahrgastzahlen für das Jahr 2011. Quelle: Wiener Linien)

Als Durchschnittswert über alle Verkehrsmittel der Wiener Linien ergibt sich ein Endenergieverbrauch für das Jahr 2012 von **0,55 kWh je Fahrgast (ÖV-Weg)** reiner Fahrenergie. Werden nur die Quell- und Binnenwege entsprechend des Wiener Modal Splits betrachtet, erhöhen sich die Werte auf **0,79 kWh/ÖV-Weg** (ohne Betriebsinfrastruktur). Im Vergleich dazu beträgt der Energieverbrauch, der mit dem privaten Pkw zurückgelegt wird, mindestens **3 bis 5 kWh/MIV-Weg**. Es ergibt sich somit für den MIV ein rund fünf- bis achtmal höherer Energieverbrauch in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Wegelänge von Binnen-, Quell und Zielverkehr.

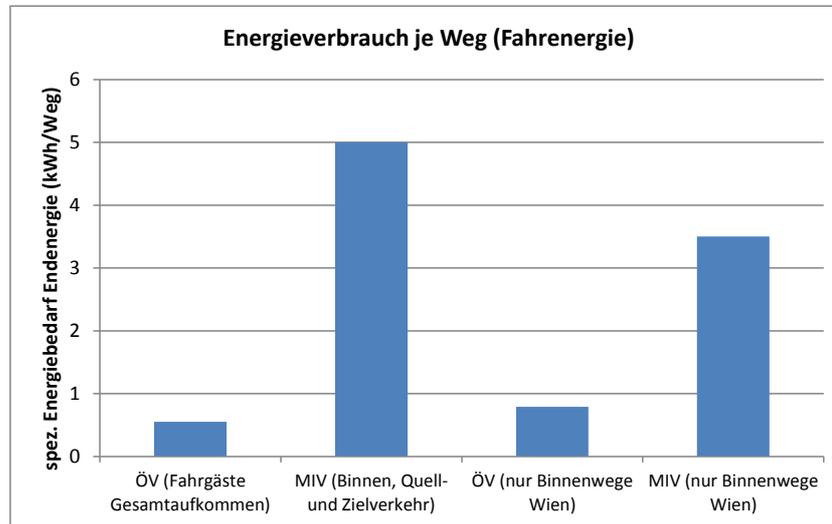


Abbildung 9: Energieverbrauch je Weg öffentliche Verkehrsmittel (ÖV) und motorisierten Individualverkehr (MIV) im Vergleich jeweils für Gesamtaufkommen Passagiere (inkl. Stadtgrenzen überschreitenden Quell- und Zielverkehr) und vergleichbaren Binnenverkehr.

7.3. Emissionen

Basierend auf den Daten zum Energieverbrauch können die CO₂-Emissionen je Weg berechnet werden. Beim ÖV wurde ein Mittelwert anhand der Fahrgastaufteilung der Wiener Linien aus den unterschiedlichen CO₂-Emissionen aus flüssiggas- und strombetriebener Traktion ermittelt. Dabei ergab sich ein Mittelwert für CO₂-Emissionen der Fahrenergie von 204,2 g/kWh bzw. von 200,7 g/kWh bei Berücksichtigung des Strom- und Wärmeverbrauchs für die Betriebsinfrastruktur. Unter Berücksichtigung des spezifischen Energiebedarfs pro ÖV-Weg können die CO₂-Emissionen berechnet werden. Beim MIV wurden die CO₂-Emissionen anhand der Fahrleistungen des MIV, eines durchschnittlichen Besetzungsgrades (1,4 Personen/Pkw) und einer kombinierten Flotte errechnet.

Tabelle 3: CO₂-Emissionen öffentlicher Verkehr und motorisierter Individualverkehr

Öffentlicher Verkehr (Wiener Linien)	CO ₂ -Emissionen je ÖV-Weg [g]
Nur Binnenwege Wien (Fahrenergie + Betriebsinfrastruktur)	207
Nur Binnenwege Wien (Fahrenergie)	161
Gesamtes Fahrgastaufkommen der WIENER LINIEN (Fahrenergie + Betriebsinfrastruktur)	145
Gesamtes Fahrgastaufkommen der WIENER LINIEN (Fahrenergie)	112
Motorisierter Individualverkehr	CO ₂ -Emissionen je MIV-Weg [g]
Nur Binnenwege Wien	800 – 900
Binnen-, Quell- und Zielverkehr	900 – 1.100

Werden lediglich die Quell- und Binnenwege betrachtet, so sind die CO₂-Emissionen je zurückgelegtem Weg im MIV zumindest fünf- bis sechsmal höher als im ÖV. Betrachtet man das gesamte Fahrgastaufkommen im ÖV und berücksichtigt seine Funktion für den Stadtgrenzen überschreitenden Verkehr, dann ergibt sich ein Verhältnis der CO₂-Emissionen ÖV : MIV von 1 : 9 bis 1 : 10, und auch das Verhältnis des Energieverbrauchs verschlechtert sich weiter (ÖV : MIV rund 1 : 8).

Verhältnis CO₂-Emissionen ÖV : MIV = 1 : 5,3-8,9 (je „Ø-Weg“)

Der Anteil der Wiener Linien an den städtischen Gesamt-Verkehrs-CO₂-Emissionen beträgt lediglich rund 6 %.

7.4. Zwischenfazit Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Nach wie vor besteht eine hohe Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen im Verkehrssektor, insbesondere beim motorisierten Individualverkehr. Hier liegt auch die größte Wirksamkeit verkehrs- und energiepolitischer Entscheidungen zur Effizienzsteigerung und Reduktion im Verbrauch. Die Steuergröße der Verkehrsmittelwahl (Modal Split) und seine zukünftigen Zielsetzungen im Stadtentwicklungsplan (STEP) 2025+ sind dazu geeignet, klare Zielsetzungen zu formulieren, die die Abhängigkeiten von fossilen Energieträgern im Verkehrssektor reduzieren können.

Bei Energieverbrauch und spezifischen CO₂-Emissionen ergibt sich bei den Verkehrsarten des Personenverkehrs im Betrieb eine ausgeprägte drei Klassengesellschaft. Einen nur geringen Energieverbrauch und praktisch keine Emissionen weisen die Fußgeher und Radfahrer auf. Im Vergleich dazu benötigen die öffentlichen Verkehrsmittel bereits deutlich mehr Energie und emittieren dementsprechend mehr CO₂. Die dritte Gruppe, bestehend aus dem PKW und dem Flugzeug, überragt den öffentlichen Verkehr um zumindest das Fünffache. Im Vergleich dazu liegen Öko-Pedelecs (**Pedal Electric Cycle** = Elektrorad, bei dem die eigene Tretleistung durch einen Elektromotor unterstützt wird) immerhin im Bereich der Radfahrer, kleine E-Pkw knapp über dem Bereich von Autobussen.

Damit wird bereits deutlich, dass CO₂-Reduzierung beim motorisierten Individualverkehr sowie im Flugverkehr ansetzen muss. Weiter ist zu beachten, dass neben den spezifischen Emissionen, die ganz offensichtlich von der Verkehrsmittelwahl abhängen, letztendlich auch der Verkehrsaufwand maßgebend für die tatsächliche Belastung ist. Durch die motorisierten Verkehrsarten werden nicht nur spezifisch höhere Emissionen verursacht, die zurückgelegten Strecken erhöhen die Emissionen in Summe zusätzlich.

8. Alternative Antriebsformen & technologische Entwicklungen

8.1. Öffentlicher Verkehr

Neben klassischen Antriebsformen (beispielsweise Dieseltreibstoff) wird der öffentliche Verkehr heute bereits in verschiedenen Segmenten alternativ angetrieben. Elektromobilität spielt vor allem bei Straßenbahn und U-Bahn im öffentlichen Verkehr in Wien eine wichtige Rolle, wird aktuell aber auch vermehrt im Busbetrieb getestet und eingesetzt. Andere alternative Antriebsformen wie Brennstoffzellen, Hybridfahrzeuge, Flüssig- oder Erdgasfahrzeuge finden ebenfalls im öffentlichen Verkehr Anwendung.

Straßenbahnen und U-Bahnen als klassisch elektrisch betriebene öffentliche Verkehrsmittel weisen bereits eine sehr hohe Energieeffizienz auf. Effizienzsteigerungen sind dabei vor allem im Bereich der Rekuperation, der Rückspeisung der beim Bremsen gewonnenen Energie ins Netz, möglich. Alle neuen Schienenfahrzeuge der Wiener Linien sind mit Energierückspeisung ausgestattet. Die Wiener Linien bauten bis zum Jahr 2010 schrittweise U-Bahn-Doppeltriebwagen auf Rekuperation um. Der Rückspeisegrad beträgt im Idealfall rund 30 % der aufgenommenen Traktionsenergie. De facto sind heute 100 % der U-Bahn-Triebwägen mit Rekuperation ausgestattet. Bei den Straßenbahn-Triebwägen beträgt der Anteil rund 75 %. Durch Modernisierungselemente wie Klimaanlage, Bildschirme und Videoüberwachung wird jedoch tendenziell mehr Energie verbraucht. Diverse Anpassungen in der Fahrzeugtechnik im bestehenden Fahrzeugpark (bekannt als ECO Upgrade ULF) sollen weitere Einsparungen erbringen.

Auch bei der Anschaffung von neuem Rollmaterial (z.B. neue Busflotte) werden Aspekte der Energieeffizienz berücksichtigt. So weisen die neuen Vollelektrobusse der Buslinien 2A und 3A im Innenstadtbereich, die ihren gesamten Energiebedarf über das mitgeführte Batteriesystem decken können, im Vergleich zu Diesel- oder Gas-Bussen einen um 25 % niedrigeren Energiebedarf auf. Weitere Maßnahmen zur Verbrauchsreduktion sind die Bevorrangung und Beschleunigung des Oberflächenverkehrs und Ecodrive-Schulungen für jeden Fahrer.

8.2. Motorisierter Individualverkehr

Die größten Energieeffizienzpotenziale bestehen in der Verringerung des motorisierten Individualverkehrs – diese Aussage gilt unabhängig von der Antriebsart. Eine Umstellung auf Elektroautos im motorisierten Individualverkehr sollte nur eine ergänzende Maßnahme darstellen. Denn Elektroautos nutzen vorhandene Straßen im ruhenden und fließenden Verkehr und sind daher verkehrsplanerisch als MIV zu behandeln. Eine gezielte Förderung und Bevorzugung sollte nur dort erfolgen, wo die Vorteile bei Schadstoff-/Lärmemissionen und Energieverbrauch relevant für die Stadt sind. Denn Gesamt-Effizienzgewinne sind nur zu erzielen, wenn gleichzeitig der Fahrzeugbestand sinkt.

8.3. Zwischenfazit alternative Antriebsformen & technologische Entwicklungen

Die Maßnahmen zur Emissionsreduktion und Energieeffizienz orientieren sich am Klimaschutzprogramm (Klip II). Das Gesamtziel sollte eine Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs sein, wofür Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz unabdinglich sind. Gleichzeitig muss Einfluss auf das Verkehrsverhalten (Verkehrsmittelwahl) genommen werden. Durch eine konsequente Bevorrangung und Beschleunigung des Oberflächenverkehrs könnten weitere Potenziale ausgeschöpft werden.

9. Internationale Best-Practice Beispiele – Übertragbarkeit, Kriterien und Anwendung in Wien

9.1. Schienenfahrzeuge

Im internationalen Vergleich befindet sich die Stadt Wien mit der Umsetzung von Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz im öffentlichen Verkehr auf sehr hohem Niveau. Im Bereich der elektrisch geführten Schienenfahrzeuge sind es vor allem die Bau- und Fahrweise sowie Rekuperation und computerunterstützte Antriebsoptimierungen, die zur Erhöhung der Energieeffizienz beitragen können. Auch U-Bahn-Stationen können durch diverse Maßnahmen effizienter gestaltet werden.

9.2. Busflotte

Die Busflotte hingegen ist jener Bereich, in dem aufgrund neuer Technologien und Abgasnormen laufend Verbesserungen möglich und notwendig sind. Der Einsatz von Brennstoffzellen, wie er bereits europaweit in diversen Projekten erprobt wird, ist kritisch zu betrachten. Brennstoffzellenbusse können nur dann Effizienz-Vorteile bringen, wenn die Energieverluste der Treibstoffherstellung (z.B. Wasserstoff, Methanol) im Fahrzeug überkompensiert werden können.

Wesentliches Augenmerk sollte auf der Weiterentwicklung von Elektrobussen liegen, die sich derzeit durch höhere Kaufpreise und deutliche Mehrkosten kennzeichnen. Der Einsatz der voll-elektrischen ElectriCity-Busse zeigt Wiens Vorreiterrolle im Bereich der Elektromobilität im öffentlichen Verkehr. Aber auch die neue EURO 6-Busflotte und der zukünftige Einsatz neuer Elektro-Busse sind ein weiterer wichtiger Schritt in Richtung eines umweltverträglichen, effizienten öffentlichen Verkehrs in Wien.

10. Konzepte zur Inter- und Multimodalität (im Personenverkehr)

10.1. Vernetzung und Integration

Mobilität wird differenzierter, multimodaler und kombinierter. Dazu trägt einerseits die verstärkte Vernetzung und Integration verschiedenster Verkehrsmittel bei, andererseits entsteht durch neue, attraktive Angebote auch neue Nachfrage. Insbesondere die neuen Kommunikationsmedien ermöglichen eine verstärkte Integration durch verbesserte Zugänglichkeit zu Informationen. Die Akzeptanz und Bereitschaft zur Bewältigung intermodaler Wegeketten im Umweltverbund wird von den Rahmenbedingungen im Verkehrssystem wesentlich bestimmt. Diese sind für den öffentlichen Verkehr im Vergleich zur Straße noch weiter zu verbessern. **Dies bedeutet jedoch in erster Linie Beschränkungen und Kapazitätsreduktionen im motorisierten Individualverkehr.** Für Begründungen zum Straßenausbau entlang von parallel geführten Linien des öffentlichen Verkehrs sind mindestens multimodale Korridoransätze zur Kapazitätsüberprüfung heranzuziehen. Diese sind notwendig um das Verkehrssystem effizienter und effektiver zu gestalten.

10.2. Abbau von Zugangsbarrieren / Zugangserleichterung durch Mobilitätskarte

Geeignete Konzepte zur Förderung der Intermodalität können den Energieverbrauch auf einer am öffentlichen Verkehr orientierten multimodalen Wegekette weiter reduzieren. Dabei sind insbesondere Aspekte des Bike&Ride und der Kombinationsmöglichkeiten Rad/ÖV zu berücksichtigen. Das Denken des eigenen Mobilitätsverhaltens als inter- und multimodalen Stils kann durch den Abbau von Zugangsbarrieren wesentlich gefördert werden. Ein wesentlicher Baustein ist dafür eine Mobilitätskarte, die einen einfachen Zugang zu allen Mobilitätsangeboten mit minimalem Lern- und Bedienungsaufwand für die NutzerInnen ermöglichen soll. Die Verknüpfung von ÖV, CarSharing-Angeboten, CarPooling, Radverleih und Parken mit einer gemeinsamen Abrechnung und bargeldlosem Bezahlen in Parkhäusern, Tankstellen oder Taxis kann wesentlicher Bestandteil dieser Mobility-Card sein. Auch die Entwicklung der integrierten Mobilitätsplattform smile zielt unter Einbindung von Elektromobilität auf Multi- und Intermodalität und eine intelligente und bequeme Verknüpfung von Verkehrsmitteln. Die Wiener Stadtwerke können in ihrer Rolle diese wesentlichsten Elemente verbinden und identifikationsstiftend im Sinne intermodaler Mobilität wirken.

10.3. Beschränkungen und Kapazitätsreduktionen im motorisierten Individualverkehr erforderlich

Die derzeitigen Rahmenbedingungen im öffentlichen Verkehr im Vergleich zur Straße sind massiv zu verbessern. Dies bedeutet in erster Linie Beschränkungen und Kapazitätsreduktionen im motorisierten Individualverkehr. Für Begründungen zum Straßenausbau entlang von parallel geführten Linien des öffentlichen Verkehrs sind mindestens multimodale Korridoransätze zur Kapazitätsüberprüfung heranzuziehen. Diese sind notwendig um das Verkehrssystem effizienter und effektiver zu gestalten.

11. Eine Zehn-Punkte-Strategie im Wirkungsbereich Energie/Verkehr

11.1. Stadtgrenzen überschreitender Verkehr im Fokus haben

Die Steuerungsinstrumente zur Reduktion des Energieverbrauchs im Verkehr in Wien haben in erster Linie am Quell-/Ziel-Verkehr von bzw. nach Wien, also dem Stadtgrenzen überschreitenden Verkehr, anzusetzen. Steuerungsinstrumente, die sowohl auf Binnen-, als auch Quell- und Zielverkehr wirken, sind vorrangig einzusetzen. Diese finden sich auf der baulichen, rechtlichen und finanziellen Strukturebene und sind in den Programmen der Stadt Wien formuliert. In Smart City Stakeholder-Prozessen sowie in der Roadmap und dem Action Plan wurden bereits zahlreiche Steuerungsinstrumente aufgelistet.

11.2. Ruhenden Verkehr als wirksamste Stellgröße nutzen

Die wirksamste Stellgröße betrifft den ruhenden Verkehr. Eine Aufhebung der Stellplatzverpflichtung (wie bereits in mehreren deutschen Städten wie Berlin, Hamburg, etc. üblich) ist dringend notwendig. In weiterer Folge können Stellplatzobergrenzen festgelegt werden. Bereits mit der heute gültigen Bauordnung können baufeldübergreifende Sammelgaragen (wie z.B. in der Seestadt Aspern) errichtet werden. Eine sukzessive Stellplatzreduktion im öffentlichen Raum ist notwendig. Sie entspannt die meist auf Platzmangel zurückzuführende Konfliktsituation im Bereich des Umweltverbundes. Der Ausbau der Parkraumbewirtschaftung und die sukzessive Reduktion des Stellplatzangebots im öffentlichen Raum sind weiter zu verfolgen. Die Gestaltungsbereiche von Haltestellen sind zu erweitern und unter Berücksichtigung einer attraktiven Zugänglichkeit für FußgeherInnen und RadfahrerInnen sicherzustellen. Dafür ist ein dichtes, sicheres und attraktives Fuß- und Radwegenetz notwendig. Somit können verstärkt kurze Fahrten im ÖV auf Rad- und Fußverkehr verlagert werden. CarSharing ist flächendeckend als Alternative zum Besitz eines eigenen Pkws zu etablieren.

11.3. Fußgeherstrukturen ausbauen und stärken

Die Entstehung der Städte basiert auf den Fußgehern. Ihre „Bindekraft“ hält die Städte zusammen und förderte die Vielfalt auf engem Raum (Maßstab = Stadtviertel). FußgeherInnen bilden daher den grundlegenden Maßstab des Städtebaus. RadfahrerInnen zerstören trotz höherer Geschwindigkeit nicht die Fußgeherstrukturen. Sie nutzen die Strukturen des Fußgehers und befinden sich betreffend der ökologischen Qualitäten auf dem Niveau der FußgeherInnen. Wien entwickelt sich bereits immer mehr in Richtung Radfahrerstadt. Dieser Trend ist analog der Zielsetzung zu fördern und ein wichtiger Faktor für den Umweltverbund.

11.4. Effiziente Nutzung des bestehenden ÖV-Systems vor Ausbau forcieren

Dichtere Intervalle im ÖV sind eine wichtige und effiziente Maßnahme, die einerseits entsprechende Kosten verursacht, andererseits aber die Voraussetzung für eine weitere Steigerung des Verkehrsmittelanteils darstellt. Es gilt: Effiziente Nutzung des bestehenden Systems vor Ausbau.

11.5. Intermodale Angebote entwickeln

Ziel und Notwendigkeit ist die Entwicklung eines bewusst gestalteten Gesamtverkehrssystems. Dafür sind intermodale Angebote zu entwickeln, die notwendige Infrastruktur bereitzustellen und in den öffentlichen Verkehr einzubetten.

11.6. In Abstimmung mit der Stadt und ihren politischen Zielen agieren

Die Wiener Stadtwerke bilden die Schnittstelle zwischen Politik/Verwaltung. Die Zielsetzungen der Politik passen zu einer weiteren Positionsstärkung der Wiener Stadtwerke. Langfristige Ziele müssen dabei Vorrang vor kurzfristigen betriebswirtschaftlichen Kenngrößen haben und könnten sogar im Widerspruch zueinander stehen. Dazu sind abgestimmte Handlungsstrategien und Verlässlichkeit zwischen Eigentümer und Stadtwerken notwendig. Vorsicht ist bei Privatisierungen geboten, da man als Stadt viele Eingriffsmöglichkeiten aus der Hand gibt. Die Steuerung muss bei der Stadt bleiben.

11.7. Energieeffizienzmaßnahmen mit den größten Potenzialen vorrangig umsetzen

Die Wiener Linien sind im internationalen Vergleich Vorreiter im Bereich der Energieeffizienzmaßnahmen ihrer Fahrzeugflotte. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den Herstellern werden laufend Maßnahmen und Verbesserungspotenziale untersucht. Die wesentlichsten Einsparungspotenziale konnten durch die Rekuperation bereits erreicht werden. Aufgrund des geringen Anteils der Wiener Linien am Gesamtenergieverbrauch des Verkehrssektors der Stadt sind die Einsparungen durch zusätzliche Effizienzmaßnahmen (bezogen auf die Gesamtgröße) sehr gering. **Die wesentlichsten Einsparungen erfolgen durch die Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr auf den Umweltverbund.** Eine wesentliche Voraussetzung dafür sind Investitionen in die einschlägige Infrastruktur und klare Rahmenbedingungen, Zielsetzungen und Handlungsstrategien der Stadt (Politik und Verwaltung), insbesondere um die Ziele einer „smart city“ zu erreichen. Die Wiener Stadtwerke können hierbei gerade auf strategischer Ebene immer wieder auf die bisherigen Maßnahmen, aber auch auf die notwendige zukünftige Ausrichtung und langfristigen Ziele verweisen, welchen Investitionen in den Umweltverbund in der Folge zu leisten sind.

11.8. Öffentlichen Verkehr an der Oberfläche konsequent bevorrangen

Erhebliche Potenziale liegen in einer konsequenten Bevorrangung des öffentlichen Verkehrs an der Oberfläche. Dass bereits im MPV 2003 festgehaltene Prinzip „Halt nur an Haltestelle“ konnte noch nicht großflächig verwirklicht werden.

11.9. Nicht-schienengebundene Elektromobilität vor allem auf die betriebliche Nutzung fokussieren

Der Einsatz von Elektromobilität sollte in der ersten Phase vor allem auf die betriebliche Nutzung fokussiert sein (Fuhrpark von Unternehmen, Taxi, Post, stadtnahe Betriebe, etc.). Ladestationen sind mit Knoten des ÖV zu koppeln und in Garagen vorzusehen. Elektrofahrzeuge könnten damit zu einem notwendigen Motivationsschub in Richtung Garagenbau führen.

11.10. Denken im Umweltverbund forcieren

Das Denken im Umweltverbund ist notwendig, um den zukünftigen Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können, allerdings wird dies nur möglich sein, wenn der Umweltverbund „funktioniert“, was besonders das Angebot und die Zuverlässigkeit des ÖV betrifft. Politische Aufgabe wird es auch sein, Raum für die RadfahrerInnen zurückzuerobern und für ein gutes Miteinander der Verkehrsarten zu sorgen („Verkehrskultur“). Die Infrastruktur in Wien ist diesbezüglich noch verbesserungswürdig, die derzeitige Struktur richtet sich zum Teil nicht nach den Bedürfnissen der RadfahrerInnen, sondern nach den Möglichkeiten.

12. Quellenverzeichnis

- 1 Dipl.-Ing. Dr. techn. Harald Frey, Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Michael Schopf, Mag.^a Manuela Winder: Energieeffiziente neue Mobilität in Wien. Studie erstellt im Auftrag der Wiener Stadtwerke Neue Urbane Mobilität Wien GmbH, 2014
- 2 MA 18: Masterplan Verkehr Wien 2003 - Evaluierung 2013
[HTTP://WWW.WIEN.GV.AT/STADTENTWICKLUNG/STUDIEN/PDF/B008353.PDF](http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/B008353.pdf)
- 3 Smart City Wien – Fit für die Zukunft. [HTTPS://SMARTCITY.WIEN.AT/SITE](https://smartcity.wien.at/site)
- 4 [HTTPS://SMARTCITY.WIEN.AT/SITE/MEDIENSERVICE/BURGERMEISTER-DR-MICHAEL-HAUPL/](https://smartcity.wien.at/site/medienservice/burgermeister-dr-michael-haupl/)
- 5 In Anlehnung an: Fücks R.: Die Vision der nachhaltigen Stadt. In: Post-Oil City – Die Stadt von morgen. Oekom-Verlag, München, 2011
- 6 [HTTP://WWW.WIENERMODELLREGION.AT/](http://www.wienermodellregion.at/)
- 7 Knoflacher, H. (1996): Zur Harmonie von Stadt und Verkehr. Freiheit vom Zwang zum Autofahren. Böhlau-Verlag, Wien.zit. in [1]
- 8 Knoflacher, H. (1995): Das Lill´sche Reisegesetz – das Weber-Fechner´sche Empfindungsgesetz – und was daraus folgt. Mobilita 1995, Bratislava, zit. in [1]
- 9 Peperna, O. (1982): Die Einzugsbereiche von Haltestellen öffentlicher Nahverkehrsmittel im Straßenbahn- und Busverkehr. Diplomarbeit, Technische Universität, Wien, zit. in [1]
- 10 Alle Quellen zit. in [1]:
 - a) Tanner, J.C. (1961): Factors Affecting the Amount of Travel. Rd. Res. Paper No. 51, H.M.S.O., London.
 - b) Goodwin und Zahavi, zitiert in Kirby, H. (Guest Editor) (1981): Personal Travel Budgets. Transportation Research, Volume 15A, pp. 1-106.
 - c) Zahavi, Y. (1974): Traveltime budgets and mobility in urban areas – Final report. U.S. Dept. of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
 - d) Zahavi, Y. (1981): The "UMOT"/Urban Interactions. U.S. Dept. of Transportation, Washington, D.C.
 - e) Knoflacher, H. (1986): Kann man Straßenbauten mit Zeiteinsparungen begründen? Internationales Verkehrswesen, 38, 11-12/1986, 454-457.
 - f) Marchetti, C. (1994): Anthropological Invariants in Travel Behaviour. Technological Forecasting and Social Change, 47, 75-88.
 - g) Schäfer, A. (2000): Regularities in travel demand: An international perspective. Journal of transport and statistics, 12/2000, 1-31.
 - h) Ausubel, J. H. und Marchetti, C. (2001): The Evolution of Transport. The Industrial Physicist, 04-05/2001, 20-24.
 - i) Metz, D. (2008): The Myth of Travel Time Saving. Transport Reviews, 28, 3, 321-336.
- 11 Békési, S. (2005): Verkehr in Wien. In: Brunner, K.; Schneider, P. (Eds.): Umwelt Stadt – Geschichte des Natur- und Lebensraumes Wien. Böhlau Verlag Wien – Köln – Weimar, Wien, p. 93 – 103, zit.in [1]
- 12 Schopf, J.M. (2011): Expertise „Energie und Verkehr“, i.A. des Nachhaltigkeitsbeirats der Wiener Stadtwerke. 2011, zit. in [1]
- 13 Knoflacher, H. (2007): Grundlagen der Verkehrs- und Siedlungsplanung: Verkehrsplanung 2007, Wien: Verlag Böhlau, zit. in [1]
- 14 Hanika, A. (2010): Kleinräumige Bevölkerungsprognose für Österreich 2010 – 2030 mit Ausblick bis 2050 („ORÖK-Prognosen“). Teil 1: Endbericht zur Bevölkerungsprognose. ÖROK. Wien, zit. in [1]
- 15 Homeier, I. (2012): Smart City Wien. Vision 2050, Roadmap for 2020 and beyond, Action Plan 2012 – 2015. Studie im Auftrag der Stadt Wien, MA 18, Wien, zit. in [1]