

Übergänge in den postfossilen Verkehr

Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade

Ergebnisbericht



© 2016 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdruckes, der Übersetzung, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

ISBN 978-3-86446-146-0



Übergänge in den postfossilen Verkehr

Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade

Ergebnisbericht

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Querschnittsausschuss 7 „Postfossiler Verkehr“

Leiter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Felix Huber, Wuppertal

Mitglieder:

Dr.-Ing. Wulf-Holger Arndt, Berlin
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Joachim Beckmann, Berlin
Dr. rer. nat. Yvonne Binard-Kühnel, Wiesbaden
Dr.-Ing. Norbert Ehrlich (†), Düsseldorf
Dr.-Ing. Heinrich Eis, Bonn
Dipl.-Ing. Michael Falk, Wuppertal
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz, Hamburg
LRDir. Dipl.-Phys. Dirk Heuzeroth, Bergisch Gladbach
Dipl.-Ing. Jeanette Klemmer, Wuppertal
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Köhler, Frankfurt am Main
Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter, Wuppertal
Dipl.-Ing. Martin Röhrleef, Hannover
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Vallée, Aachen
Dipl.-Ing. Gerd Würdemann, Niederkassel
Dipl.-Ing. Sonja Xalter, Augsburg

Dieser Ergebnisbericht „Übergänge in den postfossilen Verkehr: Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade“, Ausgabe 2016, dokumentiert die Arbeit des Querschnittsausschusses „Postfossiler Verkehr“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Er ist für die Arbeit in allen Gremien der FGSV erstellt worden und richtet sich auch an interessierte Kreise außerhalb der FGSV.

Ein Kurzbericht („Übergänge in den postfossilen Verkehr, Zusammenfassung der Ergebnisse: Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade“ (Kurzbericht), Ausgabe 2016), kann ebenso unter www.fgsv.de und www.fgsv-verlag.de in digitaler Form abgerufen werden und steht wie der Ergebnisbericht im Portal der FGSV für die FGSV-Mitglieder und FGSV-Gremien zur Verfügung.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei geschlechtsspezifischen Begriffen jeweils nur eine Form verwendet, in der Regel die männliche. Diese Begriffe schließen selbstverständlich die jeweils andere geschlechtsspezifische Form wertfrei mit ein.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Ergebnisbericht

Übergänge in den postfossilen Verkehr

Zusammenfassung der Ergebnisse: Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade

Inhaltsübersicht

1	Kurzfassung	9
2	Einleitung	11
	2.1 Aufgabe dieses Berichts	11
	2.2 FGSV-Positionierung	11
	2.3 Aufbau	12
3	Ausgangssituation	13
	3.1 Energieverfügbarkeit und Klimawandel	13
	3.2 Beitrag des Verkehrs zu den Treibhausgasemissionen	21
	3.3 Klimaschutz im Verkehr	25
	3.4 Definition des postfossilen Verkehrs	26
	3.5 Wechselwirkungen von Verkehrs(angebots)- und Raumstrukturen	26
4	Megatrends und Rahmenbedingungen	28
	4.1 Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen	28
	4.1.1 Entwicklung der Klimaschutzgestaltung	28
	4.1.2 Weißbuch der EU	30
	4.1.3 Klimaschutzgesetz NRW	30
	4.2 Demografische Entwicklung	31
	4.3 Gesellschaftliche Veränderungen	34
	4.4 Geänderte Einstellungen und Verhaltensweisen der Mobilitätsnachfrager	38
	4.5 Rahmenbedingungen und Trends im Güterverkehr	47
	4.5.1 Bisherige Entwicklung und Prognosen für den Güterverkehr	47
	4.5.1.1 Güterverkehr allgemein	47
	4.5.1.2 Straßengüterverkehr	52
	4.5.1.3 Eisenbahngüterverkehr	54
	4.5.1.4 Binnenschifffahrt	55
	4.5.1.5 Personenwirtschaft- und Dienstleistungsverkehr	56
	4.5.2 Beitrag des Güterverkehrs zur Treibhausgasemission	57
	4.5.3 Ansätze hin zu einem umweltverträglichen (postfossilen) Güterverkehr	60
	4.5.4 Bestehende Problemfelder	62
	4.6 Elektromobilität und andere nicht-fossile Antriebe	63
	4.7 Erkenntnisse aus den Megatrends	67

	Seite
5 Forecast- oder Technikszenario (2030)	70
5.1 Demografie	71
5.2 Stadt-/Raumstruktur	72
5.3 CO ₂ -Emissionen	75
5.4 Übersicht	78
6 Technik-Szenario (2050)	79
6.1 Allgemeines	79
6.2 Technik-Szenario	79
7 Backcast- oder Verhaltensszenario	81
7.1 Demografie	81
7.2 Verkehr	81
7.3 Wirtschaft	82
7.4 Strategie des Strukturübergangs	83
7.4.1 Schritt 1: Demografie	85
7.4.2 Schritt 2: Verkehrsvermeidung	85
7.4.3 Schritt 3: Verkehrsverlagerung	86
7.4.4 Schritt 4: E-Mobilität	87
7.5 Reduktion der Verkehrsleistung	89
7.6 CO ₂ -Emissionen	90
8 Zusammenstellung ausgewählter Szenarioannahmen	93
8.1 Grundtypen der Szenarien	93
8.2 Szenarioannahmen	95
9 Vergleich der Szenarioergebnisse	96
9.1 Vergleich der Szenarioergebnisse bis 2030	96
9.2 Vergleich der Szenarioergebnisse bis 2050	98
9.3 Gemeinsamkeiten der Szenarien	99
10 Ausblick	105
11 Exkurs: Langfristige CO₂-Minderungskonzepte im Stadtverkehr	108
11.1 Tübingen 2030	108
11.2 Wuppertal 2050	108
11.3 München 2058	109
11.4 Bereits realisierte Beispiele	109
11.5 Erkenntnisse aus den klimaschutzorientierten Verkehrskonzepten auf kommunaler Ebene	111
12 Exkurs: Bau und Betrieb von Straßen	112
13 Exkurs: Telematik	118

Bildverzeichnis

Bild 1: Schemadarstellung der Entwicklung der Förderung von Öl aus einer Quelle und der Vorgehensweise bei der Abschätzung des globalen Fördermaximums durch Verknüpfung der Förderkurven aller bekannten Ölquellen	14
Bild 2: Bandbreite der Szenarien zum Fördermaximum von konventionellem Öl bis 2100	15
Bild 3: Entwicklung und Prognose der weltweiten Erdölförderung	16
Bild 4: Phasenübergang in der Preisbildung von Rohöl im Zeitraum im Zeitraum 2005 – 2011 gegenüber dem Zeitraum von 1998 – 2004	17
Bild 5: Darstellung der erwarteten Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2050 bei der Fortschreibung des Trends und der Reduktionsziele (weltweit, für die Entwicklungsländer und für die Industrieländer)	19
Bild 6: CO ₂ -Emissionen des deutschen Straßenverkehrs (1000 t)	22
Bild 7: Anteile der Verkehrsarten an den CO ₂ -Emissionen	23
Bild 8: Weltweiter Trend der CO ₂ -Emissionen im Verkehr: 1980 – 2030	24
Bild 9: Prognose der Entwicklung der Weltbevölkerung in Milliarden und Entwicklung der Motorisierung	25
Bild 10: Bevölkerungsentwicklung 1950 – 2060	32
Bild 11: 12. Koordinierte Bevölkerungsvorausrechnung, Altersstruktur	32
Bild 12: Prognose der Bevölkerungsentwicklung in Deutschland 2002 – 2020 und 2002 – 2050	33
Bild 13: Haushaltsgrößen, Eheschließungen und Ehescheidungen	35
Bild 14: Entwicklung und Entwicklungsprognose der Zahl der Privathaushalte, der Bevölkerung in Privathaushalten und der Anzahl der Personen pro Haushalt	36
Bild 15: Verkehrsleistung nach Verkehrsmittel und Altersklasse	38
Bild 16: Entwicklungsprognose für den PKW-Besitz junger Erwachsener in Deutschland .	40
Bild 17: Veränderung der Häufigkeit der Automobilmutzung bei 18 – 29-Jährigen 1999 und 2008	41
Bild 18: Entwicklung der Kraftstoff- und Verbraucherpreise im Vergleich zum Gehalt	43
Bild 19: Entwicklung der Preise im Personenverkehr (nur Kraft- und Schmierstoffe) im Vergleich zu den Lebenshaltungskosten	43
Bild 20: Prognosen der Ölfördermengen und des Ölpreises der IEA	44
Bild 21: Theoretische Anpassungsreaktionen der Haushalte bzw. Mobilität neu denken . .	45
Bild 22: Öffentliche Verschuldung von Bund, Ländern, Gemeinden und Gemeindeverbänden einschließlich Extrahaushalte 2010	46
Bild 23: Entwicklung der Güterverkehrsleistung (in Mrd. tkm)	48
Bild 24: Gütermenge nach Verkehrsträgern (in Mill. Tonnen)	48
Bild 25: Steigerung der mittleren Transportweite im Eisenbahn- und Straßengüterverkehr im Vergleich zur Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes (BIP) 1991 bis 2012 . .	49
Bild 26: Entwicklung der Energieeffizienz im Güterverkehr in Deutschland 1955 bis 2005 .	49
Bild 27: Prognose der Güterverkehrsleistung bis 2030	50
Bild 28: Verschiedene Szenarien und Prognosen für die Entwicklung der Güterverkehrsleistung	51
Bild 29: Prognostizierte Entwicklung der Güterverkehrsleistung (verschiedene Prognosen)	52
Bild 30: Transportleistung und Fahrleistung im Straßengüterverkehr 1960 – 2008	52
Bild 31: Straßengüterverkehrsleistung in Mrd. tkm und Verschiebung der Anteile der Relationen	53
Bild 32: Prognose des Lkw-Transitverkehrs (in Fahrzeuge pro Tag) für 2020	54
Bild 33: Verkehrsaufkommen im Schienengüterverkehr nach Gütergruppen	55
Bild 34: Entwicklung der Binnenschifffahrt 2006 – 2010	55
Bild 35: Anteil der Segmente im städtischen Wirtschaftsverkehr an der Fahrleistung	56

	Seite
Bild 36: Vergleich der CO ₂ -Emissionen der Güterverkehrsmittel	57
Bild 37: Prognose der Fahrleistung und CO ₂ -Emissionen des Straßengüterverkehrs (Quelle: Öko-Institut 2007)	58
Bild 38: Prognose der Fahrleistung und CO ₂ -Emissionen des Schienengüterverkehrs (Quelle: Öko-Institut 2007)	58
Bild 39: CO ₂ - und Luftschadstoffemissionen beim Transport auf drei ausgewählten Strecken bei durchschnittlichem Auslastungsgrad für da Jahr 2002	59
Bild 40: Trend der CO ₂ -Emissionen des Güterverkehrs	60
Bild 41: Entwicklung der politisch beabsichtigten Grenzwerte für CO ₂ -Emissionen bei Neuwagen in der EU	64
Bild 42: Versuch einer Prognose der Entwicklung der Elektromobilität vor dem Hintergrund plausibler Annahmen	65
Bild 43: Strategie des Strukturübergangs im Technik-Szenario	70
Bild 44: Entwicklung der Demografie, Szenario „Gereifter Fortschritt“	71
Bild 45: Zuzüge nach und Wegzüge von Frankfurt am Main	72
Bild 46: Prognose der Zahl von Elektrofahrzeugen bis 2030	74
Bild 47: Abnahme der CO ₂ -Emissionen für verschiedene Szenarien	77
Bild 48: Strategie des Strukturübergangs im Technik-Szenario (Personenverkehr)	80
Bild 49: Anzahl der Wege und Verkehrsleistung nach Wegezweck und Wegelänge (MIV) ..	82
Bild 50: Strategie des Strukturübergangs im Verhaltens-Szenario	83
Bild 51: Reduktion der CO ₂ -Emissionen im Backcast-Szenario	84
Bild 52: Veränderung des Modal Split (Personenkilometer) im Backcast-Szenario (2010 vs. 2050)	86
Bild 53: Entwicklung der Personenkilometer im Backcast-Szenario	89
Bild 54: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Backcast-Szenario	91
Bild 55: Vergleich der absoluten CO ₂ -Emissionen der Verkehrsszenarien für Deutschland (Personenverkehr)	98
Bild 56: Vergleich der CO ₂ -Emissionen pro Kopf der Verkehrsszenarien für Deutschland (Personenverkehr)	99
Bild 57: Modal Split in Stockholm (Anzahl der Wege)	109
Bild 58: Modal Split in Amsterdam (Anzahl der Wege)	110
Bild 59: Modal Split in Kopenhagen (Anzahl der Wege)	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wirkungen der Beiträge aus Megatrends auf den Klimaschutz	69
Tabelle 2:	Pkw-Flottenzusammenstellung 2008 und 2030	73
Tabelle 3:	Modal Split im Personenverkehr 2008 und 2030	75
Tabelle 4:	Modal Split im Güterverkehr 2008 und 2030	75
Tabelle 5:	CO ₂ -Reduktionen im Straßenverkehr für verschiedene Szenarien	76
Tabelle 6:	Annahmen und Werte im Forecast-Szenario	78
Tabelle 7:	Annahmen und Werte im Technik-Szenario	80
Tabelle 8:	Anteil der Wegelängen im motorisierten Individualverkehr (nach MiD 2002) ..	87
Tabelle 9:	CO ₂ -Emissionen pro Personenkilometer nach Verkehrsmittel im Backcast-Szenario	88
Tabelle 10:	Pkw-Flottenzusammensetzung im Backcast-Szenario	89
Tabelle 11:	Veränderung der Verkehrsleistung (Pkm) im Backcast-Szenario	90
Tabelle 12:	Personenkilometer pro Person (am Stichtag) im Backcast-Szenario	90
Tabelle 13:	Veränderung der CO ₂ -Emissionen im Backcast-Szenario	90
Tabelle 14:	Vergleich der Szenarioannahmen in Klimaschutz-Verkehrsszenarien für Deutschland 2030 (nur Personenverkehr)	94
Tabelle 15:	Vergleich der Szenarioergebnisse in Klimaschutz-Verkehrsszenarien für Deutschland 2030	97
Tabelle 16:	Vergleich der wesentlichen Szenarioeigenschaften	100
Tabelle 17:	Ökobilanzen für einen 1 km langen Autobahnabschnitt	113
Tabelle 18:	Einfluss der Fahrbahneigenschaften auf den Treibstoffverbrauch	114
Tabelle 19:	Treibhausgasemissionen verschiedener Längsneigungen auf Autobahnen (beide Fahrrichtungen kombiniert) im freien Verkehrsfluss	114
Tabelle 20:	Treibhausgasemissionen verschiedener Längsneigungen auf Autobahnen (beide Fahrrichtungen kombiniert) im Stop&Go	115



Forschungsgesellschaft
für Straßen- und Verkehrswesen

Geschäftsstelle

An Lyskirchen 14
50676 Köln
Telefon 0 221 9 35 83 0
Telefax 0 221 9 35 83 73
info@fgsv.de
www.fgsv.de

Herstellung und Vertrieb

FGSV Verlag
Wesseling Str. 17 · 50999 Köln
Telefon 0 22 36 38 46 30
Telefax 0 22 36 38 46 40
info@fgsv-verlag.de
www.fgsv-verlag.de