



Masterplan 100% Klimaschutz für die Hansestadt Rostock

Teil Verkehr

Auftraggeber

GICON Niederlassung Rostock

Bearbeiter



TU Dresden
Lehrstuhl für Verkehrsökologie
Prof. Dr.-Ing. Udo J. Becker

Dr.-Ing. Falk Richter

Stand

Dresden, den 11.09.2013



Inhaltsverzeichnis

1	Analyse der Emissionen in den Verkehrssektoren.....	4
1.1	Emissionsberechnung Personenverkehr.....	4
1.1.1	Straßenpersonenverkehr	4
1.1.2	Schienenpersonenverkehr	13
1.1.3	Luftpersonenverkehr.....	14
1.2	Emissionsberechnung Güterverkehr	15
1.2.1	Straßengüterverkehr.....	15
1.2.2	Schienengüterverkehr	15
1.2.3	Luftgüterverkehr	15
1.3	Darstellung der Gesamtemissionen.....	16
2	Trendszenario.....	18
2.1	Einführung	18
2.2	Emissionsprognose Personenverkehr.....	19
2.2.1	Straßenpersonenverkehr	19
2.2.2	Schienenpersonenverkehr	22
2.2.3	Luftpersonenverkehr.....	23
2.3	Emissionsprognose Güterverkehr	24
2.3.1	Straßengüterverkehr.....	24
2.3.2	Schienengüterverkehr	24
2.3.3	Luftgüterverkehr	24
2.4	Prognose der Gesamtemissionen	25
2.1	Eingrenzung der betrachteten Verkehrsarten	26
3	Szenario Ambitioniert.....	30
4	Szenario Zielerreichung	37
5	Zusammenfassung.....	41



Abkürzungen

BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
CO ₂	Kohlendioxid
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
Fzkm	Fahrzeugkilometer
g/km	Gramm pro Kilometer
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
KBA	Kraftfahrtbundesamt
KFZ	Kraftfahrzeug
Krad	Kraftrad
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkm	Personenkilometer
PKW	Personenkraftwagen
PROBAS	Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente
RFI	Radiative Forcing Index
SPNV	Schienengebundener Personennahverkehr
SPFV	Schienengebundener Personenfernverkehr
Strab	Straßenbahn
t	Tonnen
TREMOD	Transport Emission Model
TUD	Technische Universität Dresden
UBA	Umweltbundesamt



1 Analyse der Emissionen in den Verkehrssektoren

1.1 Emissionsberechnung Personenverkehr

In der vorliegenden Diskussionsgrundlage für „Empfehlungen zur kommunalen Bilanzierung von 100% Masterplankommunen“ empfiehlt das IFEU Heidelberg im Verkehrsbereich eine endenergiebasierte Territorialbilanz zu erstellen. Da die dafür notwendigen Verkehrsdaten durch den Auftraggeber nicht zur Verfügung gestellt werden konnten, wurde hier auf eine endenergiebasierte Verursacherbilanz zurückgegriffen, die so weit wie möglich spezifische Daten aus Rostock einbezieht, teilweise aber auch auf deutsche Mittelwerte zurückgreift.

1.1.1 Straßenpersonenverkehr

1.1.1.1 PKW

Bei der Ermittlung der Rostocker CO₂-PKW-Emissionen wurden die Emissionen im warmen Betriebszustand sowie die Kaltstartzuschläge berücksichtigt. Unter warmen Emissionen werden die Emissionen verstanden, die ein Fahrzeug im Betrieb mit warmem Motor verursacht. Sie sind im Wesentlichen abhängig von Fahrverhalten und Streckenlängsneigung sowie natürlich von der zurückgelegten Strecke. Neben den warmen Emissionen sind jedoch auch die Emissionen, die infolge des Mehrverbrauchs bei Start mit kaltem Motor – verursacht vor allem durch die erhöhte Reibung in Motor und Getriebe sowie durch ungünstigere Verbrennungsvorgänge – auftreten, in die CO₂-Bilanz einzubeziehen.

Die Berechnung der warmen Emissionen erfolgte in Anlehnung an die „Empfehlungen des Arbeitskreises „CO₂-Reduktionsstrategien im Klima-Bündnis“ zur Erstellung des kommunalen Klimaschutzberichtes“¹ nach der Formel:

$$\text{CO}_2\text{-Emissionen [t]} = \text{PKW-Anzahl} \cdot \text{Jahresfahrleistung [km]} \cdot \text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor [g/km]}$$

¹ Quelle: KLIMA-BÜNDNIS 2007: Empfehlungen des Arbeitskreises „CO₂-Reduktionsstrategien im Klima-Bündnis“ zur Erstellung des kommunalen Klimaschutzberichtes, www.klimabundnis.org



PKW-Bestand:

Die Anzahl der in Rostock zugelassenen PKW wurde für die Jahre 1990 bis 2012 aus der Datenbank <https://www-genesis.destatis.de> abgefragt. Angaben zum Dieselanteil der PKW wurden von den Mitarbeitern der Stadtverwaltung geliefert.

Jahresfahrleistung:

Die durchschnittliche deutsche PKW-Jahresfahrleistung wurde, getrennt nach Diesel- und Benzinantrieb, für die jeweiligen Bezugsjahre aus den vom BMVBS veröffentlichten Daten des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) entnommen². Die Plausibilität der Werte wurde mit Hilfe der Daten aus der Untersuchung „Mobilität in Deutschland 2008“³ überprüft.

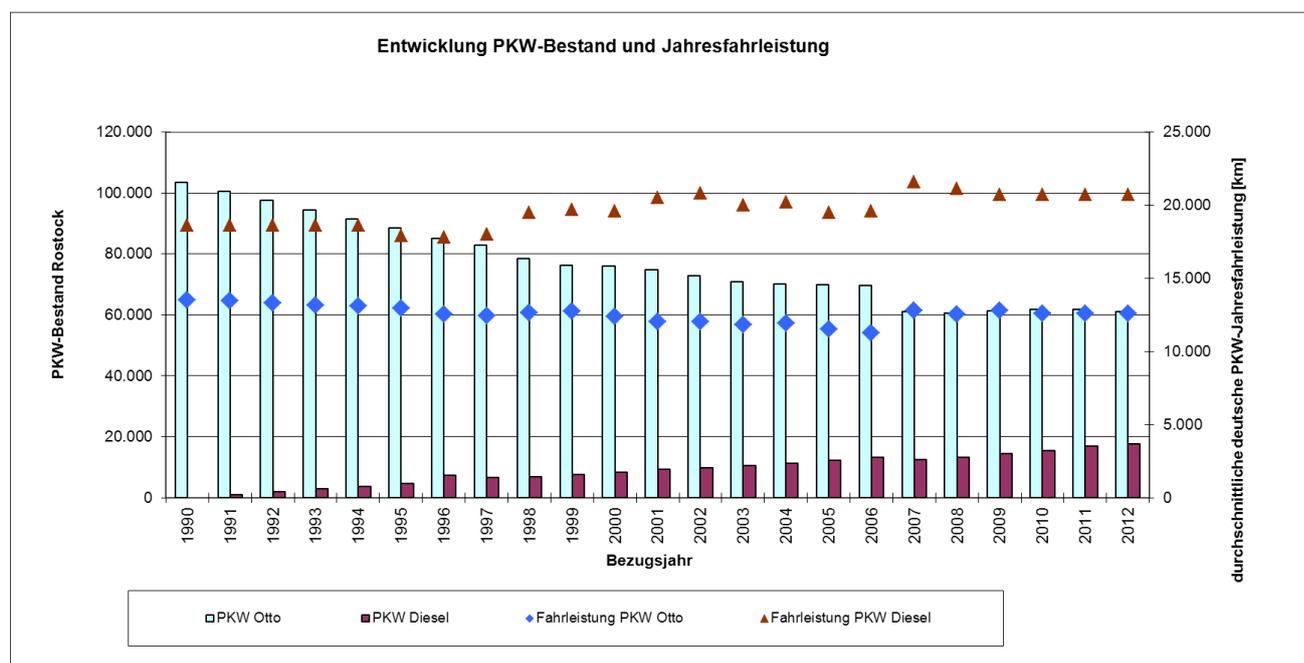


Abbildung 1: Entwicklung PKW-Bestand und Jahresfahrleistung

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Rostocker PKW-Bestandes sowie der durchschnittlichen deutschen PKW-Jahresfahrleistung im betrachteten Untersuchungszeitraum 1990-2012 getrennt nach benzin- und dieseltgetriebenen Fahrzeugen. Durch Multiplikation dieser beiden Eingangsgrößen wurde die Rostocker PKW-Fahrleistung berechnet. Dabei ist zu beachten, dass ab dem Jahre 2007 die vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge in der Bestandsstatistik nicht mehr mit ausgewiesen werden. Da es sich dabei um etwa 12% der ursprünglich erfassten KFZ handelt, entsteht in der Statistik ein Sprung der Bestandszahlen ab 2007. In den Jahresfahrleistungen des DIW ist dieser Sprung jedoch berücksichtigt, was daran zu erkennen ist, dass die jährlichen Fahrleistungen ab 2007 deutlich höher sind. In der Gesamtfahrleistung (Bestand x Jahresfahrleistung) tritt der Sprung deshalb nicht auf und wirkt sich auch auf die CO₂-Emissionen nicht aus.

² Quelle: BMVBS 2012: Verkehr in Zahlen 2012/2013, Berlin 2012

³ INFAS/DLR 2010, Mobilität in Deutschland 2008, im Auftrag des BMVBS, Bonn und Berlin, Februar 2010



CO₂-Emissionsfaktor:

Die CO₂-Emissionsfaktoren wurden dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 3.1, INFRAS AG Bern 2010 entnommen. Als Verkehrssituation wurde dazu ein – in HBEFA implementierter - durchschnittlicher deutscher Verkehrssituationsmix (alle Straßenkategorien) gewählt. Dieser Verkehrssituationsmix basiert auf der bundesdeutschen Fahrleistungsverteilung auf Außerorts- und Innerortsstraßen sowie auf Bundesautobahnen.

Durch Multiplikation der in Abbildung 1 dargestellten Fahrleistungen mit den Bestandszahlen und den Emissionsfaktoren aus Abbildung 2 wurden die warmen CO₂-Emissionen der PKW berechnet. Da in den Emissionsfaktoren des HBEFA die Vorketten-Emissionen aus der Treibstoffherstellung nicht enthalten sind, werden die berechneten Emissionen mit einem Vorketten-Faktor multipliziert. Die verwendeten Vorketten-Faktoren sind jahresabhängig, basieren auf den Daten des TREMOD und berücksichtigen den zunehmenden Anteil des Biokraftstoffes mit seinen negativen Vorkettenwerten.

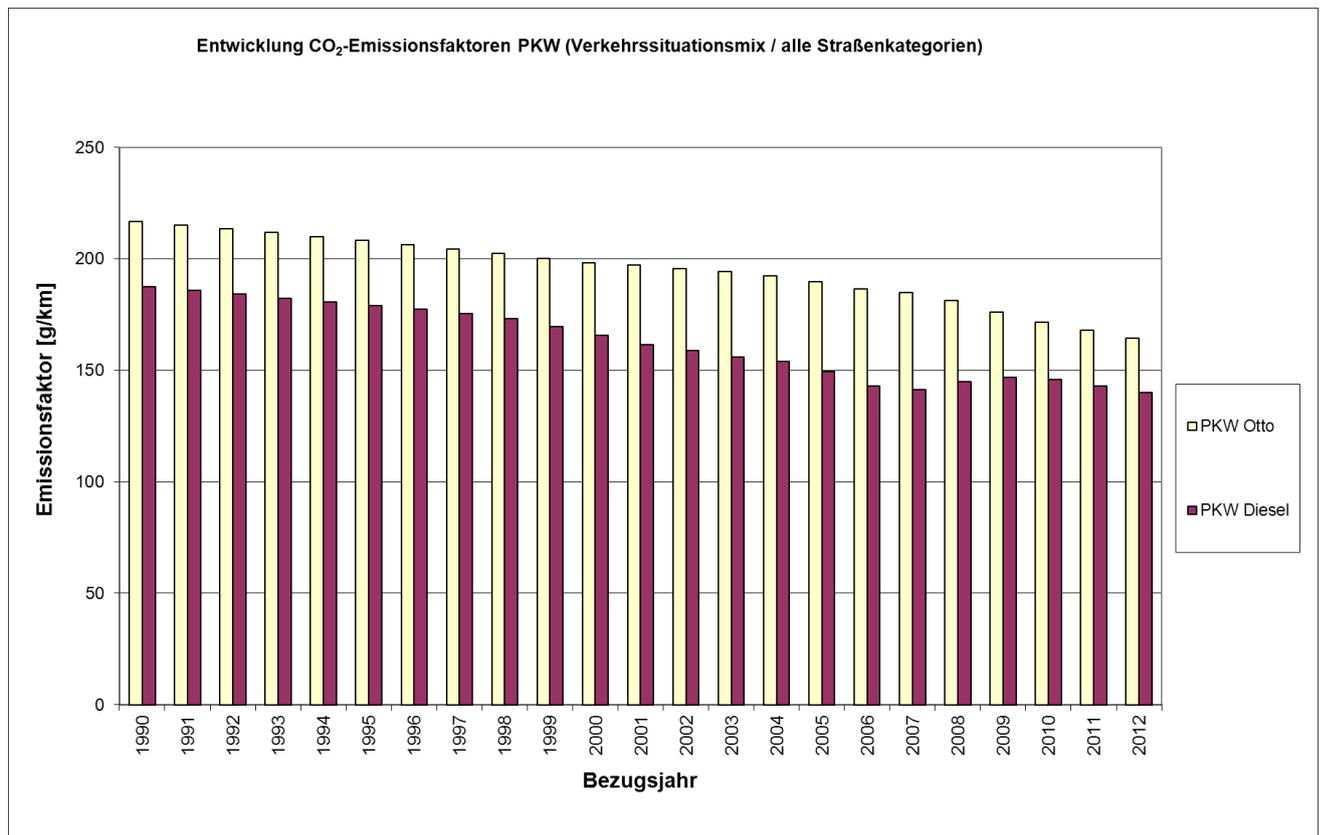


Abbildung 2: Entwicklung CO₂-Emissionsfaktoren PKW (Verkehrssituationsmix / alle Straßenkategorien)



Kaltstartemissionen:

Die Kaltstartemissionen werden prinzipiell durch Multiplikation der HBEFA-Kaltstartemissionsfaktoren (in [g/Start]) mit der Anzahl der Startvorgänge berechnet und somit als Zuschlag zu den warmen Emissionen jeder Fahrt addiert. Die Höhe des Kaltstartzuschlages ist dabei im Wesentlichen von der jeweiligen Fahrtweite, dem Fahrverhalten sowie der Motor- und der Umgebungstemperatur abhängig.

In der Berechnung wurde zur Berücksichtigung des Einflusses der Motor- und der Umgebungstemperatur die mittlere deutsche Standzeitenverteilung bzw. die mittlere deutsche Umgebungstemperatur aus HBEFA angenommen. Die Fahrtweite bis zum Erreichen der Motorbetriebstemperatur beträgt nach HBEFA 5 km. Die Höhe der Kaltstartemissionen nimmt vom Start bis zum Erreichen der Motorbetriebstemperatur exponentiell ab. So entstehen ca. 80% der CO₂-Kaltstartemissionen der PKW auf den ersten beiden Kilometern, auf dem fünften Kilometer hingegen nur noch ca. 3%. Dementsprechend liegen in HBEFA Emissionsfaktoren für jeden der fünf Kaltstartkilometer vor.

Bei der Wahl der Emissionsfaktoren wurde als Fahrverhalten ein spezieller Kaltstart-Fahrmustermix aus HBEFA verwendet, der das Fahrverhalten im Innerortsbereich abbildet.

Abbildung 3 und Tabelle 1 zeigen die Entwicklung der Rostocker PKW-CO₂-Emissionen als Summe der warmen Emissionen – getrennt nach Diesel- und Otto-Motoren - und der Kaltstartemissionen sowie dem Vorkettenanteil. Danach sinken die Emissionen im betrachteten Untersuchungszeitraum um 40%, was durch den starken Rückgang der PKW-Zahlen und sinkende Emissionsfaktoren bedingt ist.

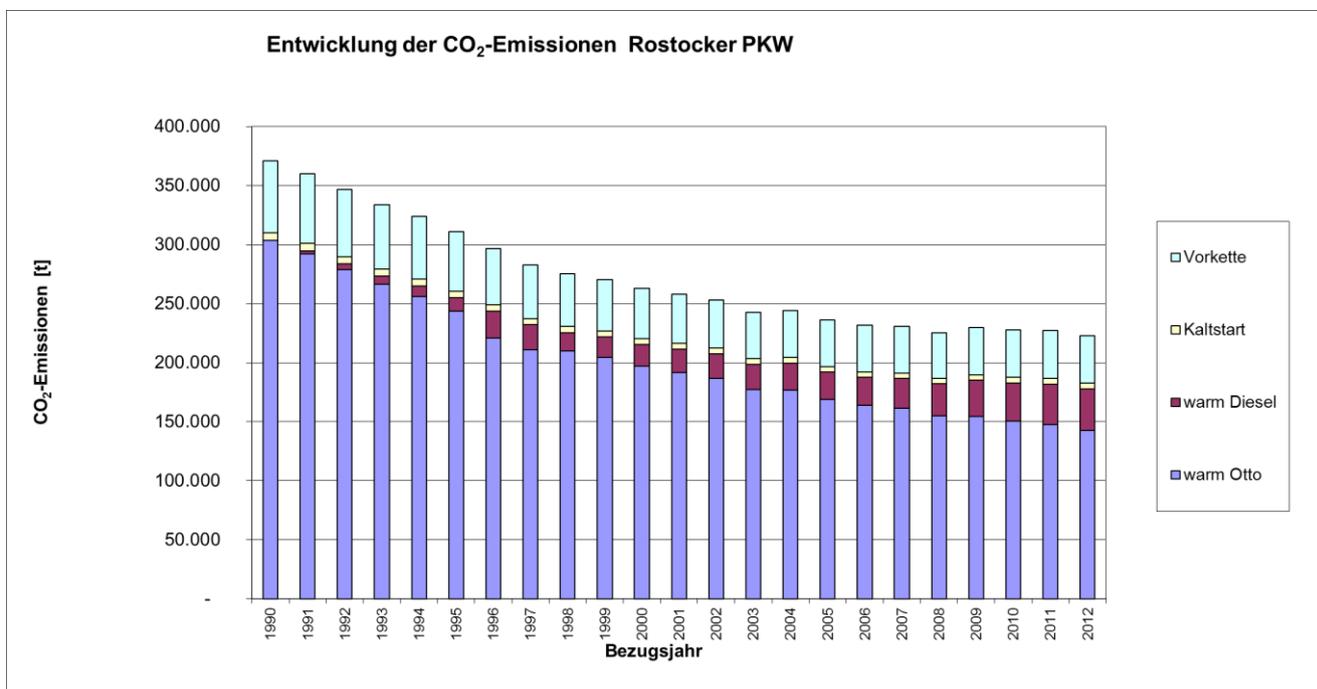


Abbildung 3: Entwicklung der CO₂-Emissionen Rostocker PKW



		1990	1995	2000	2005	2010	2012
Anzahl Pkw in Rostock ⁴		103.576	93.286	84.315	82.312	77.309	78.833
Anteil PKW Otto in DD	%	100%	95%	90%	85%	80%	78,5%
Anteil PKW Diesel in DD	%	0%	5%	10%	15%	20%	21,5%
PKW Otto in DD		103.576	88.622	75.884	69.965	61.847	61.150
PKW Diesel in DD		0	4.664	8.432	12.347	15.462	17.683
PKW Otto	Mio.km/a	1.398	1.170	994	889	878	868
PKW Diesel	Mio.km/a	0	62	110	157	220	251
PKW (DD)	Mio.km/a	1.398	1.231	1.105	1.045	1.098	1.119
CO ₂ -Emissionsfaktor Otto	g/km	216,89	208,36	198,16	189,73	171,60	164,40
CO ₂ -Emissionsfaktor Diesel	g/km	187,61	178,98	165,75	149,62	145,98	140,14
CO ₂ -Emissionsfaktor mittel	g/km	210,61	202,67	191,41	176,13	160,86	153,30
CO ₂ -Emission Otto	t/a	303.273	243.738	196.990	168.588	150.700	142.751
CO ₂ -Emission Diesel	t/a	-	11.020	18.308	23.462	32.050	35.190
CO ₂ -Emission gesamt	t/a	303.273	254.757	215.298	192.050	182.750	177.941
Vorkette	t/a	59.795	49.556	41.429	38.255	39.051	39.072
CO ₂ -Emission Kaltstart	t/a	7.707	6.787	6.112	5.658	5.860	5.864
CO₂-Emission incl. Vorkette	t/Jahr	370.775	311.100	262.839	235.963	227.661	222.877

 Tabelle 1: Berechnung der CO₂-Emissionen des PKW-Verkehrs der Rostocker

⁴ Quelle: <https://www-genesis.destatis.de>, Kraftfahrzeugbestand nach Kraftfahrzeugarten, Abruf 19.02.2013



1.1.1.2 Krafträder

Bei der Ermittlung der Rostocker CO₂-Emissionen durch Krafträder wurden lediglich die Emissionen im warmen Betriebszustand berücksichtigt. Die Kaltstartemissionen wurden auf Grund mangelnder Datenlage nicht berücksichtigt. Durch die relativ geringe mengenmäßige Relevanz der Kraftrademissionen in der Gesamt-CO₂-Bilanz Rostocks ist der damit verbundene Fehler unerheblich. Analog der Berechnung der warmen PKW-Emissionen erfolgt die Emissionsberechnung der Krafträder nach der Formel:

$$CO_2\text{-Emissionen [t]} = \text{Krad-Anzahl} \cdot \text{Jahresfahrleistung [km]} \cdot CO_2\text{-Emissionsfaktor [g/km]}$$

Der Rostocker Kraftrad-Bestand wurde für die Jahre 1990 bis 2012 aus der Online-Datenbank <https://www-genesis.destatis.de> abgefragt. Auffällig ist ein starker Rückgang der Kradzahlen vom Maximalwert im Jahre 1990 auf einen Minimalwert 1995 (-77%). Bis zum Jahr 2000 sind die Kradzahlen dann wieder leicht gestiegen und verharren seitdem mit leichten Schwankungen auf ähnlichem Niveau.

Die durchschnittliche deutsche Kraftrad-Jahresfahrleistung wurde für die jeweiligen Bezugsjahre aus den Veröffentlichungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) entnommen⁵.

Die Emissionsberechnung erfolgte - analog der PKW-Berechnungsmethodik - unter Verwendung der HBEFA-Emissionsfaktoren für den durchschnittlichen deutschen Verkehrssituationsmix (alle Straßenkategorien).

Abbildung 4 zeigt die Kraftrad-Fahrleistungen, die sich aus den Bestandsdaten und den durchschnittlichen Jahresfahrleistungen ergeben, sowie die HBEFA-Emissionsfaktoren für die verschiedenen Bezugsjahre. Durch Multiplikation von Fahrleistungen und Emissionsfaktoren werden die warmen Rostocker Kraftrademissionen berechnet. Der Faktor zur Berücksichtigung der Vorkette wurde analog der PKW-Emissionsberechnung angenommen. Die Entwicklung der CO₂-Gesamtemissionen durch Rostocker Krafträder ist in Tabelle 2 und Abbildung 5 dargestellt.

⁵ Quelle: BMVBS 2012: Verkehr in Zahlen 2012/2013, Berlin 2012

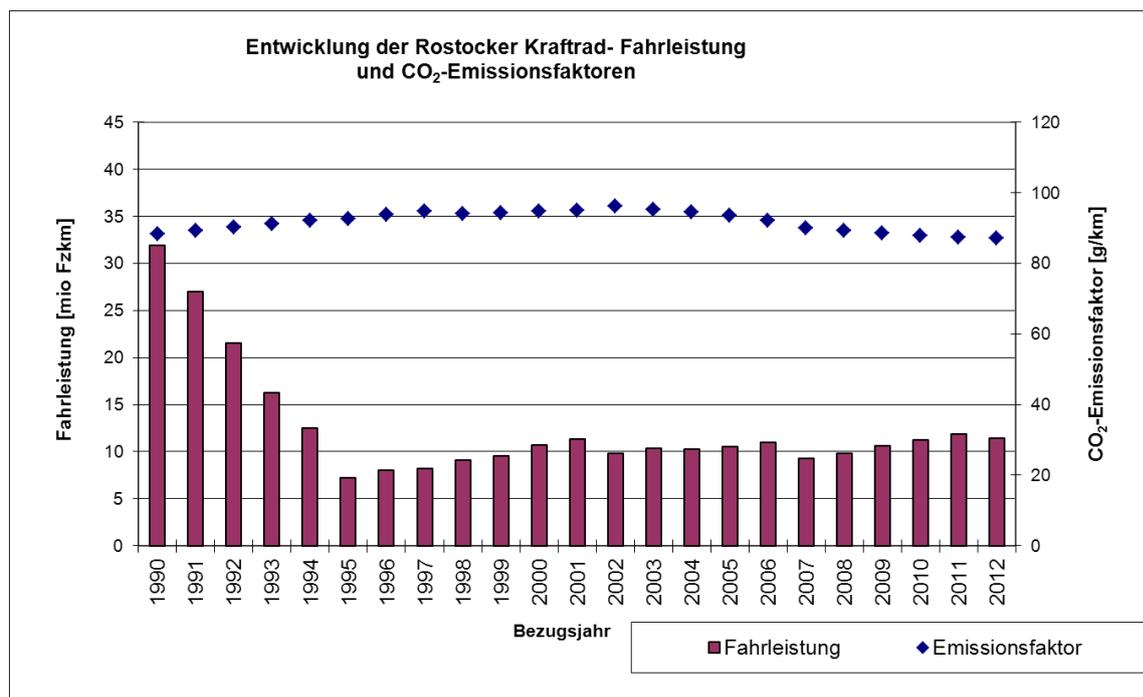


Abbildung 4: Entwicklung der Rostocker Kraffrad-Fahrleistung und CO₂-Emissionsfaktoren

		1990	1995	2000	2005	2010	2012
Anzahl Krad in HRO	Anzahl	7.790	1.765	2.756	3.196	3.764	3.799
spezifische Fahrleistung ⁶	km/Krad*a	4.100	4.100	3.900	3.300	3.000	3.000
Fahrleistung	Mio.km/a	31,94	7,24	10,75	10,55	11,29	11,40
CO ₂ -Emissionsfaktor	g/km	94,24	92,54	94,81	93,56	87,84	87,13
CO ₂ -Emission	t/a	2.946	670	1.019	987	992	993
Vorkette	t/a	581	132	201	200	220	227
CO₂-Emission incl. Vorkette	t/Jahr	3.527	802	1.220	1.187	1.212	1.220

Tabelle 2: Berechnung der CO₂-Emissionen des Krad-Verkehrs der Rostocker

⁶ Quelle: BMVBS 2012: Verkehr in Zahlen 2012/2013, Berlin 2012

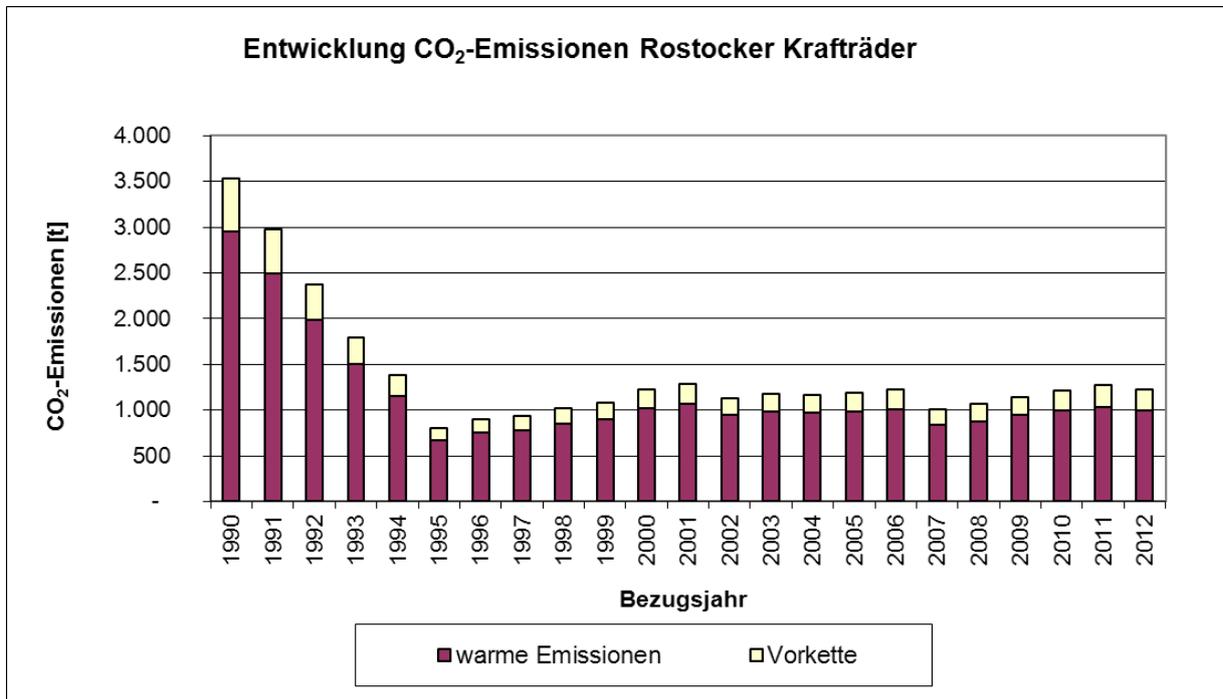


Abbildung 5: Entwicklung CO₂-Emissionen Rostocker Krafträder



1.1.1.3 Busse

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem Busverkehr der Rostocker mussten sinnvolle und pragmatische Abgrenzungen angenommen werden. Um die aus den Inländerfahrleistungen des Busverkehrs der Rostocker resultierenden CO₂-Emissionen exakt berechnen zu können, benötigt man Daten, welche Strecken die Rostocker in welchen Bussen mit welchen Fahrmustern irgendwo auf der Welt zurücklegen. Da diese Daten nicht vorliegen, wurden hier folgende Abgrenzungen angenommen:

Berechnet werden die CO₂-Emissionen aus dem Busverkehr der RSAG.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass für die Leistungen und Verbräuche der RSAG belastbare Zahlen als Zahlenreihen vorliegen und die Stadt Rostock die CO₂-Emissionen der RSAG über Maßnahmen eher beeinflussen kann, als die Emissionen anderer Busunternehmen.

In Abbildung 6 sind die CO₂-Emissionen aus dem Busverkehr der RSAG dargestellt. Diese sanken von 1990 bis 2012 um 29%, was durch sinkende Fahrleistungen bei leicht sinkenden Verbräuchen bedingt ist.

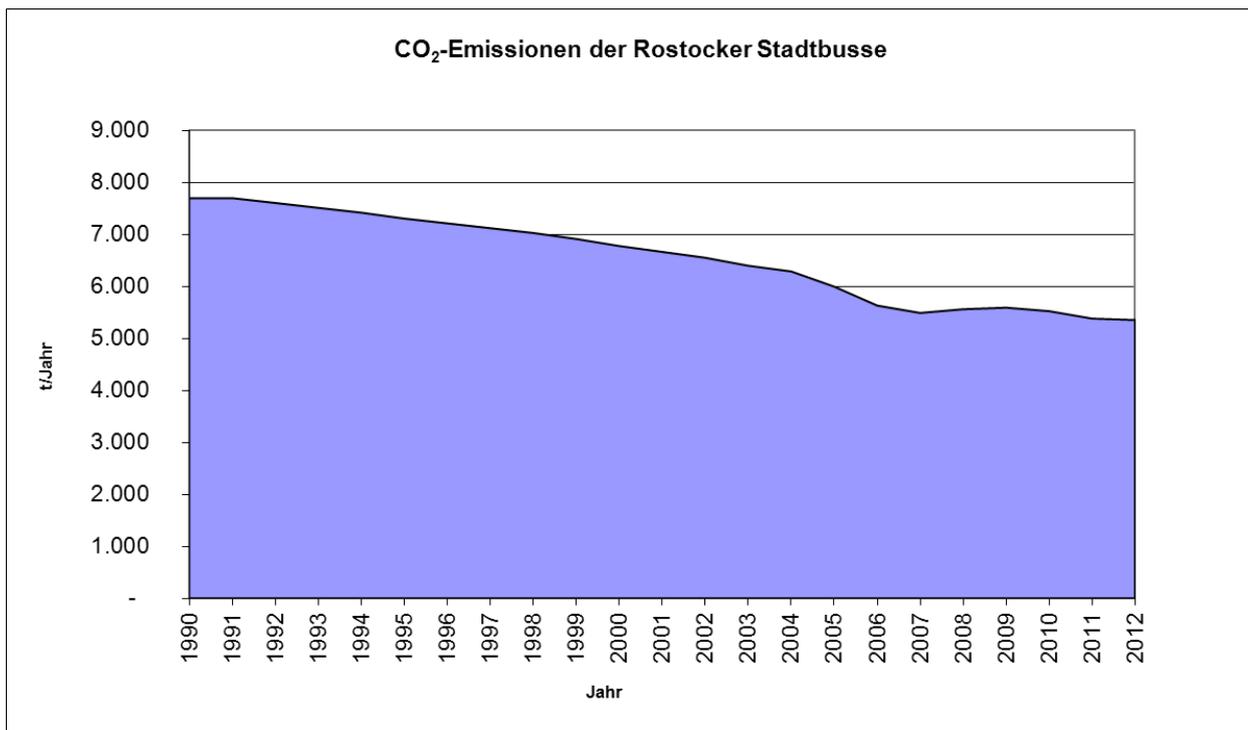


Abbildung 6: CO₂-Emissionen der Rostocker Stadtbusse



1.1.2 Schienenpersonenverkehr

1.1.2.1 Straßenbahn

Auch für die Straßenbahn wurde vom Inländerkonzept abgewichen und stattdessen wurden die CO₂-Emissionen aus dem Straßenbahnverkehr der RSAG berechnet.

Der Energieverbrauch der RSAG für den Straßenbahnverkehr entwickelte sich von 9,17 GWh im Jahre 1990 auf 12,5 GWh im Jahre 2011. Da die Straßenbahn seit 2011 mit reinem Ökostrom betrieben wird, wurden deren CO₂-Emissionen ab 2011 auf Null gesetzt. Die entsprechende Entwicklung der CO₂-Emissionen ist in Tabelle 3 dargestellt.

1.1.2.2 Schienenpersonennahverkehr (S-Bahn, Regionalverkehr)

Aufgrund der Datenlage und der Abgrenzungsprobleme wurden die den Rostockern zuzurechnenden CO₂-Emissionen aus dem SPNV über deutschlandweite Mittelwerte, basierend auf den Daten aus BMVBS 2012⁷ berechnet. Die entsprechende Entwicklung der CO₂-Emissionen ist in Tabelle 3 dargestellt.

1.1.2.3 Schienenpersonenfernverkehr

Aufgrund der Datenlage und der Abgrenzungsprobleme wurden die den Rostockern zuzurechnenden CO₂-Emissionen aus dem SPFV über deutschlandweite Mittelwerte, basierend auf den Daten aus BMVBS 2012 berechnet. Die entsprechende Entwicklung der CO₂-Emissionen ist in Tabelle 3 dargestellt.

		1990	1995	2000	2005	2010	2012
Straßenbahn	t/a	6.813	6.777	6.646	6.993	6.931	0
SPNV	t/a	5.586	7.430	7.353	8.028	8.749	8.407
SPFV	t/a	5.451	5.249	4.592	4.236	3.960	3.953
Gesamt	t/a	17.850	19.457	18.591	19.256	19.640	12.360

Tabelle 3: CO₂-Emissionen des Schienenpersonenverkehrs der Rostocker

⁷ Quelle: BMVBS 2012: Verkehr in Zahlen 2012/2013, Berlin 2012



1.1.3 Luftpersonenverkehr

Die den Rostockern zuzurechnenden CO₂-Emissionen aus dem Luftpersonenverkehr wurden über deutsche Mittelwerte auf der Grundlage von BMVBS 2012 und PROBAS 2012 berechnet.

Wenn Treibstoff in großer Höhe verbrannt wird, ist die klimaschädliche Wirkung höher als am Boden, da dort auch andere Verbrennungsprodukte, vor allem Wasserdampf und Stickoxide, eine Erwärmungswirkung haben. Aus diesem Grund wurde u. a. der Radiative Forcing Index (RFI) eingeführt, der den Treibhauseffekt der ausgestoßenen Gase in die Menge CO₂ umrechnet, welche die gleiche Erwärmungswirkung hätte. Der RFI ist ein Faktor, der mit den direkten CO₂ – Emissionen multipliziert wird, um als Ergebnis einen Wert in CO₂ –Äquivalenteinheiten zu bekommen. Der RFI wurde für die Berechnungen mit 2,7 angenommen.

In Abbildung 7 ist zu erkennen, dass sich die CO₂-Emissionen des Luftverkehrs in Deutschland und damit auch die den Rostockern zuzuordnenden CO₂-Emissionen seit 1990 sehr dynamisch entwickelt haben. Im Gegensatz zu den Emissionen aus dem Bodenverkehr, die in den vergangenen Jahren eine stabile bis leicht sinkende Tendenz aufwiesen, stiegen die Emissionen im Luftverkehr aufgrund des starken Verkehrswachstums stark an. So ist die getankte Menge Kerosin nach Überstehen der Krise vom 11. September 2001 um 5-8% pro Jahr angestiegen. Dies entspricht einer Verdoppelung der CO₂-Emissionen in zehn Jahren.

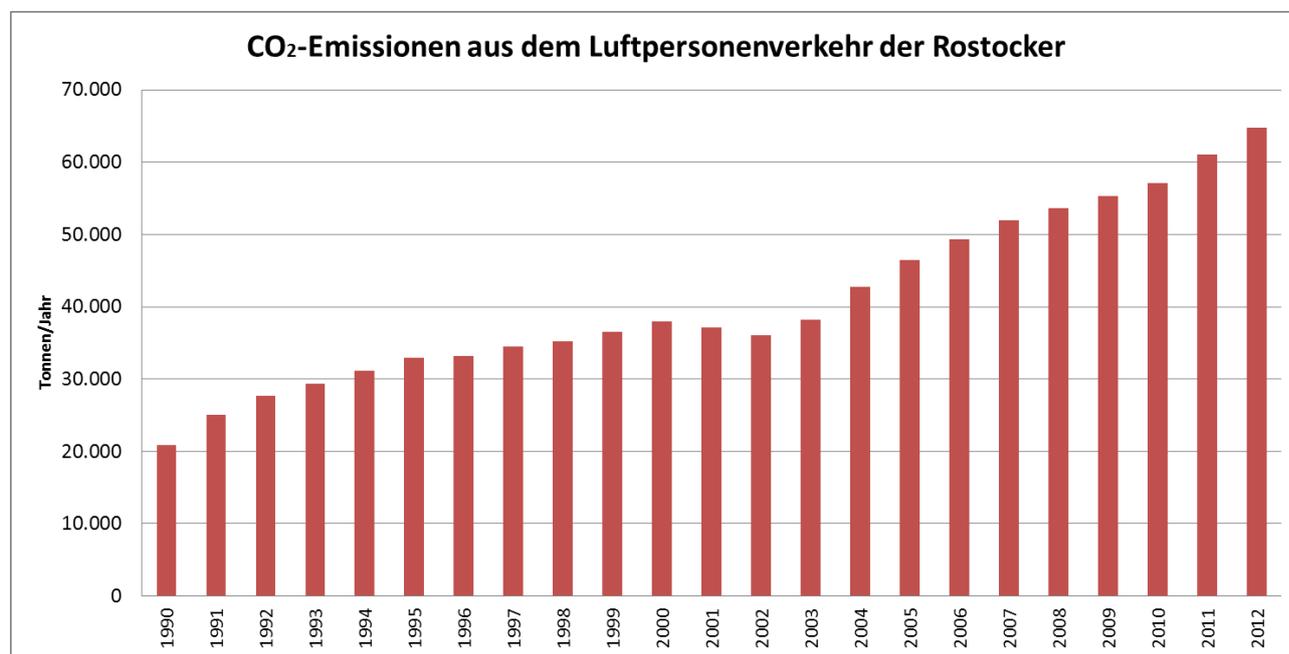


Abbildung 7: CO₂-Emissionen aus dem Luftpersonenverkehr der Rostocker



1.2 Emissionsberechnung Güterverkehr

1.2.1 Straßengüterverkehr

Bei der Berechnung der Emissionen des Straßengüterverkehrs ist es nicht sinnvoll, die Methodik des Straßenpersonenverkehrs über Zulassungszahlen und Jahresfahrleistung zu übernehmen. Die Zulassungsorte der LKW sind eher vom Firmensitz der Speditionen abhängig und weniger vom Ort der Erbringung der Fahrleistungen. Die Berechnung des Rostocker Anteils an den deutschen Inländer-Gesamtemissionen des Straßengüterverkehrs erfolgte deshalb über den Anteil Rostocks an der deutschen Gesamtbevölkerung.

Die gesamten CO₂-Emissionen des deutschen Straßengüterverkehrs lassen sich aus den in BMVBS 2012 angegebenen Kraftstoffverbräuchen des deutschen Straßengüterverkehrs ermitteln. Die CO₂-Emissionen des Straßengüterverkehrs in Deutschland sind seit 1990 um 41% gestiegen. Da der Anteil Rostocks an der deutschen Bevölkerung jedoch im gleichen Zeitraum gesunken ist, steigen die Rostock zuzurechnenden Emissionen nur um knapp 20%.

1.2.2 Schienengüterverkehr

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen des Schienengüterverkehrs wurde auf die von BMVBS 2012 angegebenen Verkehrsleistungen des Schienengüterverkehrs in Deutschland zurückgegriffen. Es handelt sich dabei um die Güterverkehrsleistung der Eisenbahnen in Deutschland. Über einen Emissionsfaktor für den deutschen Schienengüterverkehrsmix (ProBas 2012) wurden die entsprechenden CO₂-Emissionen des Schienengüterverkehrs berechnet. Diese wurden wie beim Straßengüterverkehr in Abhängigkeit von den Einwohnerzahlen auf Rostock heruntergerechnet.

Die Emissionen des Schienengüterverkehrs nehmen von 1990 bis 2012 aufgrund steigender Verkehrsleistungen um 37% zu.

1.2.3 Luftgüterverkehr

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen des Luftgüterverkehrs wurde auf die vom IFEU 2010 in TREMOD verwendeten Daten für Luftgüterverkehr in Deutschland nach dem Standortprinzip zurückgegriffen. Auch die Emissionsfaktoren für den deutschen Luftgüterverkehr wurden dieser Quelle entnommen. Wie im Personenluftverkehr wurde auch hier mit einem RFI von 2,7 gerechnet. Die so berechneten Emissionen für Deutschland wurden wie beim Straßengüterverkehr in Abhängigkeit von den Einwohnerzahlen auf Rostock zurückgerechnet.

Die Emissionen des Luftgüterverkehrs steigen im betrachteten Zeitraum aufgrund stark steigender Verkehrsleistungen auf 280%.



1.3 Darstellung der Gesamtemissionen

In Tabelle 4 werden die CO₂-Emissionen aller betrachteten Verkehrsträger zusammengeführt. Im Diagramm in Abbildung 8 ist die Größenordnung der Beiträge der einzelnen Verkehrsträger zu den CO₂-Emissionen des Verkehrs deutlich zu erkennen.

Bezüglich 1990 haben sich die gesamten CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker um 16% verringert. Da im gleichen Zeitraum die Bevölkerungszahlen um 18% zurückgingen, kann man von etwa gleichbleibenden verkehrlichen CO₂-Emissionen pro Kopf ausgehen.

Der MIV ist mit ca. 49% der CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker für die Hälfte der Emissionen verantwortlich. Der zweitgrößte Emittent ist der Straßengüterverkehr mit 30% der CO₂-Emissionen im Jahr 2012. Der Luftverkehr ist 2012 für ca. 14% der CO₂-Emissionen der Rostocker verantwortlich und hat eine stark steigende Tendenz. Der Öffentliche Verkehr spielt mit einem Anteil von ca. 4% der Emissionen nur eine untergeordnete Rolle.

		1990	1995	2000	2005	2010	2012
PKW	t/Jahr	370.775	311.100	262.839	235.963	227.661	222.877
Krafträder	t/Jahr	3.527	802	1.220	1.187	1.212	1.220
Bus	t/Jahr	9.216	8.746	8.114	7.214	6.750	6.579
Straßenbahn	t/Jahr	6.813	6.777	6.646	6.993	6.931	-
SPNV	t/Jahr	5.586	7.430	7.353	8.028	8.749	8.407
SPFV	t/Jahr	5.451	5.249	4.592	4.236	3.960	3.953
Straßengüterverkehr	t/Jahr	115.942	129.926	131.462	124.370	135.454	138.044
Schienengüterverkehr	t/Jahr	5.276	5.372	5.523	6.319	7.035	7.240
Luftverkehr	t/Jahr	20.895	32.993	37.994	46.419	57.058	64.758
Luftgüterverkehr	t/Jahr	1.960	2.083	2.667	3.628	5090	5.490
Gesamt	t/Jahr	545.441	510.478	468.411	444.356	459.902	458.569

Tabelle 4: CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker

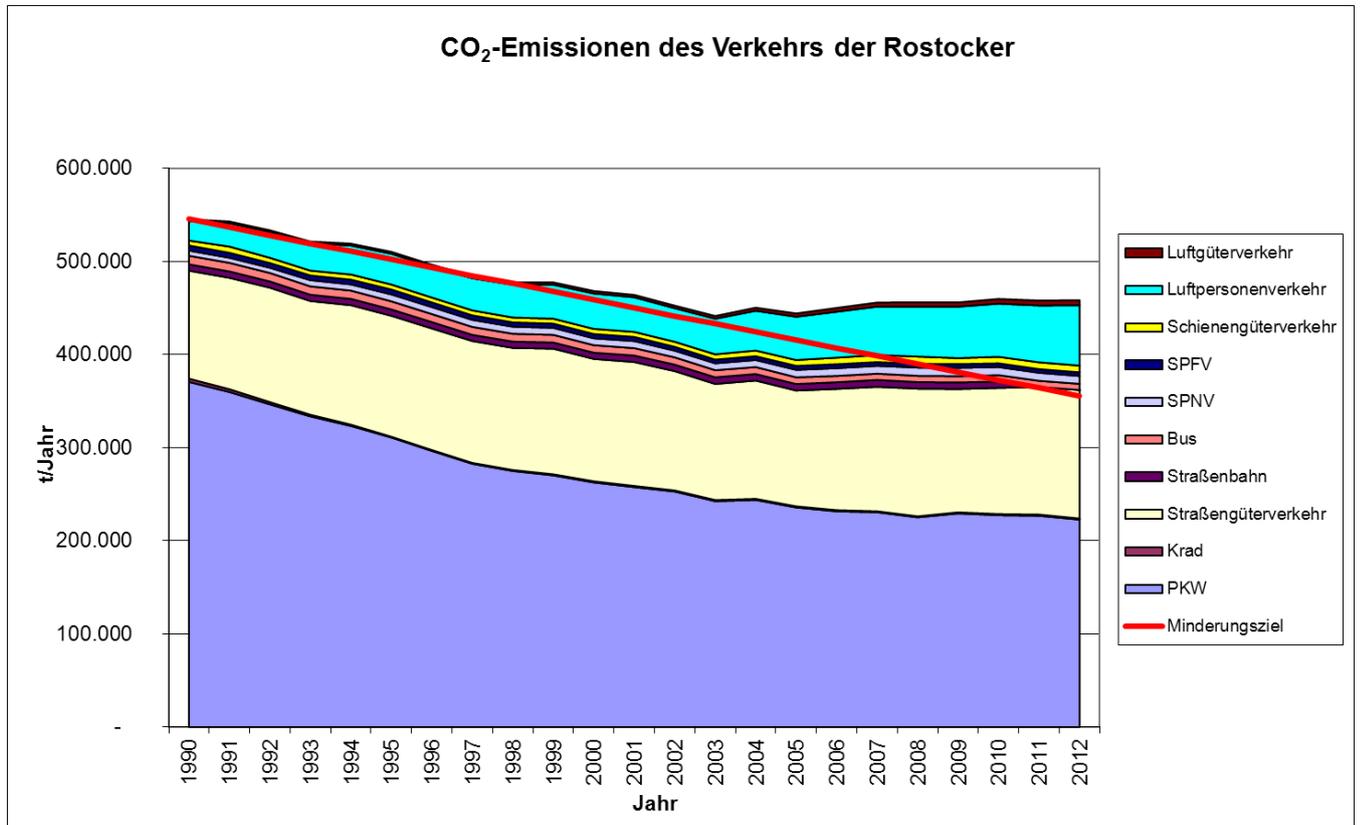


Abbildung 8: CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker



2 Trendszenario

2.1 Einführung

Um die zukünftige Entwicklung der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich abzuschätzen und um ggf. Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen abzuleiten, muss die beschriebene Entwicklung in die Zukunft fortgeschrieben werden. Dafür wird zuerst ein Trendszenario entwickelt, welches die wahrscheinliche Emissionsentwicklung für Rostock ohne zusätzliche Maßnahmen beschreibt. In weiteren Arbeitsschritten werden dann zwei Maßnahmenszenarien entwickelt.

Da die vorliegenden Verkehrsprognosen und Emissionsprognosen nur bis zum Prognosehorizont 2030 reichen, mussten für die Entwicklung von 2030 bis 2050 jeweils eigene Annahmen getroffen werden.

Als hauptsächliche Quellen für die hier zu untersuchende Aufgabenstellung sind zu nennen:

Prognose zur Entwicklung des Verkehrs:

ITP, BVU 2007

Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des BMVBS (FE-Nr. 96.0857/2005), München/Freiburg 2007

TU DRESDEN 2009

Mobilität in Städten-SrV 2008, Datensatz Rostock, TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung, 2009

TIEF- UND HAFENBAUAMT ROSTOCK 2013

Daten der Dauerzählstellen in Rostock, interne Mitteilung, Rostock April 2013

Prognose zur Emissionsentwicklung:

IFEU 2012

Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO, Version 5.3) für die Emissionsberichtserstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011) im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg 2012

INFRAS AG 2010

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, INFRAS AG Bern 2010



2.2 Emissionsprognose Personenverkehr

2.2.1 Straßenpersonenverkehr

2.2.1.1 PKW

Die Prognosen des BMVBS (ITP, BVU 2007) zur weiteren Entwicklung der Fahrleistungen im PKW-Verkehr gehen von stetig wachsenden Fahrleistungen aus. Dies ist umstritten. Die gegenwärtigen Entwicklungen bestätigen diese Tendenz nicht mehr, weshalb eine Überarbeitung der veralteten Prognosen gefordert wird.

Für Rostock gehen wir im Trendszenario von einer Stagnation der spezifischen PKW-Fahrleistungen und einer Stagnation der Motorisierungsrate aus. Grundlage dieser Annahme sind:

- die PKW-Motorisierungsrate in Rostock stagniert seit vielen Jahren
- die spezifischen Pkw-Fahrleistungen werden bundesweit als stagnierend abgeschätzt (BMVBS 2012)
- die Entwicklung des DTV an den Dauerzählstellen im Stadtgebiet Rostock (siehe Abbildung 10)
- die Entwicklung des Modal Split laut SrV (siehe Abbildung 9)

Weiterhin gehen wir im Trendszenario davon aus, dass der ÖV und der Radverkehr im gleichen Maße wie bisher gefördert werden und kein extensiver Ausbau des Straßennetzes erfolgt. Nur bereits bestehende bzw. beschlossene Vorhaben werden umgesetzt.

Die Entwicklung der Fahrzeugflotte und der Emissionsfaktoren für kalte und warme Fahrt bis 2030 wurde aus HBEFA 3.1 übernommen. Für die Jahre 2030 bis 2050 wurde der Trend der Entwicklung der Emissionsfaktoren von 2025 bis 2030 geradlinig fortgeschrieben.

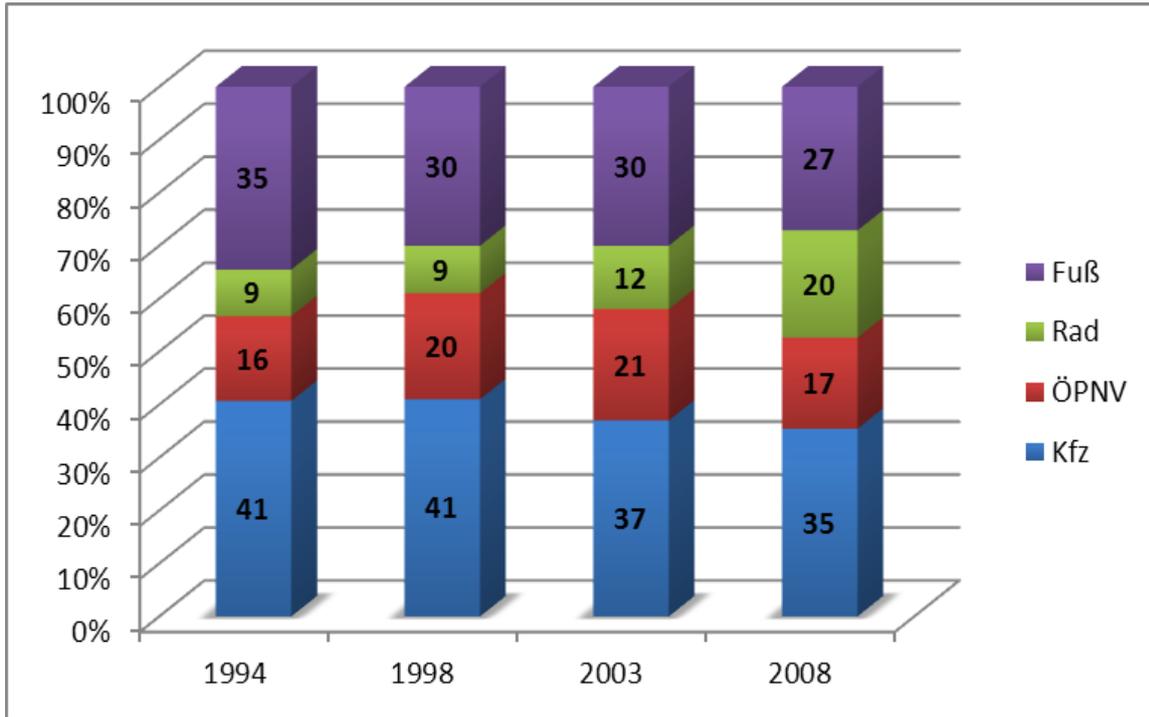


Abbildung 9: Entwicklung des Modal Split (Wegeanteile) in Rostock

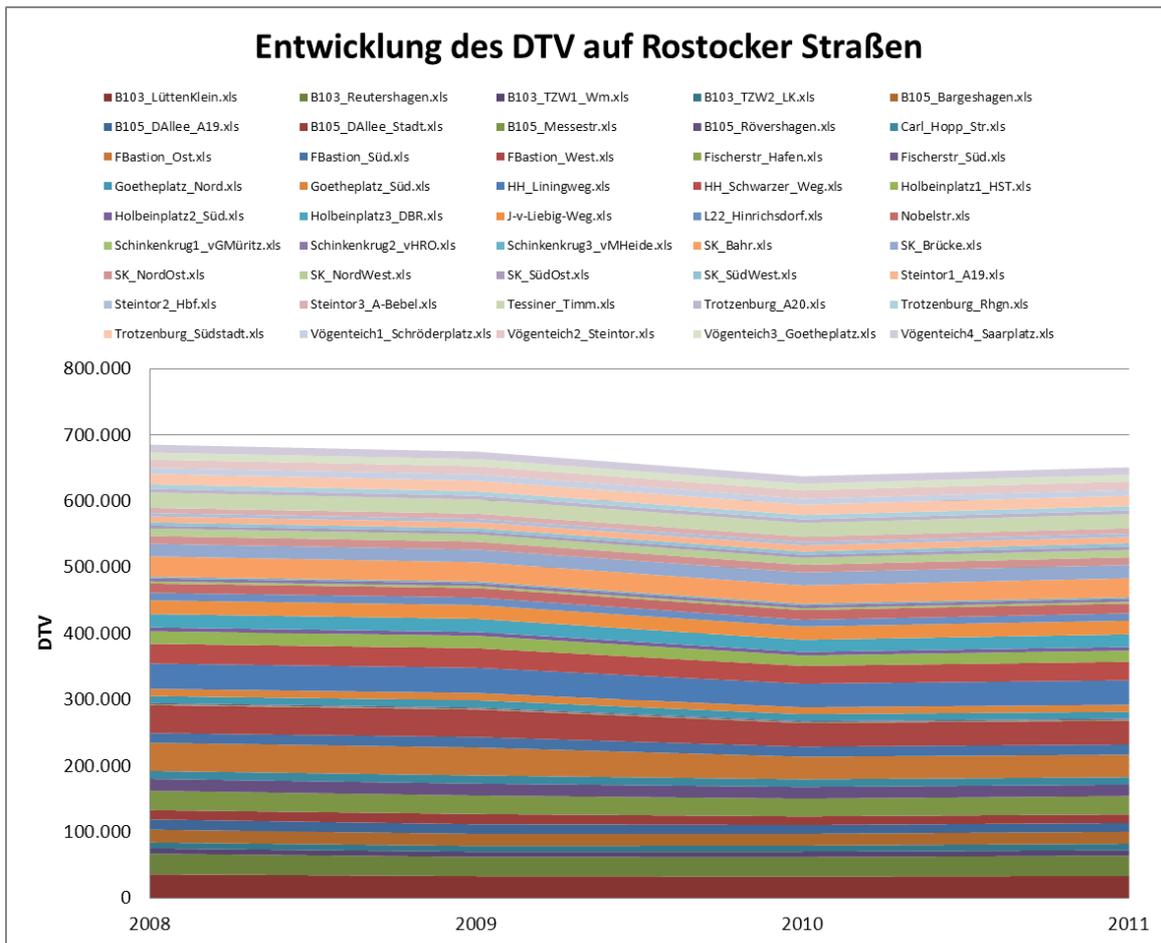


Abbildung 10: Entwicklung des DTV an Dauerzählstellen in Rostock



Unter diesen Annahmen würde die Fahrleistung der PKW der Rostocker von 2012 bis 2050 auf Grund der Bevölkerungsentwicklung um 10% abnehmen. Aufgrund der im gleichen Zeitraum durch die Entwicklung der Technik abnehmenden Emissionsfaktoren ist von um 53% sinkenden Gesamt-CO₂-Emissionen der PKW auszugehen.

In Abbildung 11 ist die dadurch beschriebene Entwicklung dargestellt.

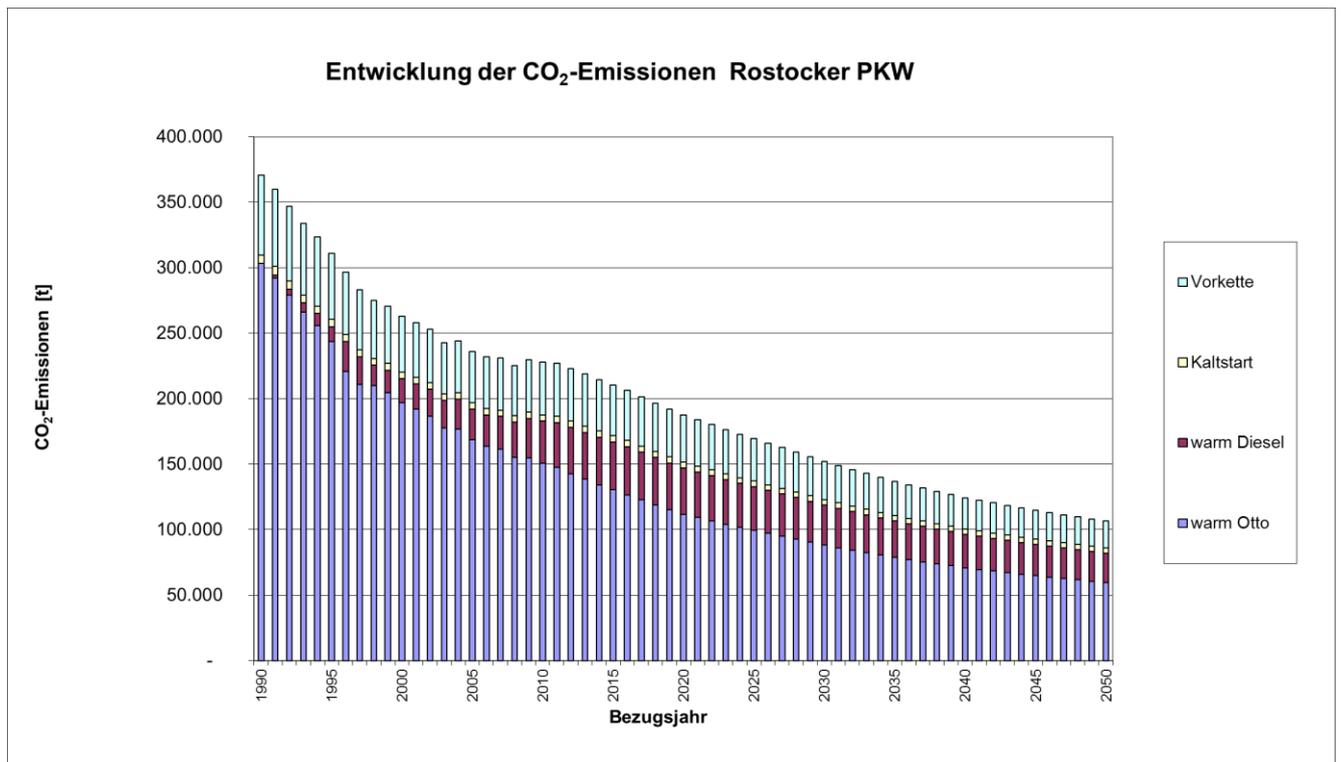


Abbildung 11: Entwicklung der CO₂-Emissionen Rostocker PKW

2.2.1.2 Krad

Die Annahmen für die Entwicklung der Krad-Emissionen entsprechen denen für PKW:

- Stagnation der Motorisierungsrate
- Stagnation der spezifischen Pkw-Fahrleistungen bundesweit

Die Entwicklung der Fahrzeugflotte und der Emissionsfaktoren bis 2030 wurde aus HBEFA 3.1 übernommen. Für die Jahre 2030 bis 2050 wurde der Trend der Entwicklung der Emissionsfaktoren von 2025 bis 2030 geradlinig fortgeschrieben.



2.2.1.3 Busse

Für die Prognose der CO₂-Emissionen der Busse in Rostock wurden folgende Annahmen getroffen: Die Fahrleistung der Busse wurde in den Jahren 2012 bis 2050 als proportional zur Bevölkerungsentwicklung angenommen.

Die CO₂-Emissionsfaktoren der Busflotte in Deutschland werden in HBEFA 3.1 bis zum Jahr 2030 als annähernd konstant prognostiziert. Diese Annahme wurde hier übernommen und bis 2050 fortgeschrieben.

2.2.2 Schienenpersonenverkehr

2.2.2.1 Straßenbahn

Für die Prognose der CO₂-Emissionen der Rostocker Straßenbahn wurden folgende Annahmen getroffen:

Die Fahrleistung der Straßenbahnen wurde in den Jahren 2012 bis 2050 als konstant angenommen. Bei konstanten Fahrleistungen wurde auch von konstanten Fahrstromverbräuchen ausgegangen, da es sich bei den Fahrzeugen der Straßenbahnen um sehr langlebige Fahrzeuge (typische Lebenslaufleistung um 3,75 Millionen km⁸) handelt.

Es wurde davon ausgegangen, dass die Straßenbahn der RSAG auch weiterhin mit Ökostrom betrieben wird.

2.2.2.2 SPNV/SPFV

Für die Abschätzung der SPV-Fahrleistungen wurden folgende Annahmen getroffen:

Die Fahrleistung des SPV wurde in den Jahren 2012 bis 2050 als proportional zur Bevölkerungsentwicklung angenommen.

Bei den Energieverbräuchen wurden die Annahmen aus TREMOD übernommen. So wurde für die Dieseltraktion von einer Verbrauchsminderung von 10% von 2008 bis 2030 ausgegangen. Für die Elektrotraktion wurde eine Verbrauchsminderung von 20% angenommen. Diese Verbrauchsentwicklung wurde bis 2050 fortgeschrieben.

Die Emissionsfaktoren der Stromerzeugung entwickeln sich entsprechend den Zielen der Bundesregierung zum Ausbau der erneuerbaren Energien.

⁸ Quelle: GEMIS: Öko-Institut: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme Version 4.8
<http://www.gemis.de/de/index.htm>



2.2.3 Luftpersonenverkehr

Für die Prognose der Entwicklung des Luftpersonenverkehrs wurde auf die in TREMOD prognostizierten Verkehrsleistungen für Deutschland 2020 und 2030 zurückgegriffen und diese bis 2050 fortgeschrieben. Auch die TREMOD-Annahme der Senkung der Emissionsfaktoren des Luftverkehrs um 1% pro Jahr wurde übernommen.



2.3 Emissionsprognose Güterverkehr

2.3.1 Straßengüterverkehr

Für die Prognose des Straßengüterverkehrs bis 2050 wurden die Annahme der Verkehrsprognose des BMVBS übernommen und bis 2050 fortgeschrieben. Die Prognose bezieht sich dabei auf folgende Daten:

- Zunahme der CO₂-Emissionen des Straßengüterverkehrs (2004 bis 2025) um 18,6%⁹
- Extrapolation dieser Entwicklung von 2025 bis 2030¹⁰ und weiter bis 2050

2.3.2 Schienengüterverkehr

Analog wurden für die Prognose der CO₂-Emissionen der Rostocker aus dem Schienengüterverkehr folgende Annahmen getroffen:

- Zunahme der CO₂-Emissionen des Schienengüterverkehrs (2004 bis 2025) um 11,6%¹¹
- Extrapolation dieser Entwicklung von 2025 bis 2050

2.3.3 Luftgüterverkehr

Für die Prognose der CO₂-Emissionen der Rostocker aus dem Luftgüterverkehr wurden folgende Annahmen getroffen:

- Zunahme der Transportleistung von 2004 bis 2025 um 159%¹²
- Extrapolation dieser Entwicklung von 2025 bis 2050
- Abnahme der spezifischen Verbräuche um 1% pro Jahr

⁹ Quelle: ITP, BVU 2007: Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des BMVBS (FE-Nr. 96.0857/2005), München/Freiburg 2007

¹⁰ Quelle: IFEU 2010: Fortschreibung und Erweiterung „Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030“ (TREMOMOD, Version 5), im Auftrag des Umweltbundesamtes (FKZ 3707 45 101), Heidelberg 2010

¹¹ Quelle: ITP, BVU 2007: Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des BMVBS (FE-Nr. 96.0857/2005), München/Freiburg 2007

¹² Quelle ITP, BVU 2007: Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des BMVBS (FE-Nr. 96.0857/2005), München/Freiburg 2007



2.4 Prognose der Gesamtemissionen

In Tabelle 5 sind die prognostizierten CO₂-Emissionen aller betrachteten Verkehrsträger für das Trendszenario zusammengestellt. Im Diagramm in Abbildung 12 ist die Größenordnung der Beiträge der einzelnen Verkehrsträger zu den CO₂-Emissionen des Verkehrs und deren Trend von 2012 bis 2030 sehr deutlich zu erkennen. Dargestellt ist auch das Minderungsziel für die CO₂-Emissionen von -95% bis 2050.

Die Rückgänge beim MIV (-52%) werden durch Zunahmen beim Straßengüterverkehr (+31%) und beim Luftverkehr (+130%) kompensiert, so dass die Gesamtemissionen des Verkehrs von 2012 bis 2050 annähernd stabil sind.

Der Anteil des ÖV an den CO₂-Emissionen sinkt von 4,1% (2012) auf 2,3% (2050).

Nach dieser Prognose ist der Luftverkehr im Jahre 2050 für 32% der CO₂-Emissionen aus dem Verkehr der Rostocker verantwortlich, der MIV für 23%, der ÖV für 2,3% und der Bodengüterverkehr für 39%.

Rechnet man die CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker auf die Einwohner um, dann kamen im Jahr 1990 auf jeden Rostocker 2,2 Tonnen CO₂, während es 2030 2,5 Tonnen CO₂ sein werden.

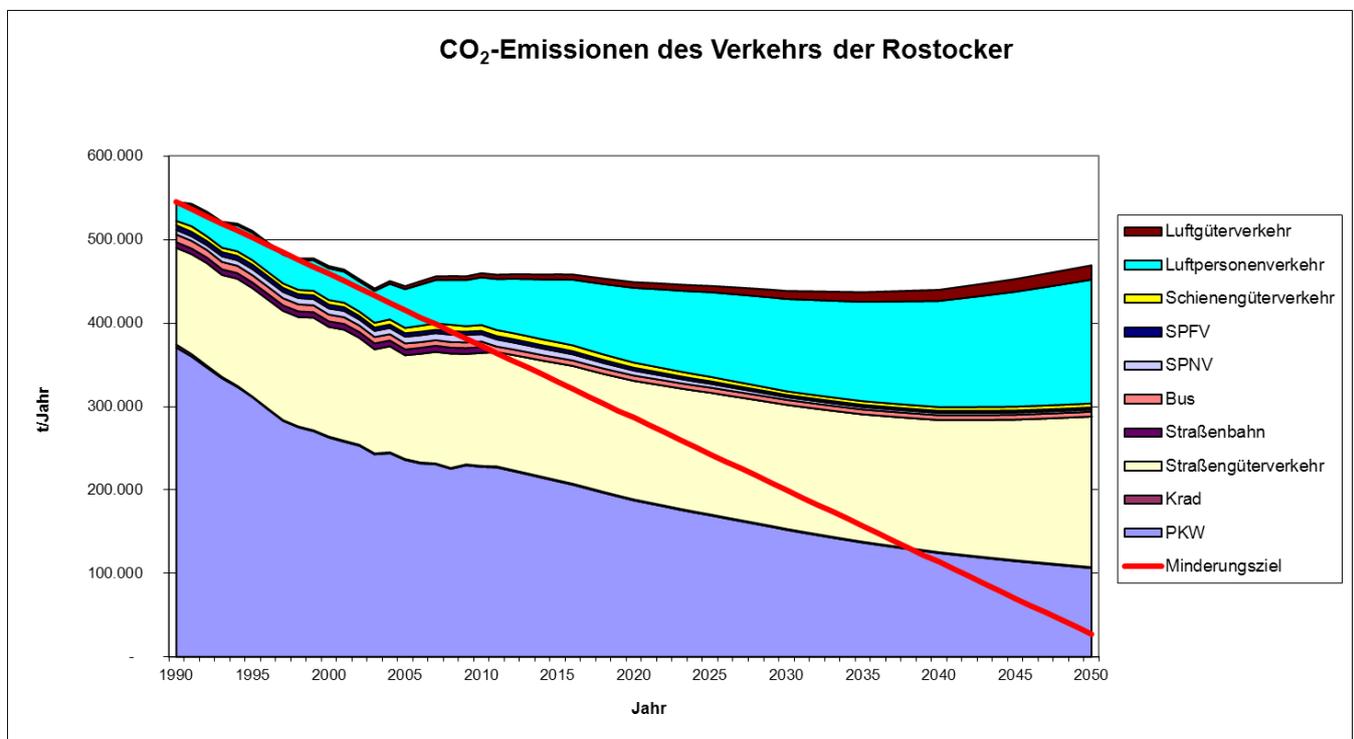


Abbildung 12: CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker im Trendszenario



		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
PKW	t/Jahr	370.775	262.839	227.661	187.466	152.199	124.320	106.432
Krafträder	t/Jahr	3.527	1.220	1.212	1.186	1.199	1.155	1.165
Bus	t/Jahr	9.216	8.114	6.750	6.307	5.974	5.738	5.769
Straßenbahn	t/Jahr	6.813	6.646	6.931	-	-	-	-
SPNV	t/Jahr	5.586	7.353	8.749	5.957	3.351	2.845	2.672
SPFV	t/Jahr	5.451	4.592	3.960	3.408	2.539	2.439	2.452
Straßengüterverkehr	t/Jahr	115.942	131.462	135.454	142.242	148.713	158.414	180.520
Schienengüterverkehr	t/Jahr	5.276	5.523	7.035	6.155	4.364	4.500	4.802
Luftverkehr	t/Jahr	20.895	37.994	57.058	89.538	110.608	127.162	148.307
Luftgüterverkehr	t/Jahr	1.960	2.667	5090	6.910	9.706	13.369	17.215
Gesamt	t/Jahr	545.441	468.411	459.902	449.170	438.652	439.942	469.334
Minderungsziel	t/Jahr	545.441	459.080	372.718	286.357	199.995	113.634	27.272

Tabelle 5: CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker im Trendszenario

2.1 Eingrenzung der betrachteten Verkehrsarten

Diese Ergebnisse der Prognose sind ernüchternd und stehen im krassen Gegensatz zu den Zielen des Masterplanes 100% Klimaschutz. Bei genauerer Betrachtung muss man jedoch feststellen, dass es sich bei den Verkehrsträgern mit steigenden Emissionen um den Luftverkehr und den Güterverkehr handelt. Für diese Verkehrsträger basiert die Bilanz und die Prognose zum einen nur auf bundesdeutschen Mittelwerten und Annahmen und zum anderen gibt es kaum Einflussmöglichkeiten der Kommune auf diese Verkehrsarten. Aus diesem Grund empfiehlt das Diskussionspapier des IFEU zu den „Empfehlungen zur kommunalen Bilanzierung für 100% Masterplankommunen“, dass bei der Festlegung von kommunalen Klimazielen Verkehrsmittel mit stark überregionaler Bedeutung aufgrund der geringen kommunalen Einflussmöglichkeiten ausgeklammert werden können.

Die Stadt Rostock sollte sich an den entsprechenden Stellen für erforderliche Weichenstellungen einsetzen, kann aber ansonsten im Güter- und Luftverkehr wenig durch eigene Aktivitäten verändern. Damit ergibt sich eine erste konkrete Maßnahmenempfehlung:

Die Hansestadt Rostock sollte beim Land, beim Bund und bei der EU dringlich darauf hinweisen, dass ein Erreichen der CO₂-Reduktionsziele durch kommunale Maßnahmen allein aussichtslos ist. Die Rahmensetzungen von EU, Bund und Ländern haben so zu erfolgen, dass die teilweise verfolgten Ziele eines starken Wachstums im Luftverkehr und im Güter-



fernverkehr nicht Realität werden: Würden sie eintreten, wären demgegenüber alle kommunalen Anstrengungen in ihrer Wirksamkeit wesentlich geschwächt.

Wir klammern also in den folgenden Maßnahmenbetrachtungen den Flug- und Güterverkehr aus: In allen weiter angestellten Betrachtungen, Maßnahmenberechnungen und Szenarien konzentrieren wir uns auf die von der Kommune beeinflussbaren Verkehrssegmente MIV und Umweltverbund, die zusammen etwa für die Hälfte der verkehrlichen CO₂-Emissionen der Rostocker verantwortlich sind. In Abbildung 13 sind diese Emissionen in Bilanz und Prognose dargestellt.

Das Minderungsziel wurde in der Grafik auf die pro Kopf-Emissionen bezogen, und deshalb an die Bevölkerungsentwicklung angepasst. Die starken Emissionsrückgänge beim MIV in den 90er Jahren sind erheblich durch die sinkende Einwohnerzahl und die damit sinkenden Fahrleistungen beeinflusst. Ab 2000 kam es dann zu einer Stabilisierung der Einwohnerzahlen und die weiter sinkenden MIV-Emissionen sind durch sinkende Emissionsfaktoren durch technische Entwicklungen bedingt. Die Emissionen des ÖV liegen um mehr als eine Größenordnung niedriger als die des MIV und sinken ebenfalls durch Fahrleistungsrückgänge und technische Entwicklungen. Eine wesentliche Reduktion der ÖV-Emissionen resultiert aus der Umstellung der Straßenbahn ab dem Jahre 2011 auf 100% Ökostrom.

Bereits im Jahre 2012 liegen die CO₂-Emissionen der betrachteten Verkehrsträger aber 13% über der angestrebten Ziellinie des Masterplanes.

Vom Jahr 2012 bis 2030 gehen die vorliegenden Technikprognosen (TREMODO, HBEFA) davon aus, dass sich die spezifischen CO₂-Emissionen des MIV aufgrund der Technikentwicklung und der Biokraftstoffbeimischung um 27% und die des ÖV um 33% verringern. Für die Jahre 2030 bis 2050 liegen keine entsprechenden Prognosen vor, so dass wir für die Berechnungen davon ausgegangen sind, dass die Entwicklung von 2025 bis 2030 in die Zukunft bis 2050 extrapoliert werden kann. Unter diesen Annahmen könnte man für das Trendszenario für 2030 von einer 47% igen Minderung der CO₂-Emissionen des betrachteten Verkehrs gegenüber 1990 ausgehen. Da das Ziel eine 63%ige Minderung war, müsste man im Trendszenario für 2030 mit 145% der zulässigen Emissionen rechnen. Im Jahre 2050 wäre dann mit einer 60%igen Emissionsminderung zu rechnen, was bei einem Minderungsziel von -95% eine ca. achtfache Überschreitung der Klimaziele bedeuten würde.

Günstiger ist die Situation beim Energieverbrauch (Abbildung 14, Tabelle 7). Für das Ziel einer 50%igen Minderung des Energieverbrauches liegt das Trendszenario immer unterhalb der Ziellinie.

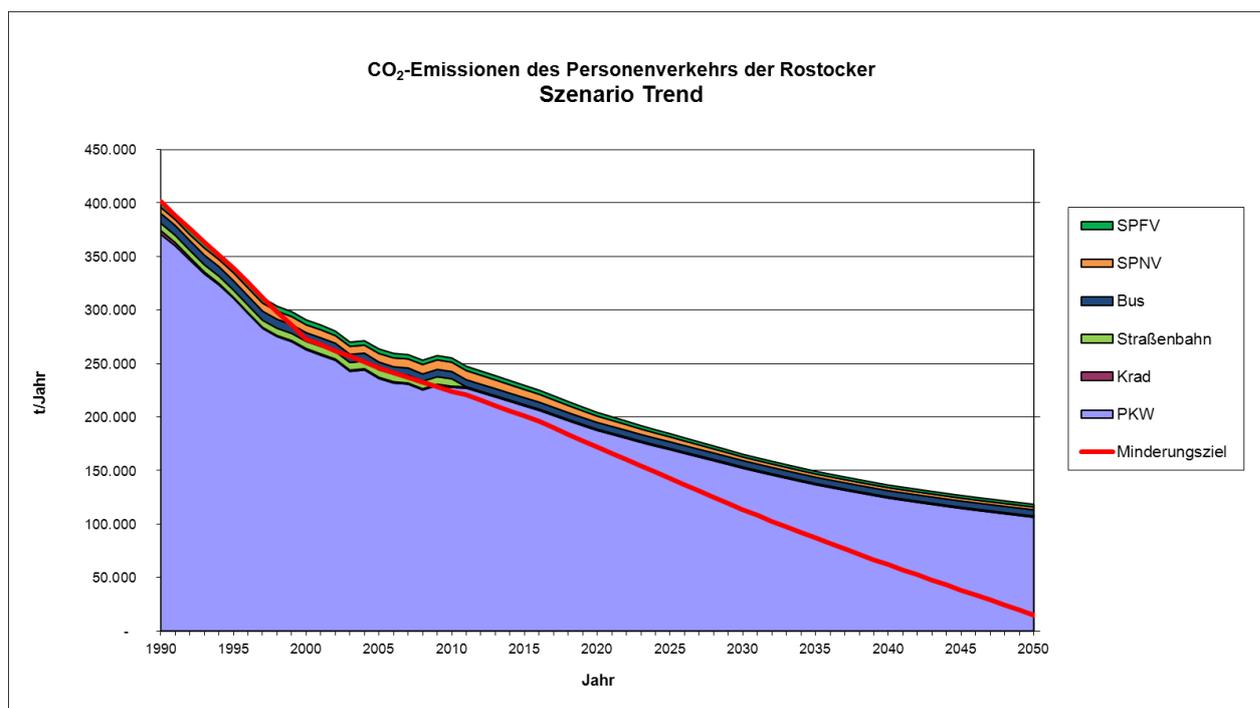


Abbildung 13: CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker im Trendszenario

		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
PKW	t/Jahr	370.775	262.839	227.661	187.466	152.199	124.320	106.432
Krafträder	t/Jahr	3.527	1.220	1.212	1.186	1.199	1.155	1.165
Bus	t/Jahr	9.216	8.114	6.750	6.307	5.974	5.738	5.769
Straßenbahn	t/Jahr	6.813	6.646	6.931	-	-	-	-
SPNV	t/Jahr	5.586	7.353	8.749	5.957	3.351	2.845	2.672
SPFV	t/Jahr	5.451	4.592	3.960	3.408	2.539	2.439	2.452
Gesamt	t/Jahr	401.368	290.764	255.264	204.326	165.261	136.498	118.490
Minderungsziel	t/Jahr	401.368	273.027	224.129	171.836	113.659	62.034	14.969

Tabelle 6: CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker im Trendszenario

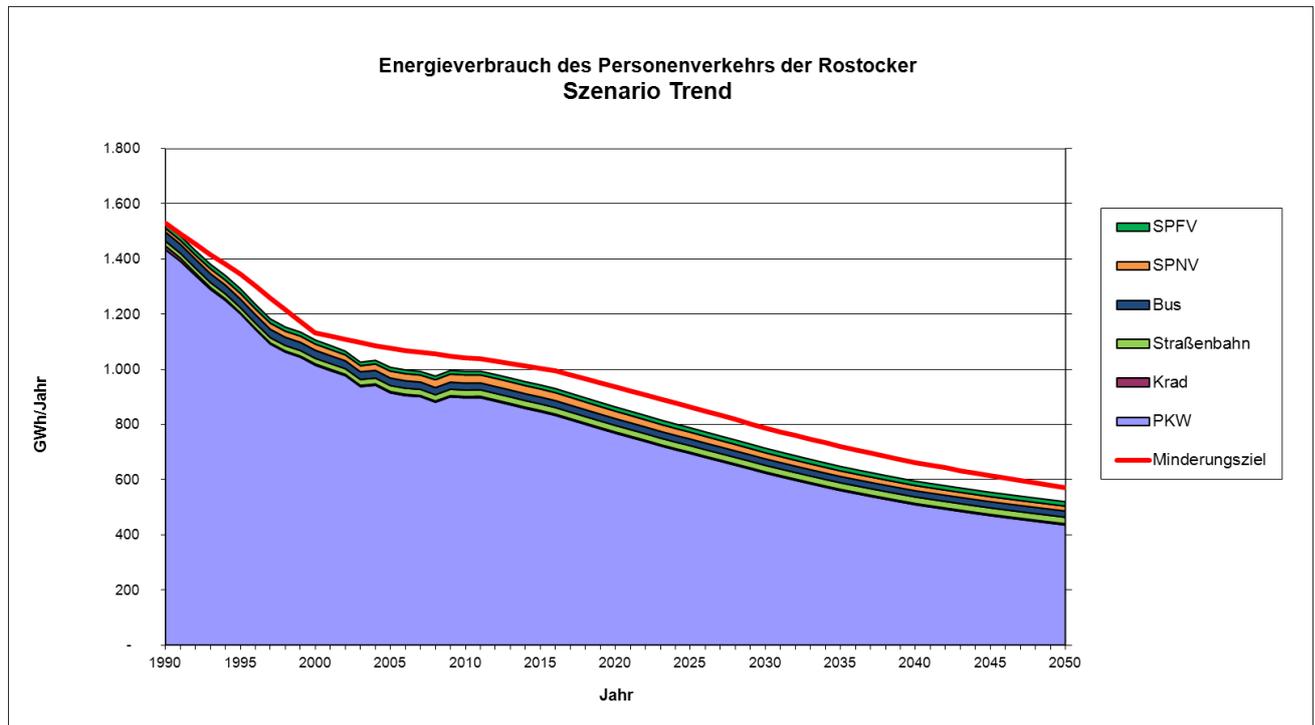


Abbildung 14: Energieverbrauch des Personenverkehrs der Rostocker im Trendszenario

		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
PKW	GWh/Jahr	1.434	1.015	897	768	624	509	436
Krafträder	GWh/Jahr	14	5	5	4	4	4	4
Bus	GWh/Jahr	33	29	25	25	23	22	23
Straßenbahn	GWh/Jahr	17	20	23	24	24	24	24
SPNV	GWh/Jahr	14	22	30	27	22	19	18
SPFV	GWh/Jahr	18	15	13	15	17	16	16
Gesamt	GWh/Jahr	1.530	1.106	993	864	714	595	520
Minderungsziel	GWh/Jahr	1.530	1.133	1.042	935	788	662	570

Tabelle 7: Energieverbrauch des Personenverkehrs der Rostocker im Trendszenario



3 Szenario Ambitioniert

In diesem Szenario gehen die Aktivitäten der Stadt Rostock deutlich über die im Trendszenario dargestellte „Weiter so“-Entwicklung hinaus. Die mit vertretbarem wirtschaftlichem Mehraufwand erschließbaren technischen Möglichkeiten sollen genutzt werden.

Zum einen wird für die Verkehrsmittel des Umweltverbundes eine offensive, angebotsorientierte Strategie und zum anderen für den privaten motorisierten Individualverkehr eine tendenziell restriktive Strategie verfolgt („Push and Pull“). Die Funktion des Wirtschaftsverkehrs wird dabei gesichert. Im Vordergrund stehen hier die Erhöhung der Verträglichkeiten insbesondere im Hinblick auf Lärmschutz und andere Umweltqualitätsziele, städtebauliche Qualitäten einschließlich Wohnumfeld und Aufenthaltsqualitäten sowie eine gezielte und umfassende Förderung umweltfreundlicher Verkehrsmittel.

Der Zielwert für dieses Szenario besteht darin, bis 2030 den Anteil des Umweltverbundes aus Fußgängern, Radfahrenden und Nutzern des ÖPNV an den Gesamtwegen auf 70% zu steigern. Bis 2050 soll diese Entwicklung dann weitergeführt werden mit dem Ziel eines Weegeanteiles des Umweltverbundes von 75%.

Um diese Ziele zu erreichen werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV zu Gewerbestandorten
- Erhöhung der Attraktivität des SPNV durch bessere/attraktivere Erreichbarkeit für Nutzer
- Multimodales elektronisches Informationssystem zum Fahrplan an Verkehrsverknüpfungspunkten
- Erhöhung der Attraktivität der öffentlichen Infrastruktur und der Qualität von privaten Abstellmöglichkeiten für Radverkehr (Beispielprojekte: Errichtung einer Radstation am Hauptbahnhof, Berücksichtigung bei Planungsverfahren)
- B + R – Plätze mit guter ÖPNV–Anbindung an Einfallsstraßen
- Steigerung der Barrierefreiheit für Fußgänger und beim Zugang zum ÖPNV
- P + R – Plätze mit guter ÖPNV-Anbindung an Einfallsstraßen
- Verfolgung einer tendenziell restriktiven Strategie für den motorisierten Individualverkehr (Beispielprojekt: Organisation des ruhenden Verkehrs im Stadtzentrum und an Gewerbestandorten)
- Verstärkung der Öffentlichkeitsarbeit (Beispielprojekte: Mobilitätszentrale, Eventverkehr)
- Etablierung von betrieblichem und kommunalem Mobilitätsmanagement
- Abstimmungen zwischen der Hansestadt Rostock und dem Landkreis Rostock zu einer bedarfsgerechten Bereitstellung von ÖPNV/SPNV in der jeweiligen Zuständigkeit des Aufgabenträgers

Für die Berechnung der Auswirkungen dieser Maßnahmen auf die CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker wurde das Modell „ProFair“ genutzt. Dieses Modell wurde am Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr der TU Dresden im Jahr 2011 im Rahmen des BMU-



Forschungsprojektes „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“ (TU DRESDEN 2013) entwickelt. Es wurde für die Berechnungen für Rostock speziell auf die Daten aus dem SrV 2008 für Rostock umgestellt.¹³

Folgende Annahmen liegen den Berechnungen für das Szenario Ambitioniert zugrunde:

Ziel 2030: 70% Umweltverbund, 30% MIV

Ziel 2050: 75% Umweltverbund, 25% MIV

Rechenannahmen 2030:

Verlagerung von 15% der kurzen MIV-Wege (bis 5 km) zum Fahrrad

Verlagerung von 15% der langen MIV-Wege (> 5 km) zum ÖV

Rechenannahmen 2050:

Verlagerung von 35% der kurzen MIV-Wege (bis 5 km) zum Fahrrad

Verlagerung von 25% der langen MIV-Wege (> 5 km) zum ÖV

Unter diesen Umständen würde sich der Modal Split wie in Abbildung 15 dargestellt verändern.

Wie im Ziel definiert, sinkt der Wegeanteil des MIV bis 2030 auf 30%. 3% der Gesamtwege werden zum ÖV verlagert und 2% zum Radverkehr. Bis 2050 sinkt der Wegeanteil des MIV dann auf 25%. 5% der Gesamtwege werden zum ÖV verlagert und 5% zum Radverkehr.

Die entsprechenden Veränderungen der Verkehrsleistungen der Verkehrsmittel sind in Abbildung 16 dargestellt. Dabei wird der erhebliche Unterschied zwischen Wegen und Verkehrsleistungen deutlich. Zur Erklärung dieser Problematik dienen auch die Abbildungen 17 und 18, die die Verteilung der Wege und der Verkehrsleistungen nach SrV 2008 für Rostock darstellen.

¹³ Die CO₂-Bilanz für den Verkehr der Rostocker wurde nach dem Inländerprinzip erstellt. Es wurden also die CO₂-Emissionen der Rostocker im Verkehr auch außerhalb der Stadtgrenze einbezogen. Dies ist für verkehrliche CO₂-Bilanzen üblich und sinnvoll. Die Maßnahmen im Einflussbereich der Stadt Rostock beziehen sich jedoch zumeist auf das Stadtgebiet (Inlandsprinzip), also auf den Verkehr in Rostock inklusive seiner Verknüpfungen ins Umland. Für die Maßnahmen und deren Monitoring werden wir deshalb vom Inlandsprinzip ausgehen und die Annahme treffen, dass eine 10%ige Minderung der CO₂-Emissionen in Rostock auch zu einer 10%igen Minderung der Emissionen der Rostocker führt.

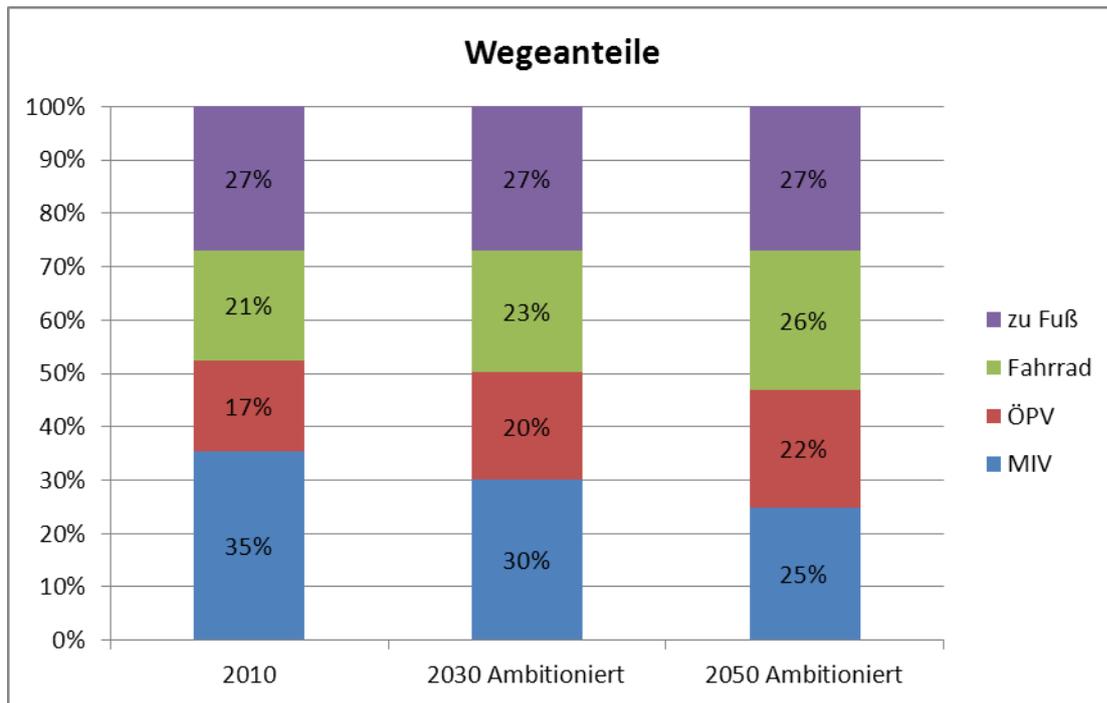


Abbildung 15: Entwicklung der Wegeanteile im Szenario Ambitioniert

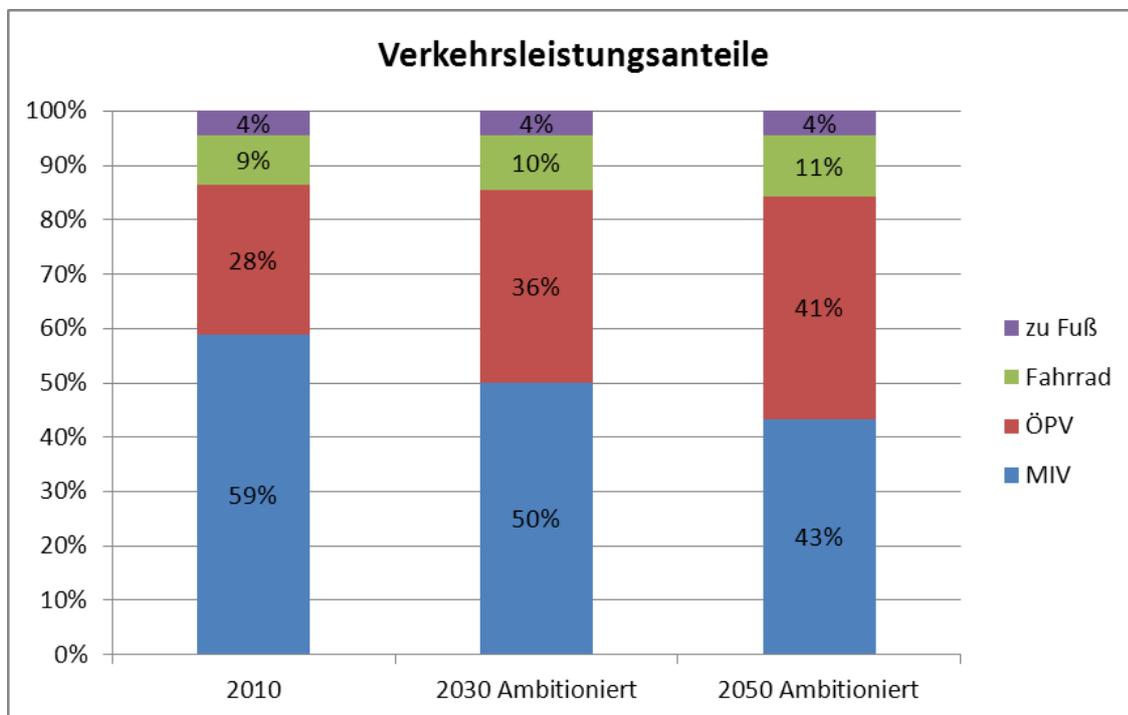


Abbildung 16: Entwicklung der Verkehrsleistungsanteile im Szenario Ambitioniert

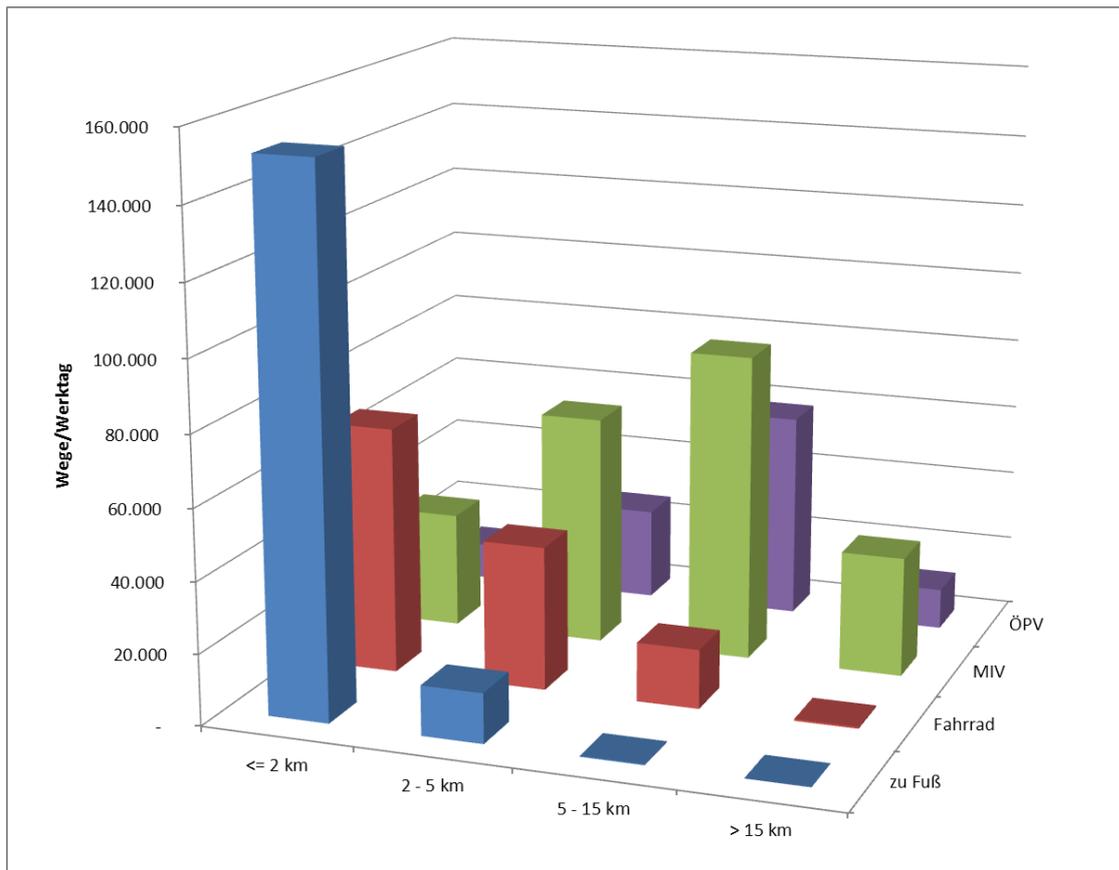


Abbildung 17: Verteilung der Wege der Rostocker nach SrV 2008

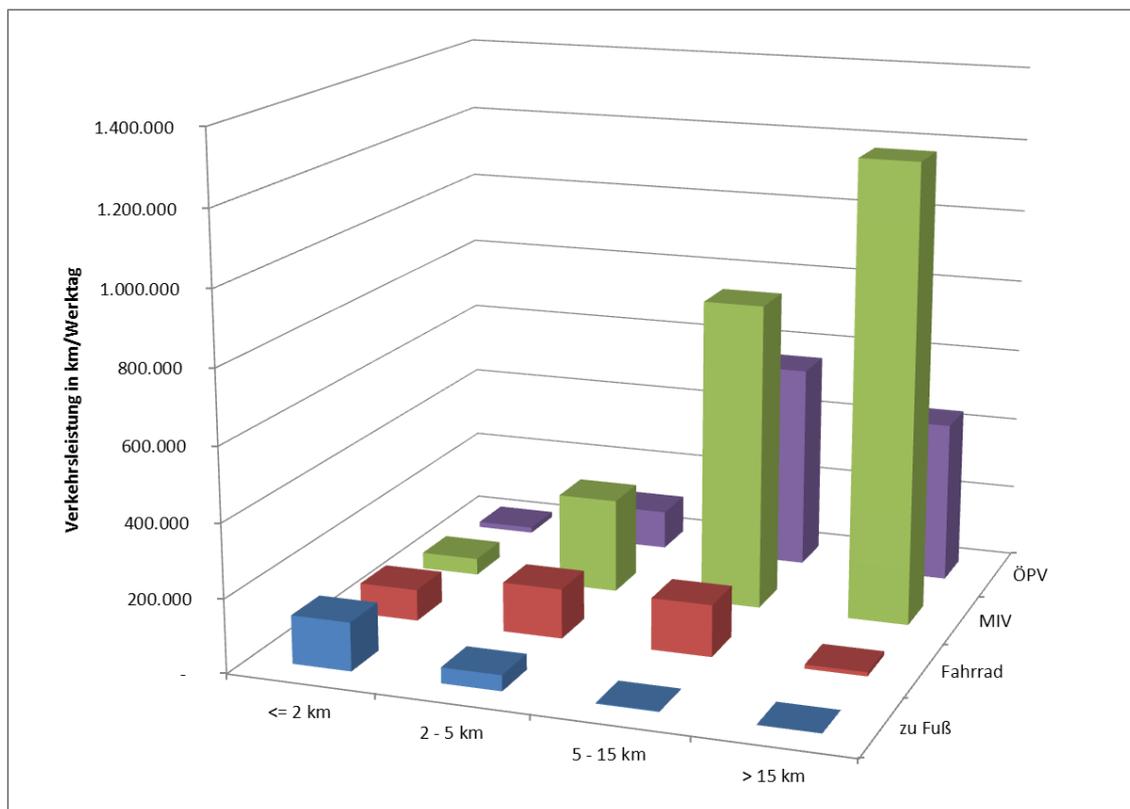


Abbildung 18: Verteilung der Verkehrsleistung der Rostocker nach SrV 2008



Unter den o.g. Annahmen für die Verkehrsentwicklung wurde die resultierende Entwicklung der CO₂-Emissionen für das Szenario Ambitioniert berechnet. Das Ergebnis ist in Abbildung 19 und Tabelle 8 dargestellt. Die Emissionsminderung bis 2030 liegt unter diesen Umständen bei -53%, womit das Ziel von -63% immer noch um 28% überschritten wird. Für 2050 kann man von einer Minderung um 68% ausgehen, was etwa das 6,3fache des Zielwertes von -95% darstellt.

Es muss an dieser Stelle festgestellt werden, dass das Ziel einer CO₂-Minderung um 95% bis zum Jahre 2050 im Verkehr nur sehr schwer zu erreichen sein wird. Während die Minderung des Energieverbrauches um 50% schon im Trendszenario erreicht wird, ist man selbst mit den ambitionierten Maßnahmen des Szenarios Ambitioniert noch recht deutlich von der Zielerreichung entfernt. Die Berechnungen basieren natürlich nur auf den heute möglichen Technikprognosen, die von einer stetigen Optimierung der Antriebstechnologien ausgehen. Nicht vorhersehbare technische Innovationen können hier auch zu stärkeren Veränderungen führen, welche nicht prognostiziert werden können.

Prinzipiell muss man aber davon ausgehen, dass der in anderen Bereichen prognostizierte Trend, dass aufgrund des wachsenden Anteils der regenerativen Energieträger die CO₂-Emissionen deutlich stärker gemindert werden als die Energieverbräuche, für den Verkehrsbereich nicht so zu übernehmen ist. Auch wenn die Elektromobilität zur Zeit stark gefördert wird, sind zumindest bis zum Jahr 2030 noch keine durchschlagenden Effekte bezüglich der CO₂-Minderung im MIV zu erwarten. Wir müssen nach den gegenwärtigen Prognosen davon ausgehen, dass der MIV noch über einen längeren Zeitraum überwiegend mit fossilen Energieträgern betrieben wird. Die Minderungseffekte der Elektromobilität im ÖV wurden durch die Umstellung der Straßenbahn auf 100% Ökostrom schon zu einem großen Teil ausgeschöpft.

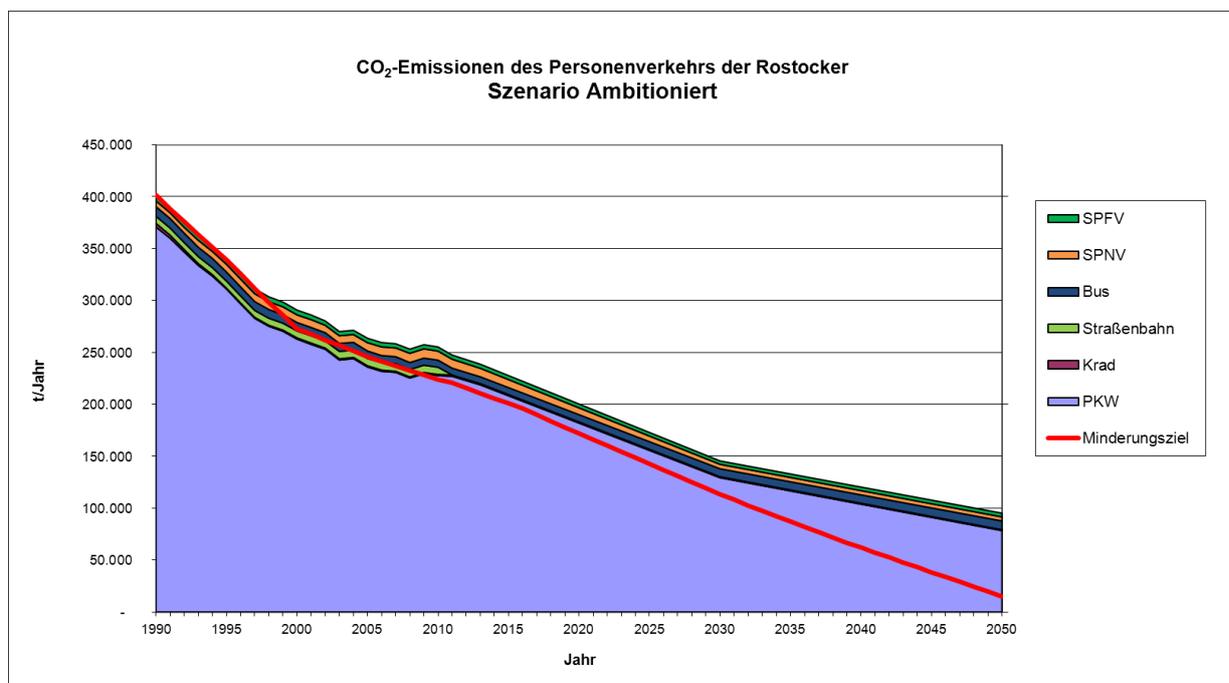


Abbildung 19: CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Ambitioniert



		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
PKW	t/Jahr	370.775	262.839	227.661	181.971	129.369	103.910	78.451
Krafträder	t/Jahr	3.527	1.220	1.212	1.137	1.019	939	859
Bus	t/Jahr	9.216	8.114	6.750	6.986	7.626	8.027	8.428
Straßenbahn	t/Jahr	6.813	6.646	6.931	-	-	-	-
SPNV	t/Jahr	5.586	7.353	8.749	6.571	4.278	4.091	3.903
SPFV	t/Jahr	5.451	4.592	3.960	3.646	3.241	3.412	3.582
Gesamt	t/Jahr	401.368	290.764	255.264	200.311	145.533	120.378	95.224
Minderungsziel	t/Jahr	401.368	273.027	224.129	171.836	113.659	62.034	14.969

Tabelle 8: CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Ambitioniert

Auch im Szenario Ambitioniert werden natürlich die Zielwerte für den Energieverbrauch in allen Jahren erfüllt (siehe Tabelle 9 und Abbildung 20). Die Minderung des Energieverbrauches läuft weitgehend proportional zur CO₂-Minderung, nur die CO₂-Effekte, die aus der Verwendung von Ökostrom bei der Straßenbahn und aus der Beimischung von Biodiesel resultieren, erscheinen hier nicht.

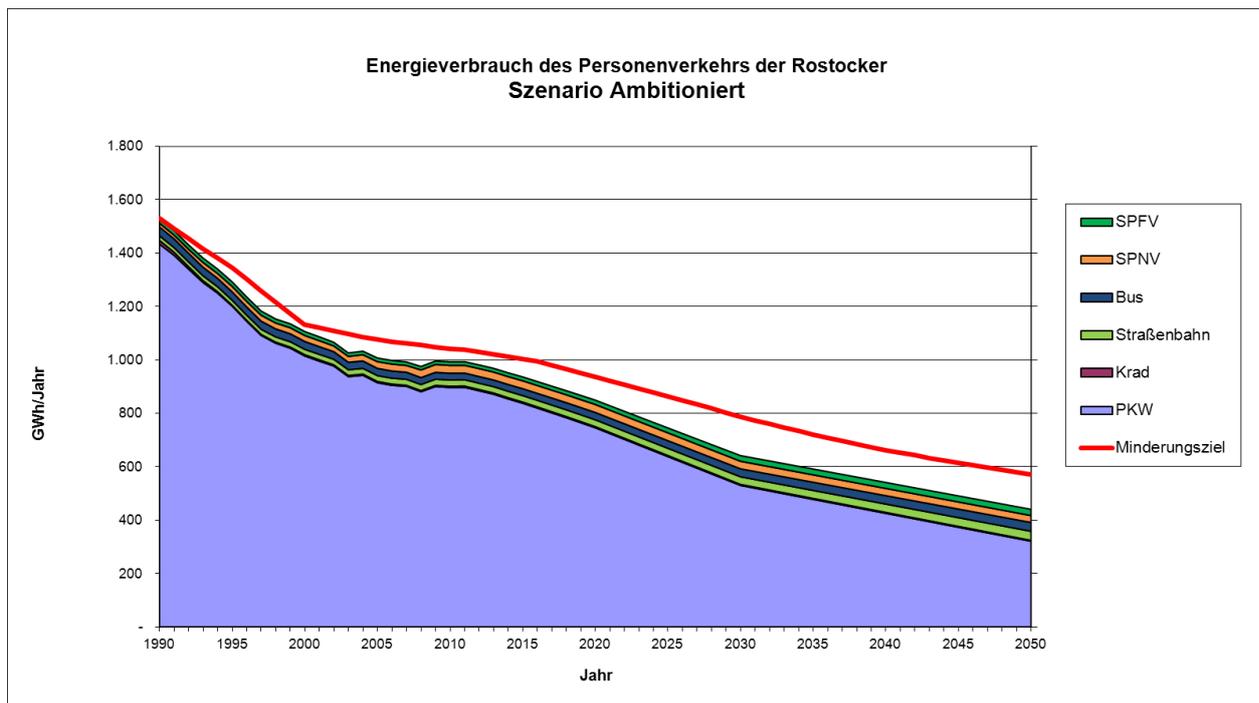


Abbildung 20: Energieverbrauch des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Ambitioniert

		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
PKW	GWh/Jahr	1.434	1.015	897	746	530	426	321
Krafträder	GWh/Jahr	14	5	5	4	4	3	3
Bus	GWh/Jahr	33	29	25	27	30	31	33
Straßenbahn	GWh/Jahr	17	20	23	26	28	31	34
SPNV	GWh/Jahr	14	22	30	30	28	27	26
SPFV	GWh/Jahr	18	15	13	16	21	22	23
Gesamt	GWh/Jahr	1.530	1.106	993	849	642	541	441
Minderungsziel	GWh/Jahr	1.530	1.133	1.042	935	788	662	570

Tabelle 9: Energieverbrauch des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Ambitioniert



4 Szenario Zielerreichung

Im Szenario Zielerreichung soll dargestellt werden, unter welchen Umständen das Ziel einer 95%igen Minderung der CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker bis 2050 erreicht werden könnte. Für die Berechnungen wurden zunächst Annahmen für die Modal Split-Entwicklung bis zum Jahr 2030 getroffen. Für diesen Zeitraum liegen recht konkrete Prognosen für die Technikentwicklung vor, die von einer stetig wachsenden Effizienz der Antriebe ausgehen, jedoch keine revolutionären Umbrüche in der Technik erwarten. Für diesen Zeitraum konnte also zurückgerechnet werden, wie viel MIV man sich noch leisten könnte, wenn man auf dem Zielpfad bleiben wollte. Dies wäre der Fall, bei der Annahme von 80% Umweltverbund und 20% MIV im Jahre 2030. Folgende Annahme für die Verlagerung der Wege wurde getroffen:

Verlagerung von 50% der kurzen MIV-Wege (bis 5 km) zum Fahrrad

Verlagerung von 40% der langen MIV-Wege (> 5 km) zum ÖV

Unter diesen Umständen würde der in Abbildung 21 dargestellte Modal Split erreicht. Der Radverkehr und der ÖV müssten jeweils knapp 8% der Wege vom MIV übernehmen. Die Verkehrsleistungen würden sich dann wie in Abbildung 22 dargestellt verteilen. Der Verkehrsleistungsanteil des MIV würde von 59% auf ca. 35% sinken (siehe Abbildung 22).

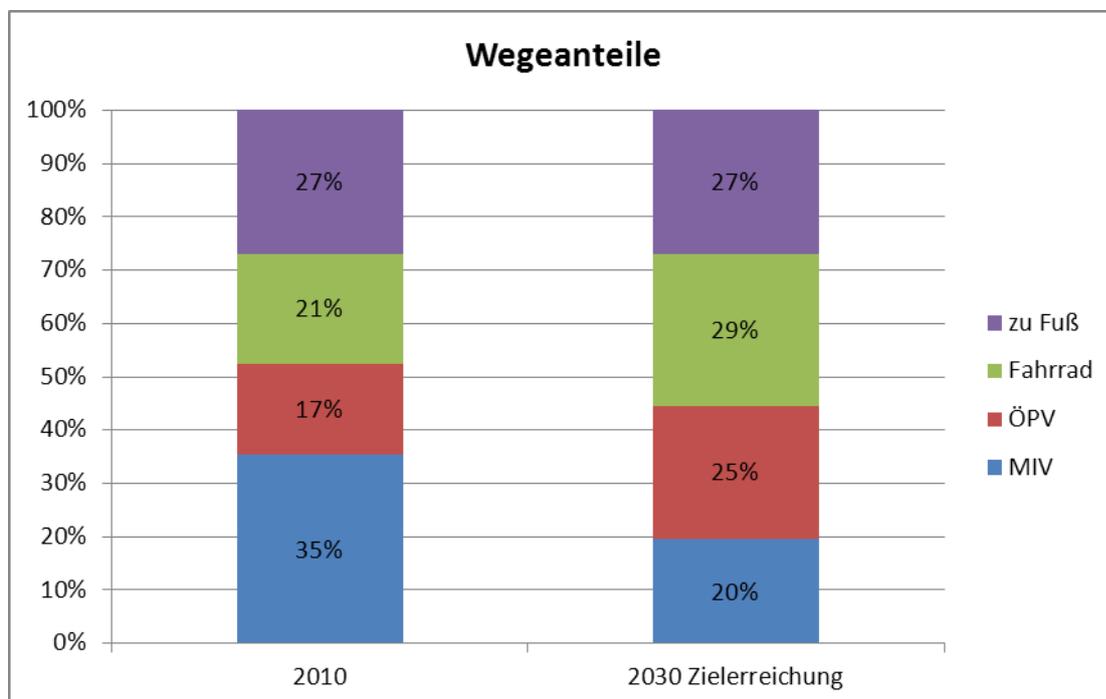


Abbildung 21: Entwicklung der Wegeanteile im Szenario Ambitioniert

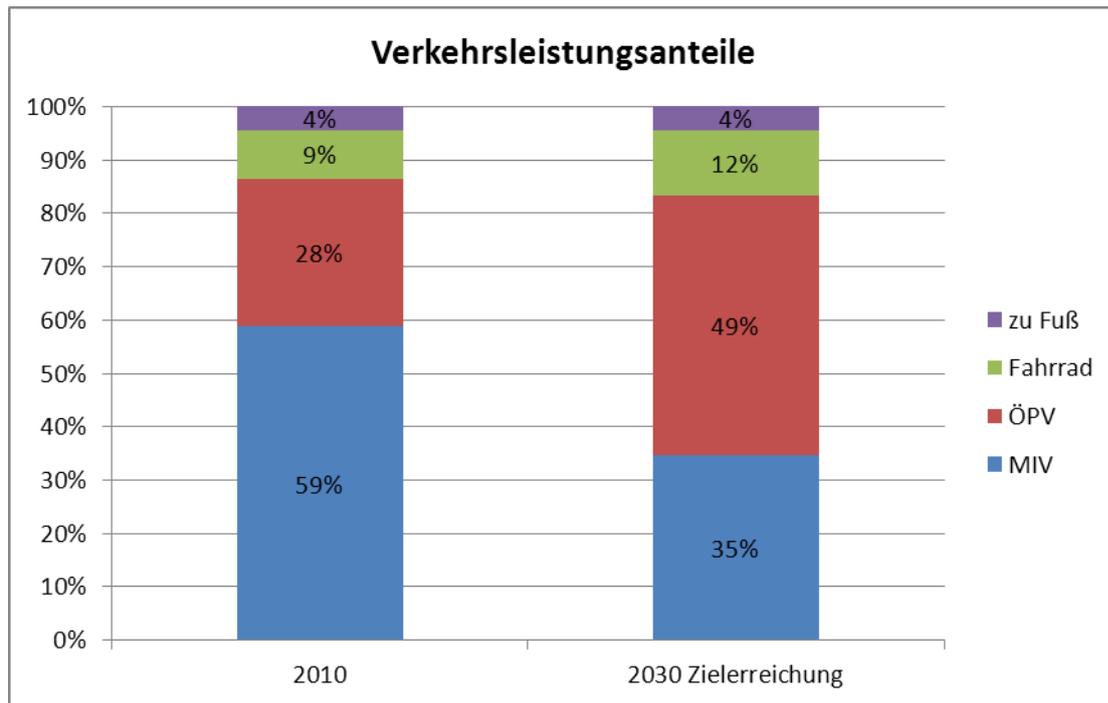


Abbildung 22: Entwicklung der Verkehrsleistungsanteile im Szenario Ambitioniert

Bis zum Jahre 2030 wäre der Zielpfad also theoretisch mit einer sehr drastischen Veränderung des Modal Split zu halten. Für den Zeitraum von 2030 bis 2050 ist das nicht vorstellbar, da es unter der Annahme einer Fortschreibung der Technikentwicklung zwangsläufig einen MIV-Anteil von 0% bedeuten müsste. Das Ziel einer Minderung der CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker um 95% bis 2050 ist nur zu erreichen, wenn es in diesem Zeitraum zu erheblichen, heute noch nicht prognostizierbaren technischen Innovationen kommt, die allerdings nicht durch kommunale Maßnahmen in Rostock erreicht werden können. Die Bundesregierung versucht zur Zeit durch Förderprogramme derartige Innovationen in der Elektromobilität voranzubringen. Die Erfolge halten sich bisher in Grenzen, da die fossilen Energieträger im MIV noch erhebliche wirtschaftliche Vorteile für die Nutzer haben. Die Prognosen lassen befürchten, dass dies auch noch einige Zeit so bleiben wird. Was jedoch im Zeitraum 2030 bis 2050 hier passieren wird ist offen.

Die Maßnahmen aus kommunaler Sicht für das Zielerreichungsszenario können also nur sein:

- Förderung des Umweltverbundes mit dem kompletten dafür verfügbaren Instrumentarium inklusive restriktiver Maßnahmen im MIV-Bereich
- Steigerung des Anteils des elektrogetriebenen SPNV bei Verwendung von Ökostrom
- Unterstützung der Entwicklung und Verbreitung der alternativen Antriebe (wie z.B. Elektromobilität) in Abhängigkeit von deren Entwicklungsfortschritten (im Moment noch schwer zu beurteilen)

In Abbildung 23 und Tabelle 10 ist die erforderliche Emissionsentwicklung für den Zielerreichungspfad dargestellt. Bis 2030 wurden hier also die vorliegenden Technikprognosen und verkehr-



liche Maßnahmen zur Erreichung eines 80%igen Anteiles des Umweltverbundes an den Wegen der Rostocker unterstellt. Von 2030 bis 2050 muss die Technikentwicklung dafür sorgen, dass der MIV annähernd CO₂-emissionsfrei wird.

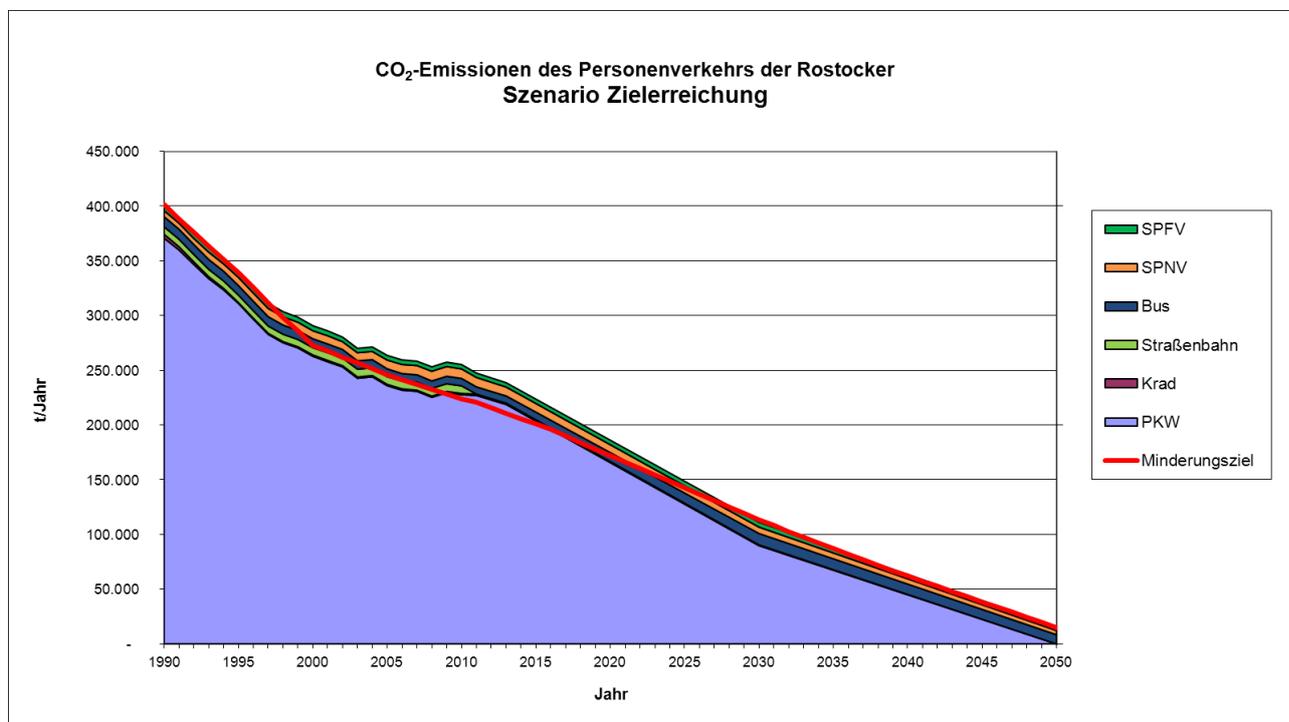


Abbildung 23: CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Zielerreichung

		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
PKW	t/Jahr	370.775	262.839	227.661	165.677	89.798	44.899	-
Krafträder	t/Jahr	3.527	1.220	1.212	1.009	707	354	-
Bus	t/Jahr	9.216	8.114	6.750	8.126	10.394	9.411	8.428
Straßenbahn	t/Jahr	6.813	6.646	6.931	-	-	-	-
SPNV	t/Jahr	5.586	7.353	8.749	7.210	5.831	4.867	3.903
SPFV	t/Jahr	5.451	4.592	3.960	4.131	4.418	4.000	3.582
Gesamt	t/Jahr	401.368	290.764	255.264	186.153	111.147	63.531	15.914
Minderungsziel	t/Jahr	401.368	273.027	224.129	171.836	113.659	62.034	14.969

Tabelle 10: CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Zielerreichung



Für den Energieverbrauch im Szenario Zielerreichung gilt das Gleiche wie beim Szenario Ambitioniert, die Zielwerte werden in allen Jahren erfüllt (siehe Tabelle 11 und Abbildung 24). Die Minderung des Energieverbrauches läuft bis 2030 weitgehend proportional zur CO₂-Minderung, nur die CO₂-Effekte, die aus der Verwendung von Ökostrom bei der Straßenbahn und aus der Beimischung von Biodiesel resultieren, erscheinen hier nicht. Für die Jahre 2030 bis 2050 kann man nicht von einer proportionalen Entwicklung der Energieverbräuche und der CO₂-Emissionen ausgehen, da eine Reduzierung des Energieverbrauches des MIV auf null nicht möglich ist. Hier wurde der Energieverbrauch des Jahres 2050 des Szenario Ambitioniert übernommen und die Zwischenwerte 2031 bis 2049 interpoliert.

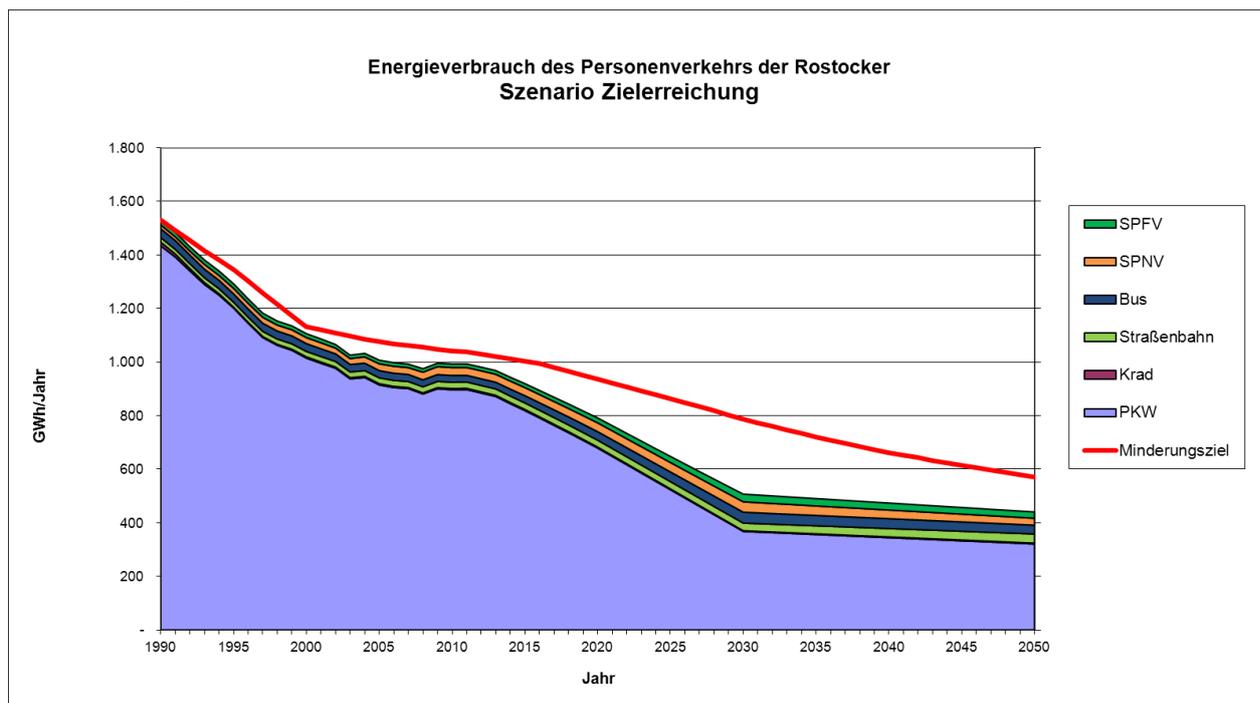


Abbildung 24: Energieverbrauch des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Zielerreichung

		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
PKW	GWh/Jahr	1.434	1.015	897	679	368	345	321
Krafträder	GWh/Jahr	14	5	5	4	3	3	3
Bus	GWh/Jahr	33	29	25	32	41	37	33
Straßenbahn	GWh/Jahr	17	20	23	26	28	31	34
SPNV	GWh/Jahr	14	22	30	33	39	32	26
SPFV	GWh/Jahr	18	15	13	18	29	26	23
Gesamt	GWh/Jahr	1.530	1.106	993	792	507	474	441
Minderungsziel	GWh/Jahr	1.530	1.133	1.042	935	788	662	570

Tabelle 11: Energieverbrauch des Personenverkehrs der Rostocker im Szenario Zielerreichung



5 Zusammenfassung

Die **CO₂-Bilanz** des Verkehrs der Rostocker zeigt, dass sich die CO₂-Emissionen seit 1990 um 16% verringert haben. Da im gleichen Zeitraum die Bevölkerungszahlen um 18% zurückgingen, kann man von etwa gleichbleibenden verkehrlichen CO₂-Emissionen pro Kopf ausgehen.

Die starken Emissionsrückgänge beim MIV in den 90er Jahren waren erheblich durch die sinkende Einwohnerzahl und die damit sinkenden Fahrleistungen beeinflusst. Ab 2000 kam es dann zu einer Stabilisierung der Einwohnerzahlen und die weiter sinkenden MIV-Emissionen sind durch sinkende Emissionsfaktoren durch technische Entwicklungen bedingt.

Die Emissionen des ÖV liegen um mehr als eine Größenordnung niedriger als die des MIV und sanken ebenfalls durch Fahrleistungsrückgänge und technische Entwicklungen. Eine wesentliche Reduktion der ÖV-Emissionen resultiert aus der Umstellung der Straßenbahn ab dem Jahre 2011 auf 100% Ökostrom.

Der MIV ist im Analysejahr 2012 mit ca. 49% der CO₂-Emissionen des Verkehrs der Rostocker für die Hälfte der Emissionen verantwortlich. Der zweitgrößte Emittent ist der Straßengüterverkehr mit 30% der CO₂-Emissionen im Jahr 2012. Der Luftverkehr ist 2012 für ca. 14% der CO₂-Emissionen der Rostocker verantwortlich und hat eine stark steigende Tendenz. Der Öffentliche Verkehr spielt mit einem Anteil von ca. 4% der Emissionen nur eine untergeordnete Rolle.

Es muss festgestellt werden, dass es sich bei den Verkehrsträgern mit steigenden Emissionen um den Luftverkehr und den Güterverkehr handelt. Da diese durch kommunale Maßnahmen in Rostock kaum beeinflusst werden können, wurden die Maßnahmenbetrachtungen auf den bodengebundenen Personenverkehr der Rostocker beschränkt¹⁴. Die Hansestadt Rostock sollte beim Land, beim Bund und bei der EU dringlich darauf hinweisen, dass ein Erreichen der CO₂-Reduktionsziele durch kommunale Maßnahmen allein aussichtslos ist. Die Rahmensetzungen von EU, Bund und Ländern sollten so zu erfolgen, dass die teilweise verfolgten Ziele eines starken Wachstums im Luftverkehr und im Güterfernverkehr nicht Realität werden.

Im **Trendszenario**, welches von konstanten spezifischen Verkehrsleistungen der einzelnen Verkehrsarten des Personenverkehrs ausgeht und die vorliegenden Prognosen zur Entwicklung der Technik darauf bezieht, kann davon ausgegangen werden, dass das Ziel des Masterplanes, den Energieverbrauch bis 2050 um 50% zu senken für die betrachteten Verkehrsarten erreicht werden kann. Für die CO₂-Emissionen des Personenverkehrs muss in diesem Szenario jedoch davon ausgegangen werden, dass die sehr ehrgeizigen Ziele des Masterplanes (-95% bis 2050) sehr deutlich verfehlt werden.

¹⁴ Das Diskussionspapier des IFEU zu den „Empfehlungen zur kommunalen Bilanzierung für 100% Masterplankommunen“ empfiehlt, dass bei der Festlegung von kommunalen Klimazielen Verkehrsmittel mit stark überregionaler Bedeutung aufgrund der geringen kommunalen Einflussmöglichkeiten ausgeklammert werden können.



Vom Jahr 2012 bis 2030 gehen die vorliegenden Technikprognosen (TREMODO, HBEFA) davon aus, dass sich die spezifischen CO₂-Emissionen des MIV aufgrund der Technikentwicklung und der Biokraftstoffbeimischung um 27% und die des ÖV um 33% verringern. Für die Jahre 2030 bis 2050 liegen keine entsprechenden Prognosen vor, so dass wir für die Berechnungen davon ausgegangen sind, dass die Entwicklung von 2025 bis 2030 in die Zukunft bis 2050 extrapoliert werden kann. Unter diesen Annahmen könnte man für das Trendszenario für 2030 von einer 47%igen Minderung der CO₂-Emissionen des betrachteten Verkehrs gegenüber 1990 ausgehen. Da das Ziel eine 63%ige Minderung war, müsste man im Trendszenario für 2030 mit 145% der zulässigen Emissionen rechnen. Im Jahre 2050 wäre dann mit einer 60%igen Emissionsminderung zu rechnen, was bei einem Minderungsziel von -95% eine ca. achtfache Überschreitung der Klimaziele bedeuten würde.

Im **Szenario Ambitioniert** gehen die Aktivitäten der Stadt Rostock deutlich über die im Trendszenario dargestellte „Weiter so“-Entwicklung hinaus. Die mit vertretbarem wirtschaftlichem Mehraufwand erschließbaren technischen Möglichkeiten sollen genutzt werden.

Zum einen wird für die Verkehrsmittel des Umweltverbundes eine offensive, angebotsorientierte Strategie und zum anderen für den privaten motorisierten Individualverkehr eine tendenziell restriktive Strategie verfolgt („Push and Pull“). Die Funktion des Wirtschaftsverkehrs wird dabei gesichert. Im Vordergrund stehen hier die Erhöhung der Verträglichkeiten insbesondere im Hinblick auf Lärmschutz und andere Umweltqualitätsziele, städtebauliche Qualitäten einschließlich Wohnumfeld und Aufenthaltsqualitäten sowie eine gezielte und umfassende Förderung umweltfreundlicher Verkehrsmittel.

Der Zielwert für dieses Szenario besteht darin, bis 2030 den Anteil des Umweltverbundes aus Fußgängern, Radfahrenden und Nutzern des ÖPNV an den Gesamtwegen von 65% (2008) auf 70% zu steigern. Bis 2050 soll diese Entwicklung dann weitergeführt werden mit dem Ziel eines Wegeanteiles des Umweltverbundes von 75%.

Unter den o.g. Annahmen für die Verkehrsentwicklung wurde die resultierende Entwicklung der CO₂-Emissionen für das Szenario Ambitioniert berechnet. Die Emissionsminderung bis 2030 liegt unter diesen Umständen bei -53%, womit das Ziel von -63% immer noch um 28% überschritten wird. Für 2050 kann man von einer Minderung um 68% ausgehen, was etwa das 6,3fache des Zielwertes von -95% darstellt.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass das Ziel einer CO₂-Minderung um 95% bis zum Jahre 2050 im Verkehr nur sehr schwer zu erreichen sein wird. Während die Minderung des Energieverbrauches um 50% schon im Trendszenario erreicht wird, ist man selbst mit den ambitionierten Maßnahmen des Szenarios Ambitioniert noch recht deutlich von der Zielerreichung entfernt. Die Berechnungen basieren natürlich nur auf den heute möglichen Technikprognosen, die von einer stetigen Optimierung der Antriebstechnologien ausgehen. Nicht vorhersehbare technische Innovationen können hier auch zu stärkeren Veränderungen führen, welche nicht prognostiziert werden können.

Prinzipiell muss man aber davon ausgehen, dass der in anderen Bereichen prognostizierte Trend, dass aufgrund des wachsenden Anteils der regenerativen Energieträger die CO₂-Emissionen deutlich stärker gemindert werden als die Energieverbräuche, für den Verkehrsbereich nicht so zu über-



nehmen ist. Auch wenn die Elektromobilität zur Zeit stark gefördert wird, sind zumindest bis zum Jahr 2030 noch keine durchschlagenden Effekte bezüglich der CO₂-Minderung im MIV zu erwarten. Wir müssen nach den gegenwärtigen Prognosen davon ausgehen, dass der MIV noch über einen längeren Zeitraum überwiegend mit fossilen Energieträgern betrieben wird. Die Minderungseffekte der Elektromobilität im ÖV wurden durch die Umstellung der Straßenbahn auf 100% Ökostrom schon zu einem großen Teil ausgeschöpft.

Im **Szenario Zielerreichung** soll dargestellt werden, unter welchen Umständen das Ziel einer 95%igen Minderung der CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker bis 2050 erreicht werden könnte. Für die Berechnungen wurden zunächst Annahmen für die Modal Split-Entwicklung bis zum Jahr 2030 getroffen. Für diesen Zeitraum liegen recht konkrete Prognosen für die Technikentwicklung vor, die von einer stetig wachsenden Effizienz der Antriebe ausgehen, jedoch keine revolutionären Umbrüche in der Technik erwarten. Für diesen Zeitraum konnte also zurückgerechnet werden, wie viel MIV man sich noch leisten könnte, wenn man auf dem Zielpfad bleiben wollte. Dies wäre der Fall, bei der Annahme von 80% Umweltverbund und 20% MIV im Jahre 2030. Der Verkehrsleistungsanteil des MIV müsste dann von 59% auf ca. 35% sinken.

Bis zum Jahre 2030 wäre der Zielpfad also theoretisch mit einer sehr drastischen Veränderung des Modal Split zu halten. Für den Zeitraum von 2030 bis 2050 ist das nicht vorstellbar, da es unter der Annahme einer Fortschreibung der Technikentwicklung zwangsläufig einen MIV-Anteil von 0% bedeuten müsste. Das Ziel einer Minderung der CO₂-Emissionen des Personenverkehrs der Rostocker um 95% bis 2050 ist nur zu erreichen, wenn es in diesem Zeitraum zu erheblichen, heute noch nicht prognostizierbaren technischen Innovationen kommt, die allerdings nicht durch kommunale Maßnahmen in Rostock erreicht werden können. Die Bundesregierung versucht zur Zeit durch Förderprogramme derartige Innovationen in der Elektromobilität voranzubringen. Die Erfolge halten sich bisher in Grenzen, da die fossilen Energieträger im MIV noch erhebliche wirtschaftliche Vorteile für die Nutzer haben. Die Prognosen lassen befürchten, dass dies auch noch einige Zeit so bleiben wird. Was jedoch im Zeitraum 2030 bis 2050 hier passieren wird ist offen.



Literaturverzeichnis

BMVBS 2012

Verkehr in Zahlen 2012/2013, Berlin 2012

BUNDESREGIERUNG 2010

Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Berlin 28.09.2010, <http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Energiekonzept/energiekonzept.html>

DIFU 1997

Leitfaden für die Erarbeitung kommunaler Programme zur Verminderung von CO₂- und Treibhausgasemissionen, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin 1997

DLR/IFEU 2006

Die Energie- und Emissionsbilanz des Verkehrs, Studie im Auftrag des Deutschen Verkehrsforums, DLR/IFEU März 2006

GEMIS

Öko-Institut: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.8
<http://www.gemis.de/de/index.htm>

IFEU 2010

Fortschreibung und Erweiterung „Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030“ (TREMOMOD, Version 5), im Auftrag des Umweltbundesamtes (FKZ 3707 45 101), Heidelberg 2010

IFEU 2012

Aktualisierung „Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030“ (TREMOMOD, Version 5.3) für die Emissionsberichterstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011) im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg 2012

IFEU 2013

Empfehlung zur kommunalen Bilanzierung für 100% Masterplankommunen, Diskussionsgrundlage, Heidelberg, 6. Februar 2013

INFAS, DLR 2010

Mobilität in Deutschland 2008, im Auftrag des BMVBS, Bonn und Berlin, Februar 2010

INFRAS AG 2010

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, INFRAS AG Bern 2010

ITP, BVU 2007

Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des BMVBS (FE-Nr. 96.0857/2005), München/Freiburg 2007



KLIMA-BÜNDNIS 2007

Empfehlungen des Arbeitskreises „CO₂-Reduktionsstrategien im Klima-Bündnis“ zur Erstellung des kommunalen Klimaschutzberichtes, www.klimabündnis.org

PROBAS 2010

ProBas-Datenbank des Umweltbundesamtes, www.probas.umweltbundesamt.de

STATISTISCHES BUNDESAMT 2013

<https://www-genesis.destatis.de>

Abruf 19.02.2013

TIEF- UND HAFENBAUAMT ROSTOCK 2013

Daten der Dauerzählstellen in Rostock, interne Mitteilung, Rostock April 2013

TU DRESDEN 2009

Mobilität in Städten-SrV 2008, Datensatz Rostock, TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung, 2009

TU DRESDEN 2011

Aktualisierung des Ansatzes zur Berechnung und Fortschreibung des CO₂-Verkehrsemissionen Dresdens, TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Mai 2011

TU DRESDEN 2012

CO₂-Verkehrsemissionen Dresdens - Maßnahmenpotenziale und Entwicklungsszenarien / Entwicklung und Bewertung von Maßnahmenpaketen, TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Mai 2012

TU DRESDEN 2013

Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz, im Auftrag des Umweltbundesamtes, TU Dresden Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung und Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Dresden 2013

UBA 2009

Vergleich der Emissionen einzelner Verkehrsträger im Personenverkehr, UBA Berlin 2009