Green City Plan BO

raumkom

Institut für Raumentwicklung und Kommunikation

Max-Planck-Str. 18 - 54294 Trier

Impressum

Green City Plan Bochum

raumkom

Institut für Raumentwicklung und Kommunikation

Max-Planck-Straße 18

54296 Trier

Tel.: 0651/49 36 88 50

Mail: info@raumkom.de

Autoren

Dr. Christian Muschwitz (Projektleitung);

Fabian Bauer; Dr.-Ing. Jürgen Brunsing;

Max Vogel; Fabio Baque

Veröffentlicht

Juli 2018

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen

16AVF3022A

Inhaltsverzeichnis

Impressum ... 2
Abkürzungsverzeichnis ... 9
Kurzzusammenfassung ... 11
1 Ausgangssituation und Anlass ... 13
1.1 Konzept des Fördermittelgebers ... 15
1.2 Vorgegebene Zeitplanung ... 15
1.3 Klage und mögliche Auswirkungen eines Gerichtsurteils ... 16
1.4 Schadstoff Stickoxide ... 17
1.5 NO_2 als aktuell spezifisches Problem von Diesel Pkw ... 18
1.6 Fahrverbote ... 19
1.7 Was kann der GCP und was nicht? ... 23
2 Grundlagen und Zielsetzung ... 25
2.1 NO_2 Befunde Herner Straße ... 25
2.3 Kommunaler Handlungsrahmen ... 27
2.5 Fahrzeugbestand und Zusammensetzung ... 29
NOx Emissionen ... 32
Abgasnormen Pkw ... 33
3 Aktuelle Handlungsansätze der Stadt Bochum ... 35
3.1 Zusammenfassung der Interviews ... 35
Maßnahmen zum Rad- und Fußverkehr ... 35
Maßnahmen zur Einführung der Elektromobilität ... 36
Maßnahmen im öffentlichen Personennahverkehr ... 36
Maßnahmen zur Verringerung der Immissionsbelastungen an der Herner Straße ... 37
Zusammenfassung und Einordnung bisher durchgeführter Maßnahmen ... 37
Interviewte Personen ... 38
3.2 Weitere Maßnahmen aus dem Nahverkehrsplan Bochum 2017 ... 38
Handlungsansätze ÖPNV ... 39
Planwerke und Konzepte mitbesonderer Relevanz für die Luftreinhaltung ... 41
3.3 Zwischenfazit - Konsequenzen ... 46
4 Fachgutachten im Rahmen des GCP BO ... 48
4.1 Anlass ... 48

4.2 Vergabe 48
4.3 Ergebnisse Gutachten Autonomes Fahren 48
4.4 Ergebnisse Gutachten E-Mobilität 52
4.5 Ergebnisse Gutachten Verkehrslenkung 54
4.6 Zwischenfazit 58
5 Maßnahmenmatrix 60
5.1 Maßnahmen zur Luftreinhaltung im Kontext von Verkehr und Mobilität 62
5.2 Auswahl und Zusammenstellung der Maßnahmen 64
5.3 Zeithorizonte der Wirkungen der Maßnahmen 65
5.4 Beschreibung verkehrlicher Maßnahmen 66
ID 1 LKW Verlagerung 66
ID 2 MIV Diesel Fahrverbote 67
ID 3 MIV P+R 68
ID 4 MIV Erhöhung Flottenanteil E-Autos 69
ID 5 MIV Verkehrsregelung Tempo 30 flächendeckend 71
ID 6 MIV Parkraumreduktion und -bewirtschaftung Innenstadt 72
ID 7 MIV Beschilderung / Stauinformationstafeln / Telematik 73
ID 8 MIV Verkehrliche Verlagerung, Teilsperrung Herner Str. 74
ID 9 MIV Kostenverlagerung City-Maut 75
ID 10 MIV Verflüssigung Grüne Welle bei Tempo30 / Tempo 40 76
ID 11 MIV Ruhender Verkehr: Stellplatzablösen zweckgebunden verwenden 78
ID 12 MIV Ausweitung Car-Sharing 79
ID 13 ÖPNV Beschleunigung Busspuren 80
ID 14 ÖPNV- Vergünstigung P+R Tarif 82
ID 15 ÖPNV Einsatz von E-Bussen auf grüner Linie 83
ID 16 ÖPNV Autobuspersonenanhänger / Buszug 85
ID 17 ÖPNV Autowrack gegen Ticket 2000 86
ID 18 ÖPNV Strategieentwicklung Angebotsausweitungen 87
ID 19 ÖPNV on demand 89
ID 20 ÖPNV Tarifinnovationen 90
ID 21 EMOBIL Umstellung der städtischen PKW- und Kleinnutzfahrzeuge auf E-Mobilität 92
ID 22 EMOBIL Elektrifizierung des innerstädtischen Güterverkehrs 93
ID 23 RAD Ausbau zentraler Achsen zwischen Stadtteilen und Stadtzentrum 94
ID 24 RAD Aufbau radialer Verbindungen der Stadtteile untereinander 95

ID 25 RAD Radverkehrskonzept 96
ID 26 RAD Höhere Standards für Radverkehrsanlagen 97
ID 27 RAD Ausweisung von Fahrradstraßen 99
ID 28 RAD Zuschuss für Falträder 100
ID 29 FUSS Verbesserung von Querungsstellen für Fußgänger 102
5.2Beschreibung nicht verkehrliche Maßnahmen 104
ID 30 STÄDTEBAU Autofreie Wohnquartiere 104
ID 31 NOX Photoment 106
ID 32 NOX Schaffung von Luftschneisen 107
ID 33 NOX Mooswände / City Tree 109
ID 34 KAMPAGNE Sensibilisierung für die individuelle Verantwortung 109
ID 35 KAMPAGNE Alltagsradfahren 110
ID 36 KAMPAGNE ÖPNV Stellenwert und Image 112
ID 37 KAMPAGNE E-Mobilität 113
5.3 Beschreibung übergeordneter Maßnahmen 115
ID 38 ANDERE Verlagerung temporäre Sperrung der Abfahrten A 43/A40 115
ID 39 ANDERE Flottenveränderung 116
ID 40 ANDERE Softwareupdates 118
ID 41 ANDERE Hardwareupdates 119
ID 42 ANDERE Entgeltfreier ÖV 120
ID 43 ANDERE Bürgerticket 122
ID 44 ANDERE Betriebliches Mobilitätsmanagement (BMM) 123
ID 45 ANDERE Erhöhung der Energiesteuer für Kfz 126
6 Maßnahmenvorschläge und Wirkungen 128
6.1 Herangehensweise und Berechnungsgrundlagen 128
6.2 Radverkehr 129
6.3 ÖPNV 131
6.4 MIV 133
6.5 Logistik 135
6.6 Sonstige Themen 136
7 Förderungsmöglichkeiten und Förderanträge 137
7.1 Förderprogramme des Bundes und der KfW 137
Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz GVFG 137
Fördermaßnahmen aus dem Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020 137

Umweltbonus (BAFA) 137
Förderrichtlinie Anschaffung Elektrobusse (BMU) 137
Förderprogramm Kommunalrichtlinie (NKI) 138
Kleinserien-Richtlinie (Förderung Schwerlastfahrräder) 138
Nationale Klimaschutzinitiative (BMU) 138
KfW Umweltprogramm 138
Radwege an Bundesstraßen 138
7.2 Förderprogramme des Landes und Landesbank - Elektromobilität 138
Sofortprogramm Elektromobilität - Elektromobilität in Kommunen 138
Sofortprogramm Elektromobilität - Private und öffentliche Ladepunkte/-säulen 139
Darlehen NRW.BANK.Elektromobilität 139
7.3 Förderprogramme des Landes und Landesbank – Nahmobilität 139
Gesetz über den öffentlichen Personennahverkehr in Nordrhein-Westfalen (ÖPNVG NRW) ... 139
Förderrichtlinie Nahmobilität (FöRi-Nah) 140
Radwege an Landesstraßen 141
Förderrichtlinien kommunaler Straßenbau 141
7.4 Förderprogramme des Landes mit Maßnahmenbezug im weiteren Sinne 141
Richtlinie Grüne Infrastruktur 141
Zuwendungen zur Anpflanzung und Ergänzung von Alleen 141
EFRE MobilitätLogistik.NRW / Leitmarkt Mobilität und Logistik NRW 142
7.5 Förderantrag „Emissionsfreie Innenstadt“ 142
8 Beteiligung 143
8.1 Interne Arbeits- und Lenkungsgruppe & Akteurs-Netzwerk 143
Erstes Treffen der Lenkungsgruppe 15.02.2018 143
Zweites Treffen der Lenkungsgruppe 20.06.2018 145
8.2 Öffentlichkeitsbeteiligung 146
8.3 Präsentation im Ausschuss für Infrastruktur und Mobilität der Stadt Bochum 148
9 Schlussfolgerungen 149
Ad hoc-Lösung Herner Straße 149
Radverkehr hat das größte Potential 150
E-Mobilität mit Fokus auf innerstädtische Verkehre 150
Den ÖPNV kontinuierlich aufwerten 150
Der MIV muss entschleunigt und reguliert werden 151
Weitere Themen 151

Literaturverzeichnis 152
Anhang 154
Teilgutachten Autonomes Fahren auf der Relation Mark 51°7 – Ruhr Universität Bochum 154
Teilgutachten Elektromobilität Bochum 154
Teilgutachten Verkehrslenkung / Verkehrssteuerung Fokus: Herner Straße / Stadt Bochum 154

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitplan Green City-Plan Bochum zum Zeitpunkt des Beginns 16
Abbildung 2: Anteil NO_2 Emissionen nach Verkehrsträger 19
Abbildung 3: Bestand an Benzin-Pkw in Deutschland nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017 29
Abbildung 4: Bestand an Benzin-Pkw in Bochum nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017 29
Abbildung 5: : Bestand an Diesel-Pkw in Bochum nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017 30
Abbildung 6: Bestand an Diesel-Pkw in Deutschland nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017 30
Abbildung 7: Bestand an Lastkraftwagen in Deutschland nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017 ... 31
Abbildung 8: Anteil der NO_X – Gesamtbelastung 42
Abbildung 9: Arbeitsprogramm Klimaschutzteilkonzept 43
Abbildung 10: Plangebiet und beabsichtigte autonom fahrende Verbindung 49
Abbildung 11: Streckenabschnitte der Vorzugsvariante autonomes Fahren 50
Abbildung 12: Streckenabschnitte der Alternativariante autonomes Fahren 51
Abbildung 13: E-Mobilität Kommunaler Handlungsraum 52
Abbildung 14: Differenz der Verkehrsbelastung bei einer Fahrspur je Richtung und Tempo 30 km/h auf der Herner Straße 56
Abbildung 15: Anteile der Wegezwecke am Verkehrsaufkommen 63
Abbildung 16: Wegezwecke nach Wochentagen 64
Abbildung 17: Neuzulassungen PKW national 116
Abbildung 18: NO_2-Reduktion durch Radverkehrsmaßnahmen 130
Abbildung 19: NO_2 Reduktion durch ÖPNV –Maßnahmen 132
Abbildung 20: NO_2 Reduktion durch MIV - Maßnahmen 135
Abbildung 22: Tagesordnung Workshop Lenkungsgruppe 15.02.2018 144
Abbildung 23: Tagesordnung Treffen der Lenkungsgruppe 20.06.2018 145
Abbildung 24: Tagesordnung Öffentlichkeitsforum 24.04.2018 147

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lage der NO_2-Messtation VBOH2 (EU Kennung DENW331) des LANUV an der Herner Straße. 26
Tabelle 2: Kfz- Bestand Bochum 2018 29
Tabelle 3: Typische Real Emissione NO_X Tabelle 4: Grenzwerte NO_X Emissionen 32
Tabelle 5: Abgasnormen Ottomotoren Kfz bis 3,5 t. 33
Tabelle 6: Abgasnormen Dieselmotoren Kfz bis 3,5 t. 34
Tabelle 7: Interviewpartner 38
Tabelle 8: Vergleich der NO_X-Emissionen aus den Quellbereichen Industrie, Kleinfeuerungsanlagen und Verkehr für den Teilplan Ost 41
Tabelle 9: Differenzen bei T30 einspurig KFZ Abschnitte der Herner Straße 57
Tabelle 10: Maßnahmenübersicht MIV 60
Tabelle 11: Maßnahmenübersicht ÖPNV 60
Tabelle 12: Maßnahmenübersicht E-Mobilität 60
Tabelle 13: Maßnahmenübersicht Rad 61
Tabelle 14: Maßnahme Städtebau 61
Tabelle 15: Maßnahmenübersicht NO_X reduzierende Maßnahmen 61
Tabelle 16: Maßnahmenübersicht Kampagnen 61
Tabelle 17: Maßnahmenübersicht Andere Maßnahmen 61

Abkürzungsverzeichnis

A	ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrradclub
	AGFS	Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte
B	BAB	Bundesautobahn
	BauGB	Baugesetzbuch
	BauO	Bauordnung
	BImschG	BundesImmissionsschutzgesetz
	BImschV	BundesImmissionsschutzVerordnung
	BMM	Betriebliches Mobilitätsmanagement
	BOGESTRA	Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG
	B+R	Bike and Ride
	BVG	Berliner Verkehrsbetriebe
	BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
C	CO_2	Kohlenstoffdioxid
D	DSW21	Verkehrsabteilung der Dortmunder Stadtwerke
	DST	Deutscher Städtetag
	DUH	Deutsche-Umwelthilfe
E	EEA	European Energy Award
	EFRE	Europäischer Fond für regionale Entwicklung
	EVAG	Essener Verkehrs AG
	EURO X	Abgasnorm Stufen (1 bis 6)
	EURO 6d TEMP	Übergangsstufe Abgasnorm Stufe 6
F	FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
	FNP	Flächennutzungsplan
G	ggf.	Gegebenenfalls
	GCP	Green City Plan
	GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
H	HTW	Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes
K	KBA	Kraftfahrtbundesamt
	KEP-Dienst	Kurier-, Express-, Paket-Dienst
	Kfz	Kraftfahrzeug
	kWh	Kilowattsunde
L	LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

	LKW	Lastkraftwagen
	LIS	Ladeinfrastruktur
	LSA	Lichtsignalanlage
M	MiD	Studie Mobilität in Deutschland
	Mio.	Millionen
	MIV	Motorisierter Individualverkehr
	Mrd.	Milliarden
N	NO	Stickstoffmonoxid
	NO_2	Stickstoffoxid
	NO_X	Stickoxide
	NRVP	Nationale Radverkehrsplan
	NRW	Nordrhein-Westfalen
	NVP	Nahverkehrsplan
O	O_3	Ozon
	ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P	PKW	Personenkraftwagen
	P+B	Park and Bike
	P+R	Park and Ride
R	RDE	Real Driving Emission Test
	RS1	Radschnellweg 1
	RUB	Ruhr Uni Bochum
	RVR	Regionalverband Ruhr
S	SPNV	Schienenpersonennahverkehr
	SrV	System repräsentativer Verkehrsbefragungen
	StVO	Straßenverkehrsordnung
T	TA Luft	Technische Anleitung Luft
U	u.a.	unter anderem
	UBA	Umweltbundesamt
V	vgl.	vergleiche
	VDV	Verband deutscher Verkehrsunternehmen
	VRR	Verkehrsverbund Rhein-Ruhr
W	WLTP	World Light Test Procedure
Z	z.B.	Zum Beispiel

Kurzzusammenfassung

Der hier vorgelegte Green City Plan für Bochum untersucht die Möglichkeiten die Luftreinhaltung mit dem Schwerpunkt auf NO_2 durch vor allem verkehrliche Maßnahmen soweit zu verbessern, dass Überschreitungen des Grenzwerts für diesen Schadstoff in Zukunft nicht mehr vorkommen.

Dabei wird zunächst die allgemeine Ausgangssituation geschildert, also die Problematik der Diesel-Stickoxid-Emissionen und die Natur und die Eigenart von Stickoxiden als Luftschadstoff. Des Weiteren wird der konkrete Anlass im Bochumer Kontext, speziell die Grenzwertüberschreitung an der Messstelle an der Herner Straße, erläutert. Die bundesweite Diskussion über die Fahrverbote wird aufgegriffen, ebenso wie der juristische Sachstand hinsichtlich der Klagen der DUH gegen die Kommunen mit Grenzwertüberschreitungen.

Weiterhin wird der kommunale Handlungsrahmen und die Grenzen des kommunalen Handelns dargestellt. Auch die Leistungsfähigkeit und Leistungsgrenze des sog. Green City Plans wird diskutiert.

Anschließend erfolgt eine Inventarisierung der bereits vorgenommen Anstrengungen der Akteure der Stadt Bochum zur Verbesserung der Luftreinhaltung werden untersucht. Dazu sind einerseits Interviews vorgenommen worden, aber auch Planwerke analysiert worden.

Drei Fachgutachten die im Rahmen des GCP Bochum vergeben wurden, beschäftigen sich mit besonderen Teilaspekten der Mobilität. Untersucht wird eine experimentelle Trasse für ein Pilotprojekt zum autonomen Fahren, das Thema Elektromobilität und die Möglichkeiten der Verkehrslenkung und -steuerung auf der Herner Straße zur Reduktion von NO_2 dort.

Das anschließende Kapitel stellt insgesamt 45 Maßnahmen aus den Bereichen verkehrlicher Maßnahmen (LKW, MIV, ÖPNV, Radverkehr, Fussverkehr und E-Mobilität), nicht verkehrlicher Maßnahmen (NOx reduzierende Maßnahmen, Städtebau, Kampagnen) und übergeordneter Maßnahmen vor. Alle Maßnahmen haben eine besonderen Bezug zum Thema NO2 Reduktion. Aus ihnen werden Maßnahmenbündel bzw. Strategien für die Bereiche Radverkehr, ÖPNV, MIV und Logistik entwickelt. Diese Kapitel bilden den Kern des Green City Plans.

Dargestellt werden weiterhin die aktuell verfügbaren Förderprogramme zur Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung einer neuen und innovativen Mobilität.

Schließlich wird der begleitende Beteiligungsprozess dargestellt. Die Erstellung des Green City Plans wurde durch eine fachliche Lenkungsgruppe flankiert und es gab eine Bürgerbeteiligung. Des Weiteren wurde der Entwurf des Plans dem Ausschuss für Infrastruktur und Mobilität des Rates der Stadt Bochum vorgestellt.

Das Ergebnis des Green City Plans lässt sich wie folgt beschreiben: Für den besonders problematischen Bereich der Herner Straße wird gutachterlich eine Reduktion auf Tempo 30 km/h und einspurige Verkehrsführung je Richtung vorgeschlagen. Damit wäre das NO_2 Problem an dieser Stelle mit hoher Wahrscheinlichkeit gelöst.

Für den gesamtstädtischen Kontext wird die Stärkung des Radverkehrs und des ÖPNV vorgeschlagen, bei gleichzeitiger Entschleunigung und Regulierung des MIV. Das Zusammenspiel dieser Strategien ist

dazu geeignet einen umfassenden Modal Shift herbeizuführen, dies wiederum führt zu einer deutlichen und ausreichend hohen Reduktion des Luftschadstoffs NO_2.

1 Ausgangssituation und Anlass

In den vergangenen Jahren überlagern sich zwei Entwicklungen, deren Auswirkungen maßgeblich zur Bearbeitung von Green City Plänen (GCP) zur kommunalen Reduktion von Stickoxiden geführt haben:

1. Forderung nach Einhaltung der EU-Grenzwerte für NO_2

Europarechtlich gilt bei Stickstoffdioxid ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³, wobei maximal 18 Mal pro Jahr ein Stundenmittel von 200 µg/m³ überschritten werden darf. Diese Grenzwerte müssen, durch Erweiterung der 39. BImschV in nationales Recht übernommen, bereits seit dem 01.01.2010 eingehalten werden. Und bei diesem Schadstoff gibt es an verkehrsbelasteten Messstationen seit Jahren, wenn überhaupt, nur einen langsamen Rückgang der Konzentrationen.

Es erstaunte daher, wie viele Politiker und Experten angesichts der hohen Stickoxidbelastungen überrascht waren. Denn schon den späten 1980er Jahren existieren dazu Befunde. So bewertete z.B. der GVP Kassel aus dem Jahr 1988 die verkehrliche Situation der Stadt u.a. unter ökologischen Gesichtspunkten. Die Verfasser nahmen damals Bezug auf die Schweizer Luftreinhalteverordnung von 1986, die einen Grenzwert von 30 µg/m³ vorgab. Dieser Wert wurde auf 40% der Kasseler Siedlungsfläche überschritten, während der in der damaligen TA Luft formulierte Grenzwert von 80 µg/m³ auf dem gesamten Stadtgebiet eingehalten wurde. Daher war seit langem klar, dass Stickoxidbelastungen innerorts hoch ausfallen können.

Brunsing schrieb vor acht Jahren im letzten Absatz eines Artikels (Verkehrszeichen 4/2010, S.8): *„Somit bleibt zu hoffen, dass sich die EU weiterhin den Versuchen der Lobbyisten widersetzt und Vertragsverletzungsverfahren initiiert, wenn Grenzwerte nach einer i.d.R. großzügig bemessenen Übergangsfrist nicht eingehalten werden. Als Beispiel nennen EU-Vertreter gerne das Verfahren gegen die Stadt Stuttgart. Dort wurde dem Regierungspräsidenten ein Zwangsgeld in Höhe von 5.000 € für den Fall angedroht, dass er nicht innerhalb kürzester Zeit drei Maßnahmen zur Luftreinhaltung umsetze, um am Stuttgarter Neckartor die Feinstaubgrenzwerte einzuhalten. Dies ist binnen kürzester Zeit erfolgt, was leider die allgemeine Vermutung bestätigt, dass letztlich nur drakonische Anordnungen mit finanziellen Sanktionen Wirkung zeigen.“* Diese Anordnungen kamen sieben Jahre lang nicht. Stattdessen haben sich zu viele Verantwortliche auf Untersuchungen und Berechnungen wie die des IFEU-Instituts im Auftrag des UBA verlassen (zitiert im Shell Szenario „Mehr Autos – weniger Emissionen“, Hamburg 1999, S.27). Neben einem Rückgang der CO-, Benzol-, FCKW- und Dieselemissionen zwischen 1990 und 2020 sollten die jährlichen Stickoxidemissionen im Straßenverkehr von ca. 1.200.000 t (1990) auf weniger als 300.000 t (2015) zurückgehen. Begründet wurde diese Entwicklung mit dem - nicht eingetretenen - Rückgang des Durchschnittsverbrauchs und dem Einsatz neuer Abgastechnologien. Erst durch die unmissverständliche Androhung weiterer Klagen seitens der EU-Kommission 2017 gegen die Bundesrepublik Deutschland begann ein allmähliches, spätes Umdenken, was durch die Klagen der Deutschen Umwelthilfe – ohne damit eine Bewertung der Organisation bzw. ihrer Vorgehensweise vorzunehmen - deutlich beschleunigt wurde.

2. Die Abgasprobleme bei Dieselfahrzeugen

Im Zusammenhang mit der so genannten Abgasaffäre, resultierend aus Schadstoffnachmessungen in den Vereinigten Staaten von Amerika zunächst bei Dieselfahrzeugen von Volkswagen, wurde schnell klar, dass nicht nur die entsprechenden Fahrzeuge des VW-Konzerns, sondern die nahezu aller Automobilproduzenten, höhere NO_2-Werte emittieren als angegeben. Software-Updates gelten mindestens bei einigen Fahrzeugtypen als technisch problematisch; ihre Wirkung ist bezogen auf NO_2-Emissionsreduzierungen eher als gering anzusehen. Eine entsprechende Hardwarenachrüstung durch die Automobilhersteller wurde weder von Seiten der alten noch der neuen Bundesregierung offensiv gefordert; gesetzlichen Regelungen für eine Sperrung von Straßen für stark emittierende Fahrzeugtypen („blaue Plakette“) aus Sorge vor politischen Folgen im Bundestagswahljahr 2017 sowie bislang 2018 nicht umgesetzt. Der Deutsche Städtetag setzt sich eindeutig für diesen Ansatz ein. Stattdessen berief die Bundeskanzlerin Mitte 2017 ein „Nationales Forum Diesel“ ein. Dessen Ergebnis und die Gespräche der Bundesregierung mit den Ländern und Kommunen zur Luftreinhaltung im August / September 2017 bildet die Unterstützung der Kommunen bei der Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität mit einem Fonds „Nachhaltige Mobilität für die Stadt“, kurz Mobilitätsfonds. Ziel der Unterstützung ist die Entwicklung individueller Masterpläne („Green-City Plan“) in Kommunen wie Bochum mit besonders hohen NO_2-Belastungen.

Die Stadt Bochum mit ca. 360.000 Einwohnern ist eine von 90 Kommunen, die 2016 an einzelnen Messstellen über dem Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³ lagen und mit erhobenen 50 µg/m³ sogar den gemäß VDI empfohlenen Tagesmittelgrenzwert erreichten. 70 dieser 90 Kommunen müssen mit einem Vertragsverletzungsverfahren der Deutschen Umwelthilfe rechnen (PtJ 2017). Auch im Fall der Stadt Bochum hat die DUH inzwischen Klage gegen die Bezirksregierung eingereicht. (Weitere betroffene Ruhrgebietsstädte sind die an Bochum angrenzenden Städte Herne, Dortmund, Hagen, Essen, Gelsenkirchen.)

Die Verkehrsminister der Länder einigten sich 2016 auf ‚alternative Maßnahmen‘ zur Reduzierung von NO_2 wie moderne Linienbusse, um ein generelles Fahrverbot von Dieselfahrzeugen zu vermeiden, ohne dass den Ankündigungen konkrete Fördermittelzusagen gefolgt sind. Ähnlich äußerte sich das Präsidium des Deutschen Städtetages im April 2017. Die Städte hätten mit Aufstellung von 240 Luftreinhalteplänen viel für eine bessere Luftqualität getan, wollten aber keine leeren Innenstädte verursachen. Adäquate Maßnahmen seien alternative Angebote in Form eines leistungsstarken und attraktiven ÖPNV, eines gut ausgebauten Radwegenetzes sowie in Form von Nahverkehrsabgaben, Zufahrtsgebühren und so genannte Bürgertickets. Außerdem müsse der Bund die Fahrzeughersteller zur Hardwarenachrüstung verpflichten. Zwei Jahre später veröffentlichte der Deutsche Städtetag ähnliche Ansätze, forderte aber vom Bund 2 Mrd. € zusätzliche Mittel über einen Zeitraum von 10 Jahren. Ob dies als Eingeständnis zu werten ist, dass in den vergangenen Jahren so gut wie keine entsprechenden Ansätze umgesetzt wurden bzw. dass die Lobbyarbeit des Deutschen Städtetages zu wenig für die Mitgliedskommunen erreicht hat, soll an dieser Stelle nicht weiter kommentiert werden. Es erscheint allerdings wenig verwunderlich, dass die NO_2-Emissionen in Bochum sich in 2017 nicht reduziert haben. Diese Tendenz wird von anderen verkehrsbelasteten Messstationen in der Region bestätigt.

Messaktivitäten zur Beurteilung der Luftqualität auch außerhalb des gesetzlich geregelten Umfangs können sinnvoll und hilfreich sein, wenn dadurch das Bewusstsein für das Thema in der Öffentlichkeit

steigt. Für einen Vergleich mit den gesetzlichen Grenzwerten sind sie jedoch aufgrund vieler insbesondere bei der Probennahme zu beachtender Randbedingungen ungeeignet (vgl. Rheinland Pfalz, Landesamt für Umwelt 2018).

Die bis Mitte 2018 zu erarbeitenden Masterpläne dienen einerseits den Kommunen als Basis für die Umsetzung von emissionsmindernden Maßnahmen im Straßenverkehr und anderseits dem Bund als Grundlage für weitere Förderentscheidungen zur verbesserten Luftreinhaltung und für nachhaltige Mobilität.

Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) erkennt in den bisherigen Handlungsansätzen letztlich keine Verbesserungen und hat Ende März 2018 Klagen gegen elf weitere Städte eingereicht, in denen die Jahresmittelgrenzwerte wie erwähnt überschritten werden, darunter Bochum. Nach Auffassung der DUH sei die Einhaltung der Grenzwerte nur möglich durch eine rasche Umsetzung kurzfristig wirksamer Maßnahmen wie Fahrverbote für bestimmte Dieselfahrzeuge.

1.1 Konzept des Fördermittelgebers

Nach Einschätzung der Gutachter hofft die Bundesregierung, mit dem Dieselgipfel und den anschließend vergebenen Aufträgen die EU-Kommission von der Ernsthaftigkeit ihrer Bemühungen abseits einer Hardwarenachrüstung bzw. einer Verschrottungsprämie alter Diesel zu überzeugen. Denn die Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid (NO_2) ist 2017 im Vergleich zum Vorjahr zurückgegangen. Die Zahl der Kommunen mit Grenzwertüberschreitungen nahm nach erster Schätzung von 90 auf 70 ab. Das zeigt die Auswertung der vorläufigen Messdaten der Länder und des Umweltbundesamtes (UBA). Dennoch verbleibt eine Überschreitung des Grenzwerts von 40 µg/m³ im Jahresmittel an rund 46 Prozent der verkehrsnahen Messstationen, an zwei Drittel dieser Stationen mit Werten von mehr als 45 µg/m³ sogar deutlich. Somit wird klar, dass diese Vorgehensweise kurzfristig nicht zu entsprechenden Minderungen führt und die EU-Kommission von einer Klage gegen die Bundesrepublik Deutschland nicht abgehalten wird.

1.2 Vorgegebene Zeitplanung

Der mit dem Auftraggeber abgestimmte bzw. vom Fördermittelgeber beeinflusste Zeit- und Arbeitsplan sieht vor, dass wir die Arbeitspakete bis Mitte Juli 2018 bearbeitet und einen ersten Bericht verfasst haben müssen. In der Kürze der Zeit zwischen Anfang Februar und Ende Juni konnten nicht alle Arbeitspakete in der eigentlich notwendigen inhaltlichen Tiefe bearbeitet werden.

	Green City Bochum	AP in Arbeit		Ap in Arbeit/abgeschlossen			AP abgeschlossen	
	Ablauforganisation und Zeitplanung							
	Monate 2018	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Abschluß
AP 1	Analyse und Aufbereitung von Handlungsansätzen und Maßnahmen							
AP 2	(Weiter-)Entwicklung neuer Handlungsansätze und Maßnahmen							
AP 3	Einschätzung der Wirksamkeit bezogen auf NO2-Reduzierung							
AP 4	Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Handlungsansätzen…							
AP 5	Unterstützung bei der Vergabe externer Gutachten							
AP 6	Koordination der Lenkungsgruppe der Stadt Bochum							
AP 7	Konstitution eines Akteurs-Netzwerks							
AP 8	Öffentlichkeitsbeteiligung und Information der politischen Gremien							
AP 9	Berichtswesen							

Abbildung 1: Zeitplan Green City-Plan Bochum zum Zeitpunkt des Beginns

Quelle: raumkom.

1.3 Klage und mögliche Auswirkungen eines Gerichtsurteils

Bereits seit 1990 konnten Fahrverbote in Städten unter bestimmten Voraussetzungen erlassen werden: Mit dem 3. Gesetz zur Änderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes wurde dessen § 40, der sich inhaltlich mit möglichen Beschränkungen des Verkehrs befasst, durch die Aufnahme eines 2. Absatzes ergänzt: „Die Straßenverkehrsbehörde kann den Kraftverkehr auf bestimmten Straßen oder in bestimmten Gebieten unter Berücksichtigung der Verkehrsbedürfnisse und der städtebaulichen Belange nach Maßgabe der verkehrlichen Vorschriften beschränken oder verbieten, soweit die für den Immissionsschutz zuständige Behörde dies im Hinblick auf die örtlichen Verhältnisse für geboten hält, um schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen zu vermindern oder deren Entstehen zu vermeiden.“

Nach dem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 27. Februar 2018 (ausführlicher im Exkurs Kap. 1.6) sind kommunal erlassene Dieselfahrverbote grundsätzlich erlaubt. Drei Wochen nach Inkrafttreten der bundesweit ersten Dieselfahrverbote zur Luftreinhaltung in Hamburg hat die Polizei eine erste Großkontrolle an der Stresemannstraße durchgeführt. Bis dahin hatte die Polizei die Einhaltung der Fahrverbote nur stichprobenartig kontrolliert und auch noch keine Verwarn- oder Bußgelder verhängt. Rund die Hälfte der Fahrzeuge entsprach nicht der gebotenen Schadstoffnorm. Bei Verstößen waren für Pkw 20 Euro und für Lkw 75 Euro fällig. An dieser sowie in der nahegelegenen Max-Brauer-Allee befinden sich Luftmessstationen. Laut dem Hamburger Senat ist die Einhaltung des Grenzwertes an diesen Abschnitten nur mittels der Durchfahrtsbeschränkungen möglich.

Nach einem Urteil des örtlichen Verwaltungsgerichts muss die Stadt Aachen als erste Kommune in NRW ein Dieselfahrverbot vorbereiten. Falls die Stadt und das Land NRW bis Ende 2018 (und damit nicht für derzeit diskutierte Zeiträume bis 2025) keine Alternativen vorlegen, wie der bekannte NO_2-Grenzwert einzuhalten ist, müsse ab 1. Januar 2019 ein solches Verbot in Kraft treten. Eine Berufung gegen die Entscheidung ist zugelassen. Mit diesem Urteil ist zum ersten Mal ein regionales Gericht der Linie des Bundesverwaltungsgerichts gefolgt, das Diesel-Fahrverbote grundsätzlich für zulässig erklärt hatte. Die Stadt Aachen muss aus Gründen der Verhältnismäßigkeit sogar prüfen, ob Verbote nicht nur für Straßenzüge, sondern für ganze Viertel erforderlich sind. Alternativen zur Einhaltung des Grenzwerts sind derzeit nicht erkennbar. Insbesondere in Aachen dreht sich nun alles um die Frage, wie seriös Schadstoffminderungen abgeschätzt werden können.

1.4 Schadstoff Stickoxide

NO_2 ist ein stechend riechendes Gas, das sich vorwiegend in Bodennähe sammelt. Aufgrund seiner geringen Wasserlöslichkeit kann es tief in die Bronchien eindringen und wird dort vom Körper aufgenommen. Negative gesundheitliche Auswirkungen betreffen die Atemwege und das Herz-Kreislauf-System. Vor allem langfristig kann dies zu einer erhöhten Sterblichkeit führen, die vor allem gesundheitlich vorgeschädigte Bevölkerungsgruppen betrifft (BezReg11 – Luftreinhalteplan, S. 8f.).

NO_2 entsteht zu über 90% aus anthropogenen Quellen. Bei der Verbrennung von Dieselkraftstoff reagiert bei hohen Temperaturen natürlicher Stickstoff (N_2) mit Sauerstoff (O_2) zu NO, das im Motor mit Sauerstoff weiter zu NO_2 reagiert und freigesetzt wird. Auch das nicht umgewandelte und emittierte NO reagiert im Weiteren Verlauf mit Ozon (O_3) zu NO_2 (jedoch ist dieser Vorgang über die Menge des bestehenden O_3 begrenzt). Um diesen Reaktionsmechanismen Rechnung zu tragen werden NO und NO_2 in Gänze auch als NO_X erfasst.

Da NO_2 tagsüber durch Sonnenlicht umgewandelt wird (NO und O_3) erreichen die Schadstoffwerte gegen Abend ihre Höchstwerte, bevor das NO_2 nachts wieder abgebaut wird. NO_2 wird nach einigen Stunden bis spätestens zu zwei Tagen zu weiteren Stoffen abgebaut. In Ballungsräumen ergibt sich eine Minderung der NO_2-Konzentration deswegen vor allem durch eine Verdünnung der Schadstoffe, die aus der Vermischung von mit geringer belasteter Luft resultiert. (UniHeidelberg17, S. 10f.; DWD18)

Grenzwerte für Luftschadstoffe dienen dem Schutz der menschlichen Gesundheit und basieren auf Vorgaben der WHO (Weltgesundheitsorganisation). Sie sind in der EU-Luftqualitätsrichtlinie und der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz geregelt und haben immer einen zeitlichen Bezug, der vorgibt, welche Konzentration, gemittelt über welchen Zeitraum, eingehalten werden muss. Für NO_2 ist der kritische Grenzwert der Jahresmittelwert von 40 µg/m^3, der aus den 8.760 Stundenwerten eines Jahres gebildet wird. Dieser für den Schutz der menschlichen Gesundheit in Deutschland (39. BImSchV) bedeutende Jahresmittelwert liegt um 10 µg/m³ höher als der kritische Wert für den Schutz von Ökosystemen, gleichzeitig der in der Schweiz gültige Jahresgrenzwert, und 20 µg/m³ über dem empfohlenen Wert der WHO, bis zu dem keine gesundheitlichen Auswirkungen zu erwarten sind.

Die größte Menge der Stickstoffoxide stammt aus den Abgasen von Kfz und wird damit direkt im Aufenthaltsbereich der Menschen freigesetzt: Aufgrund seines gasförmigen Aggregatzustandes führt sein Ausbreitungsverhalten nur lokale Immissionsspitzen und ihre Verteilung in der bodennahen Luftschicht unterschiedlich.

Die Standortkriterien für Messstationen richten sich nach den standardisierten Vorgaben der EU-Luftqualitätsrichtlinie. Die Kriterien sind im Wesentlichen:

- zu erwartendes Belastungsniveau: Wie viele Emittenten (z.B. Industrie, Gewerbe, Energieerzeugung, Landwirtschaft, Hausbrand und Verkehr) tragen zur Luftschadstoffbelastung bei (Grundprinzip: Je mehr Emittenten, desto mehr Überwachung, desto mehr Messstationen).

Die EU-Richtlinie und die Ländermessnetze unterscheiden dabei folgendes Belastungsregime:

a. Hintergrundmessstationen (repräsentativ für Wald- und Reinluftgebiete)

b. Städtische Hintergrundmessstationen (repräsentativ für urbane Wohngebiete)

c. Hot-Spot-Messstationen (repräsentativ für lokale Spitzenbelastungen aus Industrie und Verkehr)

- Die Anzahl der Bewohner in bestimmten Gebieten (Prinzip: Je mehr Bewohner, desto mehr Überwachung, desto mehr Messstationen)

In der aktuellen NO_2-Diskussion scheinen Benzinfahrzeuge keine Bedeutung zu haben. Das stimmt aber nicht ganz. Hohe Verbrennungstemperaturen sparsamer hubraumreduzierter Motoren (downsizing) führen dazu, dass Stickstoff aus der Luft zu NOx verbrennt. Vier von fünf Benzinern hielten in einem Praxistest von Auto, Motor & Sport zwar die strengen Euro-6-Prüfstandswerte von 60 mg/km auf der Straße ein, wobei der Golf 1.5 TSI am besten abschnitt, der auf gerade einmal 8 mg/km kam. Andererseits liegt der hubraumschwache 1,2-Liter-Motor im Renault Kadjar mit 104 mg/km im Bereich von NO_x-Ausstößen von Dieselfahrzeugen.

Zusammengefasst erscheint es somit unzweifelhaft, dass der Jahresmittelwert zum Schutz der Bevölkerung mindestens einzuhalten, wenn nicht deutlich zu unterschreiten ist.

1.5 NO_2 als aktuell spezifisches Problem von Diesel Pkw

Im Straßenverkehr stammt der größte Anteil an NOx-Emissionen inzwischen von Diesel-Pkw. Historisch war dies keinesfalls immer so – noch bis in das Jahr 2000 lag dieser Anteil im einstelligen prozentualen Bereich.

Ein Grund für diesen rapide steigenden Anteil sind die Erfolge der übrigen Fahrzeugtypen. Auch für Benzin-Pkw „lohnte“ es bis in die 90’er noch, die NOx-Emissionen in Gramm pro Kilometer auszudrücken. Inzwischen emittieren Benzin-Pkw aber nur noch zweistellige Milligramm-Werte pro Kilometer (also tausendstel Gramm) und können diese Werte zumeist auch einhalten. Schwere Nutzfahrzeuge erzeugen zunächst per se höhere Emissionen. Hier sind SCR-Katsysteme jedoch bereits seit 2004 im Einsatz. Zudem unterliegen die Nutzfahrzeuge einem strengeren Kontrollregime (u.a. Verkehrskontrollen), sodass ihre Emissionswerte theoretisch auch in späteren Nachkontrollen

unter Realbedingungen bestehen müssen. In der Konsequenz sind Lkw heute hinsichtlich ihrer NOx-Emissionen bereits zahlreichen Diesel-Pkw überlegen.

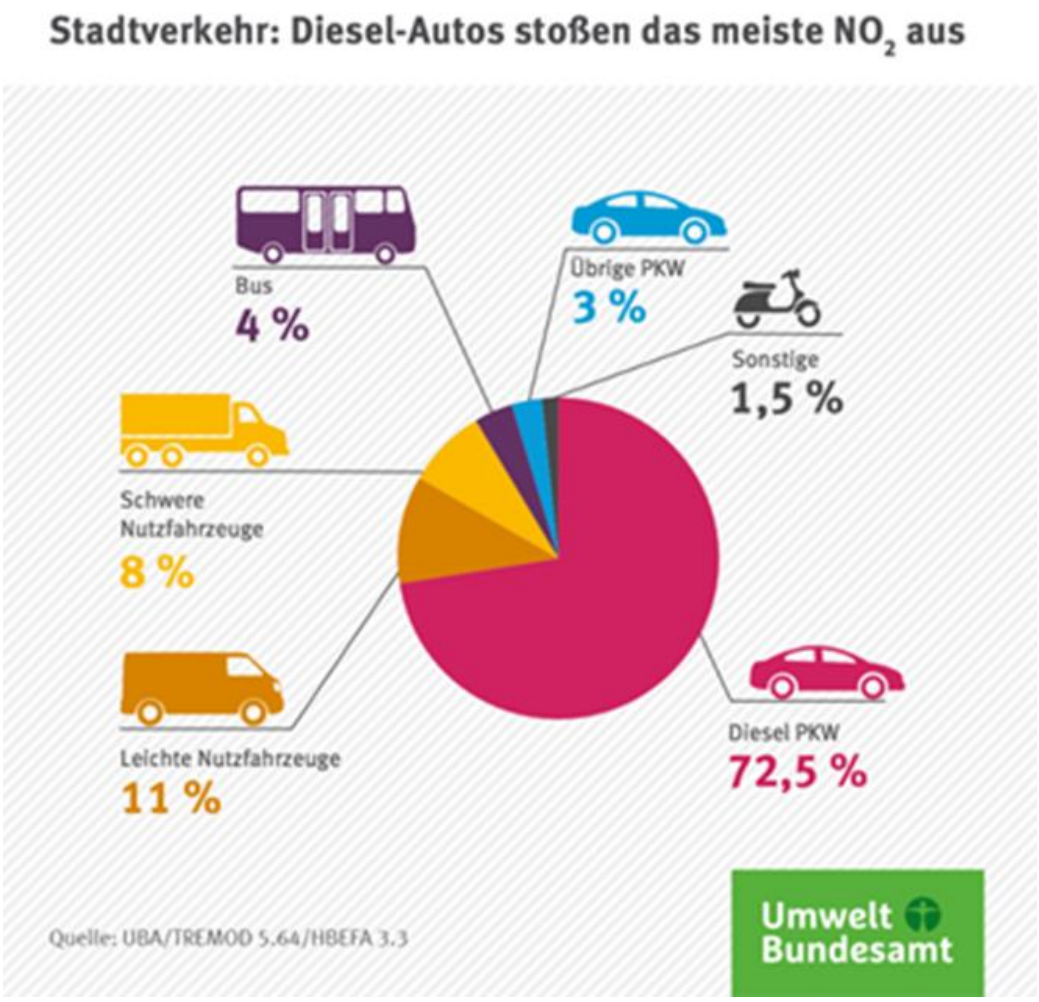


Abbildung 2: Anteil NO_2 Emissionen nach Verkehrsträger

Weiterhin hatten Diesel-Pkw in der Vergangenheit konstant hohe Anteile unter den Neuzulassungen von national über 40% (mitunter bedingt durch steuerrechtliche Gestaltungen und Verschiebungen im Neuwagenmarkt weg von Privatkunden und hin zu Flottenbetreibern).

Hinzu kommt, dass die Emissionswerte der Diesel-Pkw sich zwar prüfstandskonform zeigen, sich dies aber nicht unter Realbedingungen widerspiegelt – der Auslöser des so genannten „Dieselskandals“.

1.6 Fahrverbote

Sofern sofort eine Reduktion der Luftschadstoffe der Stickstoffoxidgruppe an den betroffenen Meßstellen erreicht werden soll, so kann dies theoretisch im Prinzip nur durch partielle oder

durchgängige Durchfahrtsbeschränkungen der entsprechenden Straßenabschnitte für bestimmte Kraftfahrzeuge, deren NOx –Werte im Betrieb signifikant hoch sind, erreicht werden. Das Urteil des BVerG vom 27.02.2018 gibt Kommunen dazu die rechtliche Ermächtigung. Allerdings vor dem Hintergrund einer sehr sorgfältigen Abwägung.

EXKURS juristische Perspektive

Das Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) hatte dazu am 27.02.2018 entschieden (BVerwG 7 C 26.16 - Urteil vom 27. Februar 2018 und BVerwG 7 C 30.17 - Urteil vom 27. Februar 2018), dass Diesel-Fahrverbote rechtlich zulässig sind. Die Revisionen der Länder Nordrhein-Westfalen (BVerwG 7 C 26.16) und Baden-Württemberg (BVerwG 7 C 30.17) im Klageverfahren der Deutschen Umwelthilfe (DUH) waren nicht erfolgreich. Die zuvor gesprochenen Urteile des Verwaltungsgerichts Stuttgart vom 19. Juli 2017 und Düsseldorf vom 13. September 2016 sind damit rechtskräftig. Die Länder müssen Diesel-Fahrverbote als schnellstmögliche Maßnahme, um die Stickstoffdioxid-Werte in den Städten einzuhalten, in die Luftreinhaltepläne aufnehmen.

Allerdings sind bei der Prüfung von Verkehrsverboten für Diesel-Kraftfahrzeuge gerichtliche Maßgaben insbesondere zur Wahrung der Verhältnismäßigkeit zu beachten.

Das Verwaltungsgericht Düsseldorf verpflichtete das Land Nordrhein-Westfalen auf Klage der Deutschen Umwelthilfe, den Luftreinhalteplan für Düsseldorf so zu ändern, dass dieser die erforderlichen Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung des über ein Jahr gemittelten Grenzwertes für Stickstoffdioxid (NO_2) in Höhe von 40 µg/m³ im Stadtgebiet Düsseldorf enthält. Der Beklagte sei verpflichtet, im Wege einer Änderung des Luftreinhalteplans weitere Maßnahmen zur Beschränkung der Emissionen von Dieselfahrzeugen zu prüfen. Beschränkte Fahrverbote für bestimmte Dieselfahrzeuge seien rechtlich und tatsächlich nicht ausgeschlossen.

Das Verwaltungsgericht Stuttgart verpflichtete das Land Baden-Württemberg, den Luftreinhalteplan für Stuttgart so zu ergänzen, dass dieser die erforderlichen Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung des über ein Kalenderjahr gemittelten Immissionsgrenzwertes für NO_2 in Höhe von 40 µg/m³ und des Stundengrenzwertes für NO_2 von 200 µg/m³ bei maximal 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr in der Umweltzone Stuttgart enthält. Der Beklagte habe ein ganzjähriges Verkehrsverbot für alle Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren unterhalb der Schadstoffklasse Euro 6 sowie für alle Kraftfahrzeuge mit Ottomotoren unterhalb der Schadstoffklasse Euro 3 in der Umweltzone Stuttgart in Betracht zu ziehen.

Die verwaltungsgerichtlichen Urteile sind vor dem Hintergrund des Unionsrechts überwiegend nicht zu beanstanden. Unionsrecht und Bundesrecht verpflichten dazu, durch in Luftreinhalteplänen enthaltene geeignete Maßnahmen den Zeitraum einer Überschreitung der seit 1. Januar 2010 geltenden Grenzwerte für NO_2 so kurz wie möglich zu halten.

Entgegen der Annahmen der Verwaltungsgerichte lässt das Bundesrecht zonen- wie streckenbezogene Verkehrsverbote speziell für Diesel-Kraftfahrzeuge jedoch nicht zu. Nach der bundesrechtlichen Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung („Plakettenregelung“) ist der Erlass von Verkehrsverboten, die an das

Emissionsverhalten von Kraftfahrzeugen anknüpfen, bei der Luftreinhalteplanung vielmehr nur nach deren Maßgaben möglich (rote, gelbe und grüne Plakette).

Mit Blick auf die unionsrechtliche Verpflichtung zur schnellstmöglichen Einhaltung der NO_2-Grenzwerte ergibt sich jedoch aus der Rechtsprechung des Gerichtshofs der Europäischen Union, dass nationales Recht, dessen unionsrechtskonforme Auslegung nicht möglich ist, unangewendet bleiben muss, wenn dies für die volle Wirksamkeit des Unionsrechts erforderlich ist. Deshalb bleiben die „Plakettenregelung“ sowie die StVO, soweit diese der Verpflichtung zur Grenzwerteinhaltung entgegenstehen, unangewendet, wenn ein Verkehrsverbot für Diesel-Kraftfahrzeuge sich als die einzig geeignete Maßnahme erweist, den Zeitraum einer Nichteinhaltung der NO_2-Grenzwerte so kurz wie möglich zu halten.

Hinsichtlich des Luftreinhalteplans Stuttgart hat das Verwaltungsgericht in tatsächlicher Hinsicht festgestellt, dass lediglich ein Verkehrsverbot für alle Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren unterhalb der Schadstoffklasse Euro 6 sowie für alle Kraftfahrzeuge mit Ottomotoren unterhalb der Schadstoffklasse Euro 3 in der Umweltzone Stuttgart eine geeignete Luftreinhaltemaßnahme darstellt.

Bei Erlass dieser Maßnahme wird jedoch - wie bei allen in einen Luftreinhalteplan aufgenommenen Maßnahmen - sicherzustellen sein, dass der auch im Unionsrecht verankerte Grundsatz der Verhältnismäßigkeit gewahrt bleibt. Insoweit ist hinsichtlich der Umweltzone Stuttgart eine phasenweise Einführung von Verkehrsverboten, die in einer ersten Stufe nur ältere Fahrzeuge (etwa bis zur Abgasnorm Euro 4) betrifft, zu prüfen. Zur Herstellung der Verhältnismäßigkeit dürfen Euro-5-Fahrzeuge jedenfalls nicht vor dem 1. September 2019 (mithin also vier Jahre nach Einführung der Abgasnorm Euro 6) mit Verkehrsverboten belegt werden. Darüber hinaus bedarf es hinreichender Ausnahmen, z.B. für Handwerker oder bestimmte Anwohnergruppen.

Hinsichtlich des Luftreinhalteplans Düsseldorf hat das Verwaltungsgericht festgestellt, dass Maßnahmen zur Begrenzung der von Dieselfahrzeugen ausgehenden Emissionen nicht ernsthaft in den Blick genommen worden sind. Dies wird der Beklagte nachzuholen haben. Ergibt sich bei der Prüfung, dass sich Verkehrsverbote für Diesel-Kraftfahrzeuge als die einzig geeigneten Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung überschrittener NO_2-Grenzwerte darstellen, sind diese - unter Wahrung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit - in Betracht zu ziehen.

Die StVO ermöglicht die Beschilderung sowohl zonaler als auch streckenbezogener Verkehrsverbote für Diesel-Kraftfahrzeuge. Der Vollzug solcher Verbote ist zwar gegenüber einer „Plakettenregelung“ deutlich erschwert. Dies führt allerdings nicht zur Rechtswidrigkeit der Regelung. (Quelle: Pressemitteilung Nr. 9/2018 vom 27.02.2018 Bundesverwaltungsgericht Leipzig.)

Umsetzung

Das Gebot der sorgfältigen Abwägung und des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit führt dazu, dass Fahrverbote, Fahrverbotszonen bzw. Durchfahrtsbeschränkungen für bestimmte Kfz-Gruppen die „ultima ratio“ sind und auch nicht ohne Übergangs- und Ausnahmeregelungen in Frage kommen (siehe Urteil Verwaltungsgericht Stuttgart vom 19. Juli 2017). Daher ist davon auszugehen, dass zunächst die entsprechend betroffenen Bereiche bzw. Streckenteilabschnitte sorgfältig zu

identifizieren sind und es ist zu prüfen ist, inwieweit Maßnahmen jenseits von Fahrverboten oder Durchfahrtsbeschränkungen tauglich sind, um die Luftschadstoffe zu reduzieren.

Erst wenn die Prüfung aller übrigen Maßnahmen und Möglichkeiten zu dem Schluss kommt, dass nur mit Hilfe von Fahrverboten bzw. Durchfahrtsbeschränkungen das Ziel der Einhaltung der NOx Grenzwerte erreicht werden kann, kommt diese Möglichkeit zum Tragen.

D.h. für die betroffenen, einzelnen Teilabschnitte können dann Durchfahrtbeschränkungen für Dieselfahrzeuge und für Benzinfahrzeuge bestimmter Schadstoffgruppen entweder temporär oder durchgängig verhängt werden.

Im bislang ersten Fall in der Hansestadt Hamburg sind die Max-Brauer-Allee und die Stresemann-straße betroffen - auf 580 beziehungsweise 1600 Metern Länge. D.h. es handelt sich bei besagten Abschnitten nicht um großflächige Verbotszonen, sondern um zwei isolierte Streckenabschnitte und Anlieger beziehungsweise deren Besucher sowie Müllwagen, Krankenwagen, Handwerker oder Lieferverkehr sind ausgenommen. Außerdem wird eine Umleitung ausgeschildert.

Wirkung

Ob Fahrverbote wirkungsvoll zu einer Besserung der Luftqualität beitragen können, hängt von ihrer Qualität und Durchsetzbarkeit ab.

Streckenbezogene bzw. kleinräumige Fahrverbote, deren Durchsetzung auch konsequent sichergestellt wird, dürften in der Praxis dazu führen, dass sich Kfz-Verkehre verlagern. Insofern ist das Luftschadstoffproblem auf diese Weise an den vormals betroffenen Stellen gelöst, kann aber vor allem bei Ausweichbewegungen in sensiblere Quartiere andernorts zu neuen Problemen führen.

Eine flächendeckende bzw. zonenartige Einschränkung käme ebenfalls in Frage, eine Entscheidung dafür wäre aber an eine stufenweise Lösung gekoppelt, um dem Gebot der Verhältnismäßigkeit gerecht zu werden. Die Stadt München etwa, denkt darüber nach innerhalb einer solchen Zone zunächst alle Fahrzeuge mit Euro Norm 4 nach einer Übergangsfrist auszuschließen, in einem späteren Schritt dann alle Fahrzeuge mit Euro Norm 5. In jedem Fall sind hier allerdings Ausnahmereglungen für Handwerker, Anwohner etc. zu ermöglichen. Allerdings kommt eine Untersuchung des Umweltbundesamts zu der Einschätzung, dass im Normalbetrieb Euro 4 Diesel-Pkw weniger NOx emittieren als Euro 5 Diesel-Pkw, sodass mit Klagen gegen derartige Fahrverbote gerechnet werden muß.

Im Übrigen ist die Durchsetzung solcher Einschränkungen des Verkehrs aktuell mit großen Problemen behaftet. Mit Stand Juli 2018 existiert keine bundeseinheitliche Kennzeichnung für Kraftfahrzeuge, die aufgrund ihrer technischen Beschaffenheit, von Einschränkungen ausgenommen werden könnten (z.B. die sog. Blaue Plakette). Das würde daher bedeuten, dass Kommunen, die zu diesem Mittel greifen wollten, faktisch eine eigene Kennzeichnung einführen müssten. Das wiederum stellt die Kommunen verwaltungstechnisch vor fast unlösbare Aufgaben, denn es müssten ja nicht nur die Kfz des eigenen Kennzeichenbereichs, sondern auch die Kfz der Pendler von außerhalb, zunächst geprüft und dann gekennzeichnet werden. Umgekehrt müssten tausende Bürgerinnen und Bürger bei ihren Zulassungsstellen bzw. Ausgabestellen der Kennzeichnung vorstellig werden.

Aber selbst wenn das Kennzeichnungsproblem gelöst werden kann, ist eine Durchsetzung außerdem an eine stringente Überprüfung gekoppelt. Hier sind aktuell ebenfalls Zweifel berechtigt. So hat die Gewerkschaft der Polizei bereits darauf hingewiesen, dass zusätzliche Kontrollaufgaben hier personell nicht realisiert werden können. Daher müsste dies durch die kommunalen Ordnungsbehörden erledigt werden.

Insofern ist die Wirkung der Maßnahme Fahrverbote abhängig von den Umsetzungsbedingungen.

1.7 Was kann der GCP und was nicht?

Der GreenCityPlan kann Maßnahmen vorschlagen, die zu einer Verringerung der NO_2-Belastung führen. Letzlich tut er dies auf der Basis von Modellanahmen und Berechnungen, letzte Sicherheit bringt aber nur die Realiserung und mindestens einjährige Überprüfung in der Praxis.

Die vorgeschlagenen kommunalen Maßnahmen fordern den Kommunen einiges ab. Das ist in gewisser Weise tragisch, denn sie haben zu großen Teilen das Problem gar nicht verursacht. Die Manipulationen bei Dieselabgaswerten, die dazu führt dass viele Pkw im realen Fahrbetrieb weitaus mehr NO_2 ausstoßen als zulässig, die enormen Fliehkräfte der aktuellen Arbeitswelt, welche große Mengen von Pendlern hervorbringt, das geänderte Freizeitverhalten der Menschen, das zur "Rund-um-die-Uhr-Gesellschaft" führt, der demografische Wandel, der große Mengen von hochaktiven, autoorientierten Senioren hervorbringt, all dies liegt nicht in ihrer Einflussmacht. Erschwerend kommt hinzu, dass sie sich in einer gesellschaftlichen Zwickmühle befinden und diese kann auch ein Green City Plan nicht ändern. Denn die theoretisch effizienteste Maßnahme zur NO_2 Reduktion wären Fahrverbote für große Teile der Dieselflotte. Diese anzuordnen ist ihnen, wie ausgeführt, ausdrücklich gerichtlich empfohlen worden. Nur ist dies einerseits lediglich eine juristische Logik, denn solange keine einfache und kostengünstige Überprüfung der Einhaltung von Fahrverboten möglich ist, liegt es auf der Hand, dass diese in der Realität kaum Wirkung entfalten werden. Es fehlt eine bundeseinheitliche Kennzeichnung, es fehlt die sog. „Blaue Plakette“. Auf der anderen Seite stehen die Bürgerinnen und Bürger der Kommune, die in gutem Glauben arglos einen Diesel-PKw besitzen und fahren wollen bzw. müssen. Sie können erst recht nichts für das entstandene Dilemma. Sie haben sich ggf. erst vor wenigen Jahren wegen der Einführung der Grünen Plakettenpflicht in den Umweltzonen von ihrem alten Auto getrennt und z.B. für einen Euro 4 Diesel entschieden. Das klingt erst einmal unlogisch, es ist aber für viele Menschen nicht ungewöhlich, ältere, gut erhaltenen Autos zu kaufen. Sichtbar ist dies am Durchschnittsalter deutscher Pkw, dieses liegt immerhin bei fast zehn Jahren. Nun müssten diese Menschen sie erneut wechseln, das strapziert bei diesen Haushalten den ökonomischen Rahmen aufs Äußerste. Oder sie haben sich, 2015 noch für einen Euro 5 Diesel entschieden und stehen vor dem selben Dilemma. Zusätzlich mussten sie erleben,wie der erzielbare Gebrauchtwagenerlös ihres Pkw sich, durch den sog. Abgasskandal und die Grenzwertüberschreitungen n den Messstationen in den Kommunen, fortlaufend rapide entwertet. Erschwerend kommt bei der NO_2 Problematik hinzu, dass es aktuell keine zugelassenen, technsichen Umrüst- oder Nachrüstmöglichkeiten gibt. Aufgrund des aufwendigen Genehmigungsverfahrens werden diese auch in ein bis zwei Jahren nicht zur Verfügung stehen. Dies ist ein großer Unterschied gegenüber Einführung der feinstaubbedingten Umweltzonen. Damals ging das stufenweise und es gab die Möglichkeit der nachträglichen Ertüchtigung der meisten älteren Fahrzeuge.

All dies führt dazu, dass die Kommunen den Zorn der Menschen, die durch ein Fahrverbot betroffen wären, zu Recht fürchten.

Das heißt, um sozial- und kommunalverträglich zu einer deutlichen NO_2-Minderung zu kommen, sind auf Bundesebene und bei der Automobilindustrie unbedingt Maßnahmen notwendig. Der Bund muss darauf bestehen, dass Hardwarenachrüstungen schnell entstehen, diese mit einer großzügigen Förderung für die privaten Nutzer versehen und sollte erst dann die Blaue Plakette einführen. Die Industrie muss diese Hardware entwickeln und das sehr schnell. Immerhin lassen sich Euro-5-Dieselfahrzeuge nach einem Gutachten von Prof. Georg Wachtmeister von der TU München für ca. 3000 € / Fahrzeug nachrüsten.

Hinzu kommt, dass bei einer Hintergrundbelastung, die mit bis zu 25-35 µg/m³ Luft den Grenzwert von 40 µg/m³ dominierend bestimmt, das kommunal umsetzbare, rein verkehrliche Maßnahmenspektrum kaum ausreicht, um den Grenzwert einzuhalten. Selbst bei vollständiger Sperrung von Hauptverkehrsstraßen für den Durchgangsverkehr dürften der Anliegerverkehr, der öffentliche Verkehr und der Lade- und Lieferverkehr zu einer Annäherung an den EU-Grenzwert führen. Hier ist die Bundesregierung aufgefordert, die Hintergrundbelastung mittels geeigneter Maßnahmen, notfalls mit Filtern, zu reduzieren.

Ein Vergleich mit den in Großstädten eingeführten Umweltzonen drängt sich auf: Was die Stadtluft angeht, ist die Umweltzone eine Erfolgsgeschichte. Diese Vorgehensweise wäre für NO_2-Umweltzonen etwa 2012 die richtige Vorgehensweise gewesen. Wollte man aber heute NO_2-Umweltzonen einführen, müssten alle Diesel unterhalb der Euro-6-Norm - knapp 10 von 15 Millionen - stillgelegt oder kurzfristig aufwändig nachgerüstet werden. Diese Entwicklung kann der GCP nicht beeinflussen; auch hier ist die Bundesregierung gefordert.

Doch bei aller Tragik des kommunalen Dilemmas, solange die Ausgangssituation und die Rahmenbedingungen sich nicht verändern, müssen die Kommunen, ganz egal ob ihnen das gerecht oder ungerecht erscheint, handeln, denn sie sind in der Pflicht. Wer dann als einzige kurzfristige Maßnahme auf den Einsatz von 10 Brennstoffzellenbussen zu verweisen - so geschehen in einer Stadt vergleichbarer Größe - der wird Fahrverbote in einem Gerichtsverfahren nicht verhindern können. Vor Gericht muss glaubwürdig dargelegt werden, welche wirksamen Ansätze aktiv zur Reduzierung der Stickoxide verfolgt werden und dabei kann der Green City Plan ein guter Kompass sein.

2 Grundlagen und Zielsetzung

Ziel der Stadt Bochum ist es, künftig die Einhaltung der EU-Luftqualitätsrichtlinie hinsichtlich des NO_2 Grenzwerts zu gewährleisten. Abseits der kommunalen Hintergrundbelastung entstammt der größte Teil der kommunalen NO_2- Belastung dem Bereich Verkehr. Somit ist das primäre Ziel des Green City Plans, insbesondere verkehrliche Maßnahmen zu identifizieren, die hier wirksame Verbesserungen hervorrufen.

Der folgende Abschnitt widmet sich diesem Ziel und stellt den kommunalen Handlungsrahmen dar, der sich der Stadt Bochum bietet.

2.1 NO_2 Befunde Herner Straße

Station

Die NO_2-Messungen erfolgen über Passivsammler, in deren Absorbermaterial sich das NO_2 anreichert – so auch in der Stadt Bochum an der Herner Straße im Norden des Stadtgebietes. Innerhalb des Messnetzes ist der Standort als Stationsart „Verkehr“ geführt. Diese Messstation weist einige Spezifika auf. Die betroffene Straße verläuft in nord-südlicher Richtung und weist beidseitig eine geschlossene Randbebauung auf. Bei überwiegend vorherrschender west-östlicher Windrichtung kann die Luftzirkulation somit nur einen geringen Beitrag zur Verdünnung und zum Austrag der Schadstoffe leisten. Weiterhin findet sich auf der Straße ein erheblicher Teil an Verkehren, die den Streckenabschnitt als eine abkürzende Querspange zwischen der BAB 43 (nördlich) und der BAB 40 (südlich) nutzen, um die distanzlängere Fahrt über das Autobahnkreuz Bochum zu vermeiden.

Berechnete Werte

Im Luftreinhalteplan des LANUV wurde in Modellrechnungen für das Jahr 2009 an der Herner Straße eine Belastung von 52 µg/m³ Luft als Jahresmittelwert berechnet (BezReg11, S. 58). Dieser Wert liegt nur geringfügig über den realen Messungen der Folgejahre und befindet sich innerhalb der Spannweite der real gemessenen Jahresmittelwerte.

Für die Messstation an der Herner Straße wird dabei der Straßenverkehr als Hauptemittent ausgemacht. Der lokale Verkehr verursacht dabei laut Berechnungen 50% der NOx-Gesamtemissionen. Die berechnete Hintergrundbelastung liegt somit bei 50% (hierunter fallen auch 14% Merkmalsbeitrag des Kfz-Verkehrs zur städtischen Hintergrundbelastung).

Reale Messwerte

Die real gemessenen Werte an der Herner Straße sind nachfolgend dargestellt.

2012	2013	2014	2015	2016	2017
49 µg/m³	53 µg/m³	51 µg/m³	47 µg/m³	51 µg/m³	51 µg/m³

Tabelle 1: Lage der NO_2-Messstation VBOH2 (EU Kennung DENW331) des LANUV an der Herner Straße.

Quelle: https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte/. Abruf am 30.05.2018

Sie variieren zwischen 47 und 53 µg/m³ mit einem soliden Mittelwert von 50,3 µg/m³ über sechs Jahre bei einer nur geringen Streuung der Werte (Variationskoeffizient 3,7%). Somit stagnieren die Messwerte über den Zeitraum ohne Tendenz zur Abnahme.

Hintergrundbelastung und Anteile des Straßenverkehrs an Gesamtbelastung

Der Anteil des Verkehrs an der lokalen NO_2-Schadstoffbelastung ergibt sich näherungsweise aus der Gegenüberstellung dieser Messwerte gegenüber dem städtischen Hintergrundniveau – also jene steten „Luftschadstoff-Basiswerte" innerhalb des Ruhrgebietes ohne unmittelbar lokal zuordbare Emissionsquellen. Hier kommen Industrie- und Kleinfeueranlagen als weitere Emittenten hinzu. Auch der Straßenverkehr trägt neben der unmittelbar lokalen Belastung natürlich maßgeblich dazu bei (da die Schadstoffe mit dem Wind weiter getragen werden). Diese Hintergrundbelastung wird durch Stationen in den Nachbarstadtädten Essen und Dortmund gemessen. Die Bochumer Messstation Herner Straße liegt mittig in rund 14,5 km bzw. 17,5 km Luftliniendistanz zu diesen Stationen.

Für die Dortmunder Station in Eving liegt für das Jahr 2017 ein Mittelwert von 27 µg/m³ berechnet; für die Essener Station wurde für das Jahr 2016 ein Mittelwert von 30 µg/m³ gemessen.

Es existieren weitere Hintergrund-Stationen, die jedoch vorstädtische Hintergrundbelastungen in Kommunen in Randlage des Ruhrgebietes darstellen, sodass sich in den Berechnungen für 2009 geringere Werte ergeben (24/28/29 µg/m³). Für 2016 ist für Essen ein weiterer (in regionaler Nähe) vorstädtischer Hintergrundwert erfasst (32 µg/m³).

Werden die genannten städtischen Hintergrundbelastungen in Bezug gesetzt zur Herner Straße ergeben sich prozentuale Spannweiten von 33-41% für die lokale Schadstoffbelastung an der Gesamtbelastung (aus lokalen Emissionen und Hintergrundbelastung). Dies gilt bezogen auf den Jahreswert der Herner Straße von 2016 (51 µg/m³) der nahe am sechsjährigen Mittelwert von 2012-2017 liegt (50,3

µg/m³). Bei Berücksichtigung der bisherigen Extremwerte (Minimum/Maximum) an der Herner Straße aus diesem Zeitraum ergäbe sich eine größere prozentuale Spannweite von rund 28-43% der lokale bedingten Schadstoffe an der Gesamtbelastung.

Für die lokale Messstation an der Herner Straße lässt sich somit eine absolute Größenordnung von bis zu 20 µg/m³ annehmen, die unmittelbar durch den lokalen Verkehr verursacht wird. Mit Blick auf den Grenzwert von 40 µg/m³ müssten die lokalen Belastungen kurzfristig somit etwa halbiert werden.

2.3 Kommunaler Handlungsrahmen

Im Weiteren soll der Spielraum für kommunale Maßnahmen erörtert werden. Dies betrifft grundsätzliche Handlungsansätze sowie deren Realisierbarkeit.

Kommunale Handlungsansätze lassen sich einem „umweltpolitischen Dreiklang“ von „vermeiden, verlagern, neutralisieren“ zuordnen. Die Maßnahmen sind grundsätzlich auch in dieser Reihenfolge zu priorisieren, da ein vermiedenes Problem im Weiteren nicht durch technische Maßnahmen aus der Welt geschaffen werden muss.

- Beispiel für die Maxime „Vermeiden“ wären etwa:
  Wege und Distanzen verringern, z.B. durch das Vorhalten einer wohnortnahen Grundversorgung.
- Beispiel für die Strategie des „Verlagerns“ wären:
  Die Einflussnahme auf den lokalen Modal Split zu Gunsten des Umweltverbundes aus ÖV, Rad und Fußverkehr. Oder gezielte Strategien zur Förderung der E-Mobilität.
- Für das „Neutralisieren“ können Maßnahmen wie etwa:
  Das planerische Festschreiben von Kaltluft- und Belüftungsschneisen im FNP oder das Einbringen von Photoment-Pflaster (Wirksamkeit muss sich noch beweisen) als Beispiel gelten.

Im Hinblick auf die Stickoxid-Problematik zeigt sich, dass die Kommunen einerseits einen geringen ursächlichen Anteil an der Problemkonstellation haben, auf der anderen Seite allerdings die Akteure sind, denen nur ein vergleichsweise geringer Handlungsrahmen bleibt.

Ursächlich für den hohen Flottenanteil sind steuerrechtliche Gestaltungen, die insbesondere durch privat genutzte Firmenwagen (über Gehaltsumwandlung und 1%-Regelung) einen Zugang zur Pkw-Mobilität ermöglicht, deren Kosten deutlich unter dem eines privaten Pkw-Unterhalts liegt. Auch erreichen damit schwerere, stärker motorisierte und häufiger mit Dieselaggregaten ausgestattete Pkw eine höhere Marktdurchdringung.

Diesel-Pkw weisen zudem höhere durchschnittliche Laufleistungen auf. Dies betrifft insbesondere Fahrzeuge in gewerblich-privater Mischnutzung (mit rund 31.600 km p.a. gegenüber 16.100 km p.a. bei Benzinern), trifft aber ebenso auf rein privat gehaltene Fahrzeuge zu (mit - je nach Alter - 15.000 bis 20.000 km gegenüber rund 10.000 bis 11.700 km bei Benzinern).

Angesichts dieser Laufleistungen liegt es nahe, dass sich lokale Emissionen an radialen Hauptstraßen nicht ausschließlich durch einen lokalen Fahrzeugbestand erklären lassen, sondern dass diese ebenfalls in nennenswertem Maße durch nicht ortsansässige Personen in ein-/ausbrechenden Verkehren verursacht werden. Diese überörtlichen Verkehre lassen sich jedoch umso weniger durch kommunale Handlungsansätze gestalten, sondern bedürfen der Rahmensetzung über andere Ebenen. Ganz konkret spielt für die Gemeindegrenzen überschreitende Verkehre mit steigenden Wegelängen der SPNV eine zentrale Rolle. Dieser wird jedoch mittelbar durch die Bundesländer bereitgestellt, deren dafür vorgesehenen Mittel wiederum von der Bundesregierung zur Verfügung gestellt werden.

Die Kommunen haben mit ihren örtlichen Verkehrsnetzen natürlich einen bestmöglichen Zu- und Abgang zu den überörtlichen Verkehren zu gewährleisten. Die Ruhrgebietskommunen reagieren darüber hinaus mit einem intra- und interkommunalen ÖPNV auf die engen räumlichen Verflechtungen, unterliegen dabei aber auch haushälterischen Restriktionen.

2.5 Fahrzeugbestand und Zusammensetzung

Auf Grundlage der Fahrzeug-Bestandsdaten des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) wird nachfolgend die Struktur des Bochumer Pkw-Bestandes dargestellt. Dabei wird vor allem die Relation zu den nationalen Werten erläutert.

Kfz-Bestand	Juni 2018
Pkw	194.780
LKW	13.799
Busse	162
Zugmaschine	801
Sonstige Fahrzeuge	1.418
Anhänger	14.071
Kräder	15.628
Gesamt	**240.659**

Tabelle 2: Kfz- Bestand Bochum 2018

Quelle: Stadt Bochum; 2018

Es ergibt sich eine Pkw-Dichte von 520 Pkw pro 1.000 Einwohner für die Stadt Bochum. Der gesamtdeutsche Wert liegt mit 564 Pkw darüber. Im Vergleich mit anderen Städten liegt der Bochumer Wert allerdings immer noch im Mittelfeld, ist also nicht als auffallend niedrig zu bewerten.

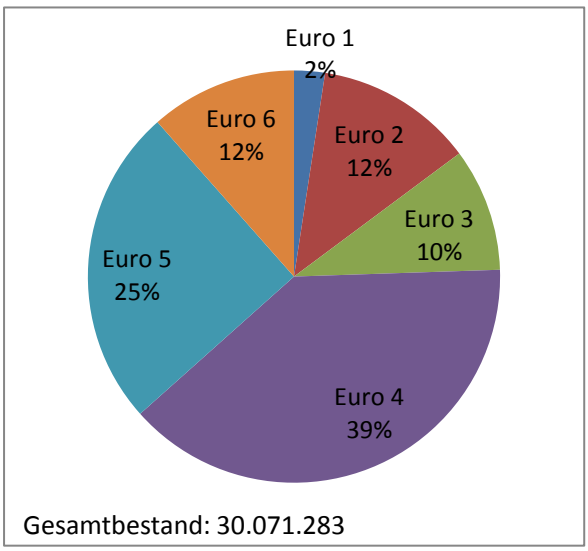


Abbildung 3: Bestand an Benzin-Pkw in Deutschland nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017

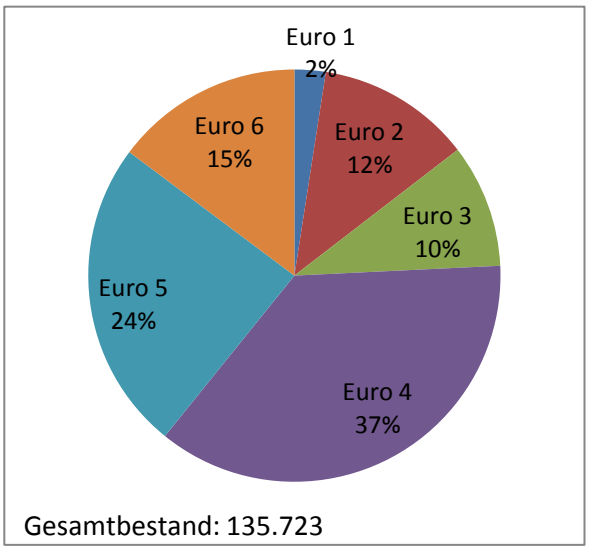


Abbildung 4: Bestand an Benzin-Pkw in Bochum nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017

Die Diagramme zu den Anteilen der Eurostufen innerhalb des jeweiligen Benzin-Pkw-Bestandes zeigen eine sehr ähnliche Struktur. Der Bochumer Benzin-Pkw-Bestand weicht lediglich in wenigen Prozentpunkten von den nationalen Werten ab. Offenbar ist die Flotte in Bochum zum Stichtag geringfügig moderner, die aktuelleren Euro 6-Benziner weisen in Bochum einen leicht erhöhten Anteil auf. Die Anteile der einige Jahre älteren Euro 4- bzw. Euro 5-Modelle sind dementsprechend geringer.

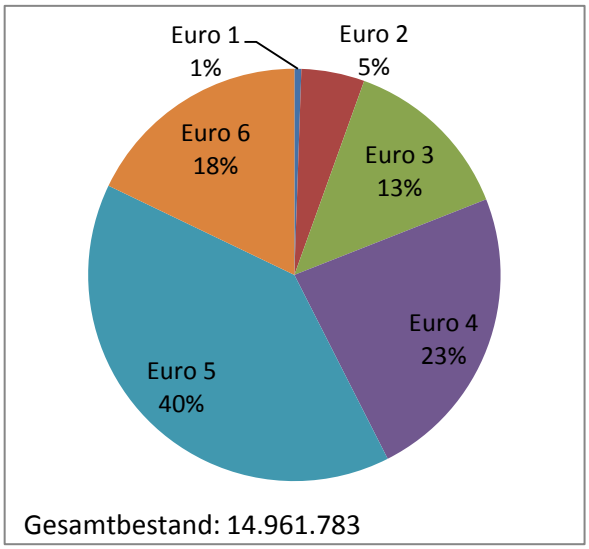


Abbildung 6: Bestand an Diesel-Pkw in Deutschland nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017

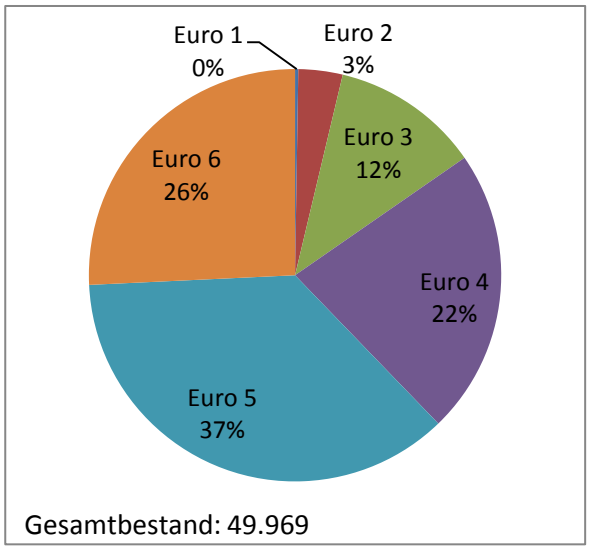


Abbildung 5: Bestand an Diesel-Pkw in Bochum nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017

Noch deutlicher sind diese Unterschiede beim Diesel-Pkw-Bestand. Hier existieren Abweichungen im hohen einstelligen Bereich, die wiederum die neueste Klasse der Euro 6-Diesel-Pkw betreffen. Mit bereits über einem Viertel Fahrzeuge der aktuellsten Schadstoffklasse ist der Bochumer Fahrzeugbestand dem nationalen Bestand in positiver Weise voraus. Umgekehrt gilt, dass die drei ältesten Euronormklassen in Bochum jeweils geringer ausgeprägt sind. Die beiden umweltfreundlichsten Schadstoffklassen machen fast zwei Drittel der Fahrzeuge aus, obwohl der Euro 5-Anteil etwas niedriger liegt als im nationalen Vergleich.

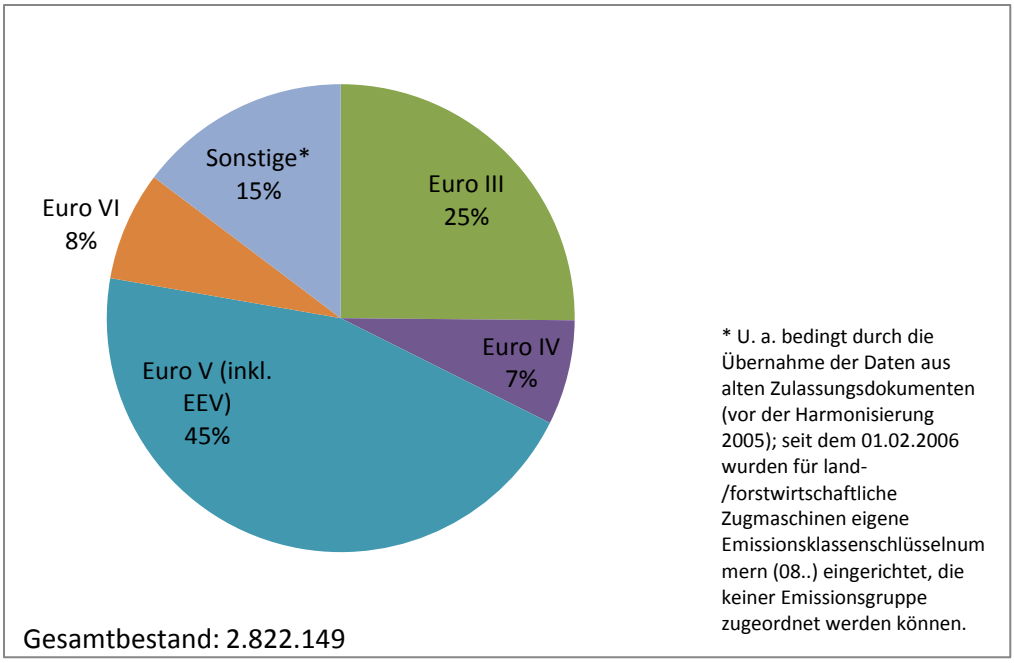


Abbildung 7: Bestand an Lastkraftwagen in Deutschland nach Schadstoffklassen, Stand: 01/2017

Quelle: KBA 2018

Zu den Lastkraftwagen liegen keine städtisch untergliederten Zahlen vor. So ist bei den Betrachtungen die nationale Zusammensetzung derzeit die beste Annäherung.

Dort fällt der recht hohe Anteil an Euro III-Lkw auf, der mit der entsprechend langen Einsatzdauer der gewerblich genutzten Fahrzeuge einhergeht. Darüber hinaus nehmen Euro V (inkl. EEV) und Euro VI die größten Anteile ein, gemeinsam bilden sie über die Hälfte der gesamten Anteile an der Lkw-Flotte. Die 15% „Sonstige“ beziehen sich auf sehr unterschiedliche Fahrzeuge, weshalb hier keine Einschätzung zu den Emissionseinstufungen abgegeben werden kann.

NOx Emissionen

Typische Real-Emissionen NOx (in mg/km)			
	Diesel	Benzin	Diesel-Lkw
Euro 1/Euro I	-	-	-
Euro 2/Euro II	-	-	-
Euro 3/Euro IIII	803 mg/km	-	-
Euro 4/Euro IV	674 mg/km	-	2263 mg/kWh
Euro 5/Euro V	906 mg/km	-	1568 mg/kWh
Euro 6/Euro VI	507 mg/km	33 mg/km	749 mg/kWh

Tabelle 3: Typische Real Emissione NO_X

(Quellen: UBA, HTW, Uni Heidelberg)

Tabelle 4: Grenzwerte NO_X Emissionen

(Quelle: EU)

Anmerkung: Grundsätzlich ergeben sich enorme Unterschiede zwischen den Modellen auch innerhalb der einzelnen Schadstoffklassen, weshalb die Darstellung eines einzelnen Wertes von den Ergebnissen weiterer Studien (mit anderen Modellen) abweichen kann.

Die aktuelle Fahrzeugflotte bestehend aus den oben gelisteten Fahrzeugen unterliegt den gesetzlichen Grenzwerten der EU-Verordnungen. Wie unter anderem die DUH und das UBA bei Messungen im Fahrbetrieb festgestellt haben, ergeben sich bei den Diesel-Pkw teilweise enorme Überschreitungen der Prüfstandwerte. Im Nachgang wurden entsprechend vor allem die Diesel-Pkw-Emissionen als Real-Driving-Emissions gemessen, weshalb hier mehr Realwerte vorliegen als für die Benzin-Pkw in den einzelnen Schadstoffklassen. Hierzu kann außerdem erwähnt werden, dass sich bei Benzin-Pkw-Messungen eine weitgehende Einhaltung der Grenzwerte ergab.

Die Lkw-Messungen zeigen eine weitgehende Einhaltung der bestehenden Grenzwerte. Die Schadstoffklasse Euro VI bildet hier die Ausnahme, wobei wiederum auf die Methodik der Studie verwiesen werden muss. Bei der Messung in- und ausländischer Lastkraftwagen ergibt sich die in der Tabelle sichtbare Überschreitung. In anderen Quellen werden demgegenüber sogar Werte unterhalb der Diesel-Pkw-Werte genannt, die dabei aber auf moderne Lkw bezogen werden (ingenieur.de).

Abgasnormen Pkw

Die Einführung von Abgasnormen bei Kraftfahrzeugen soll eine Begrenzung des Ausstoßes von Luftschadstoffen in Innenstädten bewirken. Es wird dabei in der Europäischen Union zwischen Abgasnormen für Pkw mit Ottomotor, Pkw mit Dieselmotor, Kleinkrafträder, Motorräder und Leichtkrafträder sowie Lkw und Busse ab 3.5 t unterschieden. In den nachfolgenden Tabellen sind die Euronormen für Pkw mit Ottomotor und mit Dieselmotor dargestellt. Es sind die Einführungszeitpunkte genannt, sowie die Emissionsgrenzwerte von Kohlenstoffmonoxid und Stickstoffoxid.

Ottomotor

Euro-Norm	Einführungszeitpunkt neue Typen	Einführungszeitpunkt Neufahrzeuge	Testzyklus	Emissionsgrenzwert CO (µg/km)	Emissionsgrenzwert NOx (µg/m³)
Euro 1	01. 07.1992	01. 01.993	NEFZ	2720	-
Euro 2	01. 01.1996	01. 01.1997	NEFZ	2200	-
Euro 3	01. 01.2000	01. 01.2001	NEFZ	2300	150
Euro 4	01. 01.2005	01. 01.2006	NEFZ	1000	80
Euro 5a	01. 09.2009	01. 01.2011	NEFZ	1000	60
Euro 5b	01. 09.2011	01. 01.2013	NEFZ	1000	60
Euro 6b	01. 09. 2014	01. 09.2015	NEFZ	1000	60
Euro 6c	01. 09.2017	01. 09.2018	WLTP/ NEFZ	1000	60
Euro 6d – TEMP	01. 09.2017	01. 09.2019	WLTP/RDE	1000/-	60/126
Euro 6d	01. 01.2020	01. 01.2020	WLTP/RDE	1000/-	60/90

Tabelle 5: Abgasnormen Ottomotoren Kfz bis 3,5 t.

Quelle: KBA

Dieselmotor

Euro-Norm	Einführungszeitpunkt neue Typen	Einführungszeitpunkt Neufahrzeuge	Testzyklus	Emissionsgrenzwert CO_2 (µg/km)	Emissionsgrenzwert NO_x (µg/m³)
Euro 1	01. 07.1992	01. 01.1993	NEFZ	2720	-
Euro 2	01. 01.1996	01. 01.1997	NEFZ	1000	-
Euro 3	01. 01.2000	01. 01.2001	NEFZ	640	500
Euro 4	01. 01.2005	01. 01.2006	NEFZ	500	250
Euro 5a	01. 09.2009	01. 01.2011	NEFZ	500	180
Euro 5b	01. 09.2011	01. 01.2013	NEFZ	500	180
Euro 6b	01. 09.2014	01. 09.2015	NEFZ	500	80
Euro 6c	01. 09.2017	01. 09.2018	WLTP	500	80
Euro 6d – TEMP	01. 09.2017	01. 09.2019	WLTP/RDE	500/-	80/163
Euro 6d	01. 01.2020	01. 01.2021	WLTP/RDE	500/-	80/120

Tabelle 6: Abgasnormen Dieselmotoren Kfz bis 3,5 t.

Quelle: KBA

3 Aktuelle Handlungsansätze der Stadt Bochum

Am Anfang der Arbeiten am Green City Plan steht eine Inventarisierung aller schon eingeleiteten Maßnahmen zur Reduzierung der Luftschadstoffe seitens der Stadtverwaltung Bochum sowie ihrer kommunalen Betriebe. Dazu werden einerseits vorliegende Planwerke und Konzepte analysiert und zum anderen Interviews mit kommunalen Akteuren geführt.

3.1 Zusammenfassung der Interviews

Im Rahmen der Interviews wurden verschiedene Fachämter der Stadt Bochum bzw. ihrer Töchter (so die BOGESTRA) zum Thema Verbesserung der innerstädtischen Luftqualität befragt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind Gegenstand des Berichts.

Insgesamt wurden im Zeitraum vom 21.02.2018 bis zum 28.03.2018 zwölf leitfadengestützte Interviews geführt. Dabei wurden einzelne persönlich und andere als Telefoninterview realisiert.

Es wurden vier Kategorien identifiziert, nach denen sich die Maßnahmen gliedern lassen. Diese sind:

1. Maßnahmen, die dem Rad- und Fußverkehr dienen,
2. Maßnahmen zur Verbesserung der Elektromobilität,
3. Maßnahmen zum öffentlichen Personennahverkehr,
4. Maßnahmen zur Verringerung der Immissionsbelastung an der Herner Straße.

Maßnahmen zum Rad- und Fußverkehr

Um den Rad- und Fußverkehr in Bochum attraktiver zu gestalten und somit mehr Menschen für diese Mobilitätsform zu gewinnen wurden bereits einige Maßnahmen durchgeführt, die zugleich auch Grundlage für die dann erfolgte (und 2016 positiv beschiedene) Bewerbung um die AGFS-Mitgliedschaft waren. Hierzu gehören kleinteilige Maßnahmen entlang einzelner Straßenzüge, wie auch Maßnahmen größeren Umfangs; so beispielsweise die Anlage des Springorum-Radwegs als Bahntrassenraweg für Alltags- und Freizeitverkehre. Die Abstimmungen mit dem Regionalverband Ruhr (RVR) betreffen übergeordnete Radwegenetze. Hierzu zählt die Projektierung des RS1, den das Ruhrgebiet durchlaufenden Radschnellweg. Auf kommunaler Ebene hingegen wurde die Planungsphase für weitere Radverkehrsanlagen an radialen Hauptverkehrsstraßen (und die zeitliche Streckung deren Umsetzung) begonnen. Das Beschilderungskonzept geht hingegen bereits in die Realisierung.

Neben diesen streckenbezogenen Maßnahmen werden auch die Abstellanlagen weiter ausgebaut. Den höchsten Standard bieten hier die 186 digital buch- und verriegelbaren „DeinRadSchloss“-Boxen, die im Zuge eines VRR-Programmes aufgestellt werden. Sie eignen sich insbesondere für Langzeitparker und werden entsprechend an wichtigen Zugängen zum ÖPNV eingerichtet. Eine ähnliche Funktion soll eine Mobilitätsstation mit Stellflächen für Bike and Ride (B+R) sowie Park and Ride (P+R) erfüllen.

Eine Stellung zwischen Rad- und Fußverkehr nehmen die Schulwegsicherungspläne ein, die auch Schulungsmaßnahmen umfassen. Weiterhin dem Fußverkehr zuzuordnen sind Maßnahmen zur Barrierefreiheit (die auch Eingang in den Nahverkehrsplan fanden). Weiterhin zu nennen ist das 1000-

Bänke-Programm, das mit zusätzlichem bürgerschaftlichem Engagement eine schrittweise Ausweitung an Sitzgelegenheiten im öffentlichen Raum vorsieht.

Weiterhin findet 2018 eine neue Erfassung des Modal Split statt.

Maßnahmen zur Einführung der Elektromobilität

Die Nutzung von Elektromobilität bringt im innerstädtischen Bereich verschiedene Vorteile mit sich, allen voran ist die (zumindest lokale) Reduktion des Ausstoßes von CO2 und NOx zu nennen, aber auch die deutlich geringeren Lärmemissionen zumindest bei geringen Geschwindigkeiten. Insofern ist ein Engagement in diesem Bereich sinnig, um den weiteren Markthochlauf dieser Antriebsart zu fördern. Laut eines Verwaltungsentscheids sollen künftig grundsätzlich E-Fahrzeuge beschafft werden. Insgesamt sind bereits acht solcher Fahrzeuge vorhanden und 26 weitere in Bestellung, die nach dem Ausscheiden älterer Fahrzeuge eingeflottet werden. Hier bestehen unterschiedliche Fördermöglichkeiten, die auch die erforderliche Ladeinfrastruktur abdecken. Im Zuge dieses Verfahrens sollen auch die Teilflotten der Ämter weiter zentralisiert werden. So testete der technische Betrieb verschiedene Nutzfahrzeuge auf Elektrobasis (z.B. für den Betrieb auf Friedhöfen). Hierzu gehörte auch eine verwaltungsinterne Testphase zur Nutzung der StreetScooter von DHL auf deren Verwendbarkeit für die Stadtverwaltung. Weiterhin sind auch bei der BOGESTRA 24 E-Pkw für interne Dienste seit August 2017 im Einsatz. Außerdem wird die BOGESTRA 20 E-Busse bis 2020 beschaffen (vorbehaltl. der Förderung, das entspricht 8-9 % der Gesamtflotte. Die Stadt Bochum ist Mitglied im auf Vereinsbasis agierenden Kompetenznetzwerk ruhrmobil-E (neben den Stadtwerken, verschiedenen Unternehmen sowie der Ruhr-Uni Bochum). Ziel ist hier die weitere Ansiedlung von Unternehmen, die innerhalb eines örtlichen E-Clusters (Vor-) Leistungen zur E-Mobilität erbringen und darüber hinaus auch Forschung und Entwicklung betreiben. Auch bisherige Initiativen der RUB (wie die Teilnahme an studentischen Wettbewerben) haben dazu beigetragen, die dem Thema eine bessere Wahrnehmung zu verschaffen. Die WEG (als städtische Tochter) strebt Veranstaltungen für potenzielle gewerbliche Nutzer von E-Pkw an. Betriebe, die bereits auf E-Mobilität setzen, sind neben DHL in kleinerem Umfang auch die GLS Bank (samt betrieblichem Car-Sharing) und GLS (als KEP-Dienstleister mit Lastenpedelecs).

Maßnahmen im öffentlichen Personennahverkehr

Neben den großen Projekten im Bereich ÖPNV wurden fortlaufend auch kleinteiligere Maßnahmen umgesetzt, um die Betriebsqualität im ÖPNV sowie dessen Nutzungskomfort zu erhöhen. Dazu gehören der barrierefreie Ausbau und eine passende Dimensionierung der Haltestellen, um zügige Fahrgastwechsel zu ermöglichen und die Standzeiten beim Halt zu reduzieren. Auch die weitere Bevorrechtigung an Ampeln (LSA) soll einen störungsfreien Betrieb erleichtern. Jedoch gestaltet sich die technische Implementierung dieser Maßnahmen als aufwendiger, wenn es gilt, diese Maßnahmen netzadaptiv anzulegen. Gleichwohl sind entsprechende Bevorrechtigungen im NVP Bochum zur Beschleunigung des ÖPNV als Ziel aufgenommen.

Die Straßenbahn und die Stadtbahn werden auch im neuen Verkehrsnetz das Rückgrat des kommunalen ÖPNV sein (Beschluss des neuen "Netzes 2020" NVP Bochum, siehe Kap. 3.2). Durch neue Angebote sollen diese in den Spitzenzeiten entlastet werden, da weitergehende Kapazitätsausweitun-

gen in größerem Umfang nur langfristig realisierbar sind. Auch im interkommunalen (Pendler-) Verkehr wird eine höhere Attraktivität angestrebt. Das Potenzial zur innerstädtischen Anlage von Grüngleisen ist inzwischen ausgereizt. Als weitere, dem ÖPNV dienende Maßnahme wird eine weitere Verknappung der innerstädtischen Pkw-Parkkapazitäten erachtet. Perspektivisch wird eine Entwicklung als Mobilitätsdienstleister angestrebt. Hier ist die BOGESTRA bereits auf dem Weg: das städtische Verkehrsunternehmen wandelt sich entsprechend eines Strategiebeschlusses der Anteilseigner zum Mobilitätsdienstleister, indem es operativ-unternehmerische Regiefunktionen in dem Kontext übernimmt und kurzfristig Betreiberaufgaben in Bezug auf den ÖPNV ergänzende Mobilitätsangebote übernimmt (z.B. Dein Radschloss).

Maßnahmen zur Verringerung der Immissionsbelastungen an der Herner Straße

Zur Überwachung der Luftqualität wurden Passivsammler eingerichtet, die die NO_2-Immissionen an verkehrliche Belastungsschwerpunkten erfassen. Neben der Herner Straße (in Betrieb seit 2011) wird 2018 erstmalig der Standort Dorstener Straße auswertbar sein. Angesichts der fortlaufenden Grenzwertüberschreitungen an der Herner Straße wurden verschiedene Maßnahmen diskutiert, wie kostenfreien ÖPNV-Zeitkarten bei Stilllegung eines Diesel-Pkw. Darüber hinausgehend wurden verschiedene, kostenfreie Maßnahmen diskutiert, die sich mit abkürzenden Verkehren zwischen den beiden Autobahnen BAB 40 und BAB 43 beschäftigen. Diese Ansätze reichen von Abbiegeverboten an den Autobahnabfahrten, die (zeitweise) Sperrungen der Autobahnabfahrten selbst, die Einrichtung von Pförtnerampeln oder Verstetigungen des Verkehrsflusse auch durch etwaige Temporeduktionen. Erschwerend hinzukommt, dass die vorhandenen Radverkehrsanlagen noch nicht intensiver angenommen werden.

Zusammenfassung und Einordnung bisher durchgeführter Maßnahmen

In Bochum wurden bereits verschiedene Maßnahmen initiiert, die mittelbar und unmittelbar der Luftreinhaltung dienen. Über die einzelnen thematischen Bereiche hinweg ist innerhalb der letzten Jahre eine Steigerung der Dynamik festzustellen. Dies gilt für die Nahmobilität (Fuß- und Radverkehr), in deren Rahmen sowohl weitreichende Projekte beendet wurden (z.B. Springorum-Radweg, weitere Radwege an City-Radialen), wie auch für viele kleinteiligere Maßnahmen (buchbare Radboxen, 1000-Bänke-Programm). Mit der Grundsatzentscheidung zur Umstellung der städtischen Fahrzeugflotte auf (batteriebetriebene) E-Fahrzeuge wurde zudem eine Grundlage geschaffen, um eine weitere Marktdurchdringung dieser Antriebsart zu fördern. Auch die stadteigene WEG und das Netzwerk ruhrmobil-E sind starke Partner für diese Aufgabe, die Potenzial für einen nennenswerten Reduktionsbeitrag innerstädtischer Emissionsquelle hat. Im ÖPNV wurden Netzerweiterungen realisiert und das Verkehrsnetz von Grund auf neu gestaltet (in Umsetzung zum Fahrplanwechsel 2019/2020). Als sich zeigte, dass an der Herner Straße nicht mit sinkenden NO_2- Belastungen zu rechnen ist, wurden auch weitreichende verkehrsrechtliche Maßnahmen erörtert, deren rechtlicher Rahmen teils nicht sicher ist. Weiterhin sollten die Belastungen über ein gefördertes Vorhaben gedämpft werden, das jedoch kein Realisierungszuschlag erhielt (gleichwohl aktuell erneut in thematisch neu aufgestellter Form, aber mit gleicher Intention, eingereicht wurde).

Somit wurden in der Vergangenheit durchaus Maßnahmen angestrebt, die auf unterschiedlichen Maßstabsebenen auf die erhöhten Luftschadstoffbelastungen reagieren, aufgrund der spezifischen Situation aber noch keine durchgreifende Wirkung erzielten. Sie sind gleichzeitig Grundlage, auf der sich weitere koordinierte Maßnahmen entwickeln lassen.

Interviewte Personen

Anzahl	Name	Institution
1	Matten, Christoph	Stadt Bochum, Tiefbauamt - Straßen
2	Friedrich, Andre	Stadt Bochum, Tiefbauamt – LSA
3	Zänger, Kerstin	Stadt Bochum, Umwelt- und Grünflächenamt
4	Hartwig, Dieter	Stadt Bochum, Umwelt- und Grünflächenamt
5	Gesche, Andreas	Stadt Bochum, Straßenverkehrsamt
6	Metz, Frank	Stadt Bochum, Zentrale Dienste
7	Gerstkamp, Dirk	Stadt Bochum, technischer Betrieb (Sachgebietsleiter techn. Querschnittaufgaben)
8	Olschowy, Matthias	Stadt Bochum, Nahmobilitäts-beauftragter
9	Rohe, Lina	Stadt Bochum, Referat des Oberbürgermeisters
10	Daldrup, Carsten	BOGESTRA, Infrastruktur
11	Hartmann, Arndt	BOGESTRA, Fahrzeuge
12	Sagner, Oliver	WEG Bochum

Tabelle 7: Interviewpartner

3.2 Weitere Maßnahmen aus dem Nahverkehrsplan Bochum 2017

Im Nahverkehrsplan (NVP 2017) des letzten Jahres wird der ÖPNV im Stadtgebiet Bochum sowie seine Verbindungen zu umliegenden Städten betrachtet. Aufgrund seiner starken Angebots- bzw. Nachfrage-Orientierung finden die Themen Emission und Luftqualität keinen großen Platz darin. Trotzdem lassen sich auch im NVP 2017 einige wenige Maßnahmen (in Ergänzung zu den in den Interviews genannten Maßnahmen) finden, die von der Stadt Bochum und ihren Tochterbetrieben bereits umgesetzt sind, aktuell umgesetzt werden oder deren Umsetzung in Planung ist. Dabei handelt es sich grundsätzlich um Veränderungen, die die Attraktivität des ÖPNV bzw. der öffentlichen Verkehrswege steigern sollen um mehr Menschen als Nutzer zu gewinnen. Gleichzeitig mit der Reduktion des MIVs ergibt sich eine Emissionsminderung, die die Luftqualität verbessert.

Konkret ergeben sich aus dem NVP vollendete Realisierungen und zukünftige Pläne, die freundlichere Bahnhöfe bzw. Haltestellen zum Inhalt haben. Damit gehen gleichzeitig oft die Barrierefreiheit oder allgemein die verbesserte Nutzerfreundlichkeit mit dem Ziel schnellerer Betriebsabläufe einher. Erhöhte Nutzerfreundlichkeit soll auch bei der gesamten Linien-Organisation erreicht werden. Dies soll durch die Vereinfachung des Angebotes (d.h. bspw. die bessere Erkennbarkeit der Linienhierarchie) erzielt werden.

Vor allem an Umsteigepunkten wird eine attraktive Verknüpfung mit dem SPNV angestrebt. Dabei sollen auch regionale Beziehungen bei der Weiterentwicklung des Netzes berücksichtigt werden, so dass Verbindungen von außerhalb der Stadt bis ins Zentrum und umgekehrt möglichst vereinfacht und zeitlich attraktiv abgestimmt, zu nutzen sind. Gleichzeitig sollen auch wichtige Ziele, die aber nicht in der Innenstadt liegen (bspw. Ruhrpark oder Wattenscheid), besser erreichbar werden. Auch bei der Anbindung von bestehenden Gewerbegebieten sowie ferner im Fall von zukünftigen Neubau-, Gewerbe- und Bürostandorten besteht das Ziel einer guten verkehrlichen Anbindung mittels ÖPNV.

Von städtischer Seite wurde bereits 2016 ein Nahmobilitätsbeauftragter eingestellt, der sich vorrangig für die Stärkung von Rad- und Fußverkehrsbelange einsetzen soll. Gleichzeitig wird unter anderem die gesteigerte Nutzung von intermodalen Systemen (insbesondere die Verknüpfung von ÖPNV mit dem Radverkehr) angestrebt, die durch diesen stärker beworben werden soll.

Handlungsansätze ÖPNV

In der Förderung des Umweltverbundes (und damit auch der Emissionsreduktion dienend) lag in der Vergangenheit der Fokus stärker auf der Förderung des ÖPNV; demgegenüber spielte der Radverkehr eine geringere Rolle.

Im städtischen ÖPNV wurden in der vergangenen Dekade einige größere Infastrukturprojekte realisiert. So wurde das Straßenbahnnetz in Langendreer um mehrere Kilometer erweitert und der dortige S-Bahnhof an das kommunale Schienennetz angeschlossen; darüber hinaus wurden mehrere Streckenabschnitte zweigleisig ausgebaut. Weiterhin wurden mehrere Stadtbahnhöfe und Straßenbahnhaltestellen modernisiert (und letztere mit barrierefreien Standards angelegt). Der Straßenbahn-Fuhrpark wurde verjüngt, sodass Hochflurfahrzeuge die Ausnahmebilden. Außerdem wurde das Angebot punktuell verdichtet z.B. durch zusätzliche Haltestellen oder Fahrten bzw. auch an eine geringere Nachfrage angepasst. An den zurückgelegten Fahrzeugkilometern gemessen, blieb das Angebot zwischen 2009 und 2015 allerdings weitgehend konstant. Die Fahrgastzahlen erreichten im Folgejahr (2016) einen Spitzenwert von knapp 77 Mio. Fahrgästen, verharren aber seitdem in etwa auf diesem Niveau. Dieser Wert konnte trotz einer rückläufigen Marktabdeckung (Zeitkartenkunden bezogen auf Wohnbevölkerung) gehalten werden. Der bundesweite Trend zeigt laut VDV innerhalb dieses Zeitraums ein deutlich stärkeres Wachstum der Fahrgastzahlen um rund 6% (inkl. SPNV).

In Marketing und Vertrieb finden verschiedene Aktionen statt, mitunter auch medial begleitet, sowie eine verstärkte Akquise im Großkundenbereich. Der tarifliche Bereich obliegt dem VRR, auch hier finden sich einige innovative Ansätze, die das ÖPNV-Angebot attraktiver machen. Hierzu gehört der sich in der Testphase befindende (App-basierte) Kilometertarif oder als neues und ausschließlich digital erhältliches Angebot ein Happy-Hour-Tarif (für 3 € von 18.00 bis 6.00 Uhr).

Auch kleinere und zunächst unscheinbarere Maßnahmen der BOGESTRA sind dazu geeignet, durch besondere Serviceangebote die eigene Wettbewerbsposition zu sichern. Hierzu gehören Vorteilsangebote bei Kooperationspartnern für Abokunden oder kostenfreies WLAN (zunächst auf der U35 und perspektivisch in der gesamten Fahrzeugflotte).

Umfängliche Änderungen im S-Bahnnetz des VRR waren Anlass für eine gänzliche Neukonzeption des ÖPNV – dies betrifft Takt- und Linienangebote. Da die S-Bahn-Linien künftig im Taktschema von 15-/30-Minuten verkehren, wird das bisherige Angebot der BOGESTRA (Taktschema 10-/20-/60-Minuten) auf das 15-/30-Minuten Schema hin angepasst, um auch künftig komfortable Übergänge zwischen den Verkehrsmitteln gewährleisten zu können. In diesem Zuge wurde das gesamte Netz neu geplant, um dem neuen Taktschema auch durch einen wirtschaftlichen Fahrzeugeinsatz gerecht werden zu können. Im Schienennetz gilt ein Grundtakt von 15 Minuten, im Hauptbusnetz von 30 Minuten – in beiden Netzen verdichtet sich das Angebot auf nachfragestarken Abschnitten durch zeitlich versetzte Überlagerungen der Linien.

Stadt- und Straßenbahnen stellen weiterhin das Rückgrat des ÖPNV dar. Sie werden ergänzt durch ein hierarchisiertes Busliniennetz von Haupt- und Ergänzungslinien; weiterhin finden sich einzelne stadtübergreifende Schnellbuslinien in den südlichen Verflechtungsraum. Das neue Liniennetz bietet verstärkt Tangentialverbindungen. Dadurch ergeben sich zusätzliche Direktverbindungen mit kürzeren Reisezeiten, zudem werden die radiale Hauptlinien entlastet (z.B. U35). Exemplarisch sind hier die Buslinien 344/346 und 378 zu nennen.

Im Liniennetz 2020 werden die insgesamt angebotenen Fahrplankilometer um 1,9% erhöht; dabei wird mit einer überproportionalen Erhöhung der Fahrgastzahlen um 2,6% gerechnet (gegenüber einem Verzicht auf flächige Taktanpassungen).

Planwerke und Konzepte mitbesonderer Relevanz für die Luftreinhaltung

Luftreinhalteplan Ruhrgebiet 2011 - Teilplan Ost

Der Luftreinehalteplan ist fokussiert auf die Luftschadstoffgruppen Feinstaub und NOx. Er enthält Berechnungen der stadtweiten Beiträge verschiedener Emittenten/Verursachergruppen, Berechnungen lokaler Immissionsdaten und der situativen Beiträge der Emittenten an bestimmten Messpunkten. Er identifiziert ein differenziertes Maßnahmenset und regionale und lokale Maßnahmen.

NO_x-Emissionen Luftreinhalteplangebiet [t/a]			
Stadt	**Industrie**	**Kleinfeuerungsanlagen**	**Verkehr**
Bochum	974	433	1.842
Dortmund	2.392	774	2.848
Herne	2.610	184	743
Gesamt	**5.976**	**1.391**	**5.434**

Tabelle 8: Vergleich der NO_x-Emissionen aus den Quellbereichen Industrie, Kleinfeuerungsanlagen und Verkehr für den Teilplan Ost

(Quelle: Luftreinhalteplan Ruhrgebiet 2011 - Teilplan Ost)

Der Luftreinhalteplan benennt die wesentlichen NOx-Faktoren. Beim Vergleich der drei Nachbarstädte Bochum, Dortmund und Herne fällt unmittelbar auf, das die Relationen der Emittentengruppen untereinander in den drei Städten sehr unterschiedlich ausfällt. Während in Herne die Industrie klar dominiert, ist das Verhältnis von Industrieemissionen zu denen aus dem Verkehr in Dortmund fast gleichauf, in Bochum hingegen dominiert der Faktor Verkehr deutlich.

Bei der Frage der Verursacher liefert der Luftreinhalteplan ebenfalls ein klares Bild.

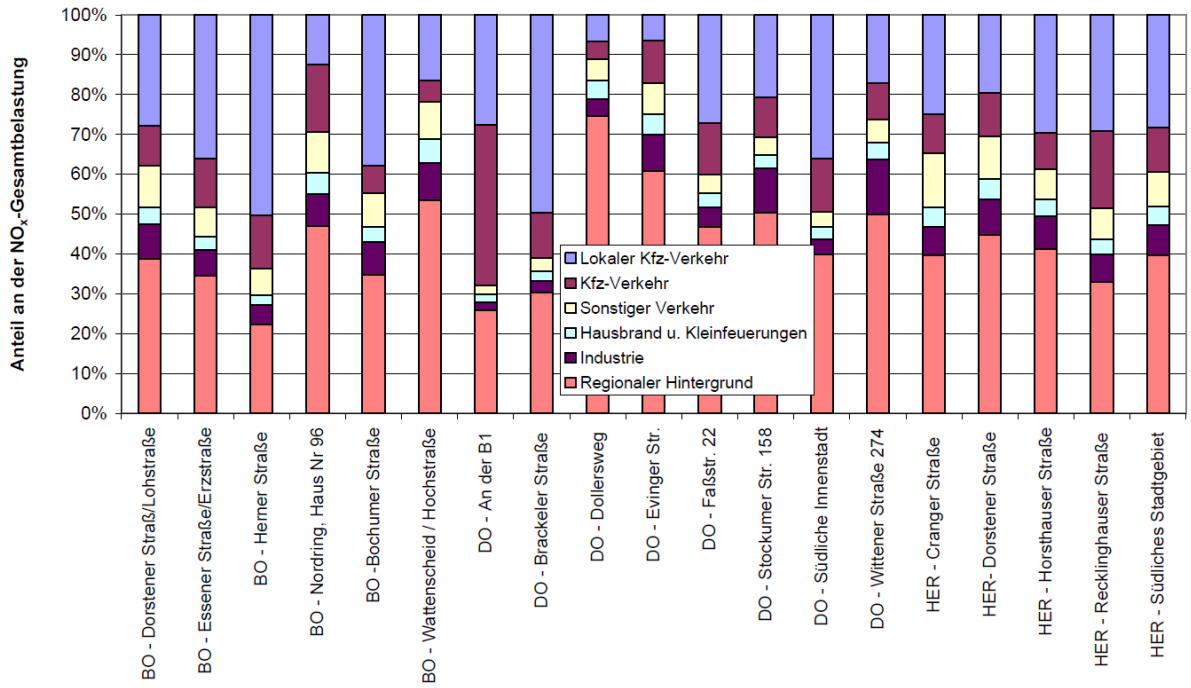


Abbildung 8: Anteil der NO_X – Gesamtbelastung

(Quelle: Luftreinhalteplan Ruhrgebiet 2011 - Teilplan Ost)

Demnach ist der Hauptverursacher der NOx Belastung auf der Herner Straße der lokale Kfz-Verkehr. Bei der Dorstener Straße hingegen dominiert die Hintergrundbelastung. Allerdings ist hier in beiden Fällen zu beachten, dass es sich um berechnete, also modellierte Werte handelt, nicht um real gemessene.

Identifiziert werden für Bochum insgesamt35 regionale und 22 lokale Maßnahmen.

Bisher sind beinahe alle regionalen Maßnahmen umgesetzt oder als in dauerhafter Fortführung befindend gelistet.

Lokale Maßnahmen, insbesondere mit verkehrlichem Bezug, sind ebenso als umgesetzt/fortzuführen gelistet. Als lokale Schwerpunktmaßnahmen für Bochum werden Verbesserung der LSA-Schaltung genannt sowie Durchfahrverbote für Lkw. Beides ist umgesetzt bzw. abgestuft umgesetzt. Somit ergeben sich, außer etwaiger Intensivierung laufender Maßnahmen, aus dem Luftreinhalteplan keine weiteren Maßnahmen oder Strategien.

Erstellt im Jahr 2013 lag der Fokus der Erarbeitung auf der Reduzierung der Co2-Emmissionen.

Vorgegangen wurde nach folgendem Schema:

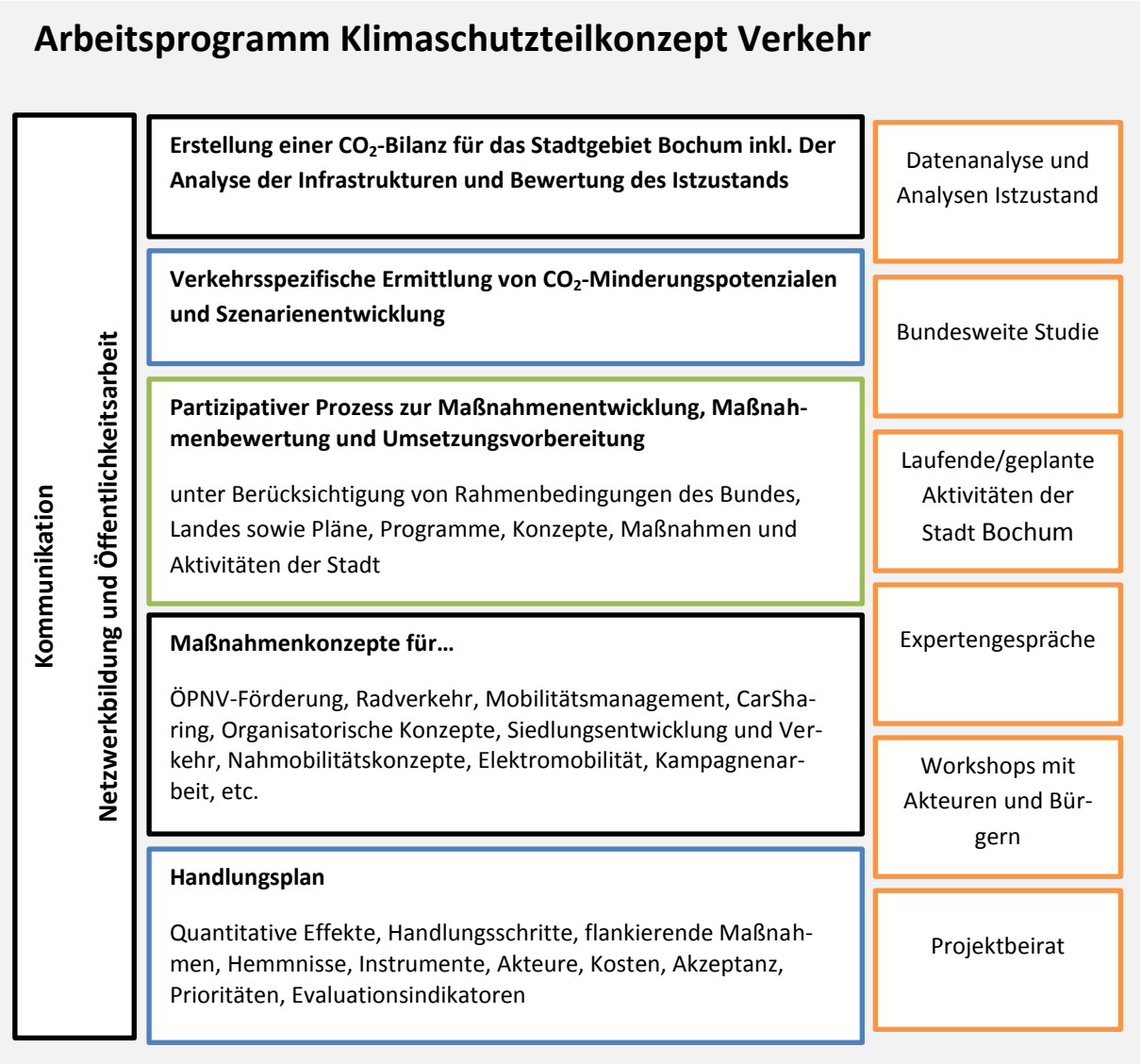


Abbildung 9: Arbeitsprogramm Klimaschutzteilkonzept

Quelle: Klimaschutzteilkonzept Bochum

Das Klimaschutzteilkonzept Verkehr beinhaltet eine intensive Auseinandersetzung mit dem Bereich Mobilität in Bochum. Bei seiner Erstellung wurde eine umfassende Akteursbeteiligung realisiert. Das Konzept enthält konkrete Maßnahmenvorschläge, um die anvisierten Klimaschutzziele im Rahmen des Klima-Bündnis (36-50 % bis 2020 im Vergleich zum Basisjahr 1990, spätestens 50 % im Jahr 2030) zu erfüllen.

Schon in diesem Konzept wurde darauf verwiesen, dass die Stadt Bochum zur Zielerreichung einer Unterstützung des Bundes und des Landes bedarf. Seinerzeit ging es um Normen und Gesetze, wie das Setzen von Emissionsstandards für Pkw und Nutzfahrzeuge, Tempobegrenzungen für Lkw, Um-

stellung der Mineralölsteuer oder auch dem Einsatz von Biokraftstoffen zweiter Generation oder um Förderprogramme zur Stärkung klimafreundlicher Mobilität. Insofern sind die Parallelen zur NO_2 Problematik deutlich sichtbar.

Festgestellt wurde seinerzeit im sog. Referenzszenario, dass die jährlichen CO2-Emissionen im Verkehrsbereich bis 2020 nur um rund 8 % sinken werden. Dies würde im Jahr 2020 jährlichen Pro-Kopf-Emissionen von 1,37 t/Person im Bereich Mobilität entsprechen. Es wurde darauf hingewiesen, dass diese Reduktion auf Entwicklungen zurückzuführen ist, die nicht im Einfluss der Stadt Bochum liegen, wie bspw. Einsparungen durch effizientere Fahrzeuge und einem höheren Biokraftstoffanteil.

Eingefordert wurde auch die monetäre Unterstützung durch den Bund und das Land NRW in Form von Förderprogrammen, z.B. zur Stärkung des Radverkehrs. Bei Umsetzung aller im Konzept vorgeschlagenen Maßnahmen lässt sich rechnerisch die Pro-Kopf-CO2-Emission bis zum Jahr 2020 auf 1,27 t/Person reduzieren. Damit wäre eine CO2-Emissionsminderung im Bereich Mobilität von mind. 17 % erreicht.

Im Rahmen des Projekts wurden 316 Klimaschutzaktivitäten der Stadt Bochum identifiziert, die zur CO2-Einsparung einen Beitrag leisteten.

Unklar ist die Bilanz 2018: welche der Maßnahmen sind bis zu welchem Zielerfüllungsgrad umgesetzt? Die letzte CO2-Bilanz der Stadt Bochum stammt aus 2014 und ist Bestandteil des Energie- und Klimaschutzkonzeptes Bochum 2030. In Bochum wird eine Bilanz in der Regel alle 4 Jahre vorgenommen.

Klimaanpassungskonzept Bochum

Das Klimaanpassungskonzept ist aus dem Jahr 2012. Es fokussiert auf den Klimawandel und die kommunale Anpassung. In dem Thema Klimaschutz ist die Stadt Bochum schon seit geraumer Zeit aktiv und gehört zu den kommunalen Vorreitern. 1994 trat die Stadt Bochum dem Klimabündnis „Alianza del Clima“ bei. Im „Energie- und Klimaschutzkonzept Bochum 2020“ aus dem Jahr 2009 hat sich die Stadt bis 2030 eine CO2-Reduktion um mindestens 50 % (bezogen auf 1990) verordnet. Daher ist Bochum beim European Energy Award (EEA©) im Jahr 2009 mit Gold ausgezeichnet worden, als bis dahin größte Stadt. Parallel dazu hat sich die Stadt seit Anfang der 1990er Jahre mit stadtklimatischen Fragen befasst: Im Jahr 1991 wurde eine erste Klimaanalyse erstellt, die einen Orientierungsrahmen und Planungshinweise für eine stadtklimaverträgliche bauliche Entwicklung gab. Seinerzeit stand noch nicht der allgemeine Klimawandel mit seinen vielschichtigen Auswirkungen im Mittelpunkt, sondern es ging vorrangig um allein stadtklimatische Auswirkungen unter statischen Voraussetzungen. Im Jahr 2008 erfolgte eine komplette Neubearbeitung der Klimaanalyse der Stadt Bochum. Das Klimaanpassungskonzept benennt eine ganze Reihe von klimarelevanten Maßnahmen, der Bereich Mobilität bleibt hier allerdings unberücksichtigt.

3.3 Zwischenfazit - Konsequenzen

In der Zusammenschau aller im Rahmen dieser Status-Quo-Analyse zusammengetragenen Informationen ergeben sich, differenziert nach Verkehrsträgern unterschiedliche Ausgangssituationen. Diese werden nachfolgend kompakt vorgestellt.

Radverkehr / Fußverkehr

Korrespondierend mit dessen geringem Anteil am Modal-Split, hatte der Radverkehr, aber auch der Fußverkehr mindestens seit den 1970er Jahren in der Stadt Bochum einen eher geringen Stellenwert. Dies ist beinahe typisch für die Städte in der Metropole Ruhr, die in den 1960ern und 1970ern Jahren den Rad- und Fußverkehr, der einstmals das Rückgrat ihrer wirtschaftlichen Prosperität war, fast völlig vergaßen. Bis dahin kamen Heerscharen von Stahlarbeitern und Bergleuten jahrzehntelang absolut selbstverständlich zu Fuß oder mit dem Fahrrad zur Arbeit. Alle Ruhrgebietsstädte waren Fahrradhochburgen.

Der Kreis des Vergessens dieser Verkehrsträger ist inzwischen durchbrochen worden und es gibt in jüngerer Zeit wieder eine Reihe von positiven Signalen. Es gibt einen Nahmobilitätsmanager in der Verwaltung, dessen Aufgabe es ist, die Belange des Rad- und Fußverkehrs voran zu bringen.

Außerdem hat sich Bochum erfolgreich um die Mitgliedschaft in der AGFS beworben und es ist ein Radverkehrskonzept in der Erstellung. Darüber hinaus wurden auch schon eine Reihe von Radverkehrsmaßnahmen umgesetzt. Dennoch bleibt bislang der Anteil des Radverkehrs am gesamtstädtischen Verkehr noch deutlich hinter den Möglichkeiten zurück.

MIV

Mit dem MIV wird zunehmend regulierend umgegangen. Die Konzentration erfolgte in den vergangenen Jahren auf Umgestaltung der Radialen (Herner Straße und Dorstener Straße), wobei - das verraten die Gestaltprinzipien der Modifikation der Straßenräume - dem IV nicht mehr die unumschränkt dominierende Rolle zuerkannt wurde. Allerdings kann von einem echten Paradigmenwechsel in der Verkehrspolitik in Bochum auch nicht unbedingt die Rede sein.

Dafür wiederum sind die Ansätze den MIV zu reduzieren zu gering ausgeprägt. Es schwingt stets die, ebenfalls für Ruhrgebietsstädte typische Angst vor der interkommunalen Konkurrenz mit. Insofern ist es verständlich, dass z.B. die Strategien zur Reduktion des ruhenden Verkehrs im Stadtzentrum eher moderat ausfallen.

Größere und auch bemerkenswerte Anstrengungen indes, sind beim Bereich der Elektro-Mobilität auszumachen. Hier geht die Stadt Bochum mit gutem Beispiel und in bemerkenswertem Umfang voran. Gleichwohl wird es die E-Mobilität – auch in Bochum - erst mittel- bis langfristig schaffen, erkennbare Fortschritte zu zeitigen. Dies liegt an den noch immer hohen Kosten für E-Autos und deren noch immer recht eingeschränkten Reichweiten. Das liegt am noch nicht vorhandenen Gebraucht-

markt für E-Autos und das liegt ferner an der Trägheit des Automarktes, der in Zyklen jenseits von 10 bis 12 Jahren, den Bestand komplett ersetzt.

ÖPNV

Im Bereich des ÖPNV ist der Nahverkehrsplan (NVP), der aktuell neu aufgelegt wurde, als Leuchtturm zu benennen. Dementsprechend neu sind die Maßnahmen und Pläne den ÖPNV in Bochum betreffend. Logisch ist daher, dass der ÖPNV als Handlungsfeld groß angelegte mittelfristige Anpassungen erfahren soll, während kurzfristige Maßnahmen von nachrangiger Relevanz (z.B. ÖPNV on demand) sind. Was außerdem bereits bei nicht sehr intensiver Betrachtung der Fakten zum ÖPNV in Bochum auffällt ist, dass die Fahrgastzahlen der BOGESTRA in Bochum nur minimale Anstiege verzeichnen (+1,2% seit 2011) bei der DSW21 Dortmund stagnieren und bei der EVAG in Essen sogar zurückgehen (-5,5%), der während sie im Bundestrend (+ 6,4% seit 2011) kräftig ansteigen. Andererseits sind aktuell punktuelle Kapazitätsengpässe zu Spitzenlastzeiten auszumachen. Hier wäre zu überlegen wie diese sinnvoll und qualitätvoll inkorporiert werden können.

Daher ist perspektivische eine Strategie erforderlich, die aufzeigt, wie 17-25% Marktanteile zulasten des Kfz-Verkehrs analog zu anderen Großstädten erreicht werden können. Es bleibt darüber hinaus abzuwarten, wie schnell und in welcher Qualität die Maßnahmen des neuen NVP umgesetzt werden.

Ergebnisse bezogen auf NOx-Minderung

Im vergangenen Jahrzehnt wurden Anstrengungen unternommen, um die Marktposition des ÖPNV zu sichern; auch aktuelle Anpassungen zielen darauf ab, innerstädtischen, wie auch stadtübergreifende Verkehre komfortabel und effizient zu gestalten. Im Radverkehr ergibt sich in jüngerer Zeit eine gesteigerte Dynamik.

Aus den fortlaufenden NO_2-Messungen an der Herner Straße geht hervor, dass bisher ergriffene Maßnahmen im Sinne der Luftreinhaltung nicht ausreichend waren – dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Kommune sich hier mit übergeordneten (Fehl-) Entwicklungen konfrontiert sieht (politische Dieselförderung, insuffiziente Abgasreinigung der Fahrzeuge), deren vorrangige Korrektur kaum ihrem Handlungsrahmen zugeordnet werden kann. Die bisherigen Maßnahmen adressierten zudem den Umweltverbund innerhalb des städtischen Verkehrs insgesamt. Erste lokale Maßnahmen zur Luftreinhaltung wurden hingegen einer ausbleibenden Förderung wegen nicht umgesetzt.

In diesem Sinne bedarf es zweier Handlungsstränge. Es sind zunächst Maßnahmen erforderlich, um die lokale Einhaltung der Luftschadstoffgrenzwerte zu erreichen. Hierzu hat die Stadt Bochum im Zuge eines Fachgutachtens im Rahmen diese GCPs mögliche Ansätze für die Herner Straße untersuchen lassen. Darüber hinaus gilt es auch Maßnahmen zu entwickeln, deren Wirkung ebenso im übrigen Stadtgebiet greift.

4 Fachgutachten im Rahmen des GCP BO

4.1 Anlass

Der Green City Plan ist einerseits verkehrsträgerübergreifend und damit allein schon recht komplex, zum anderen aber entsteht er in sehr kurzer Zeit. Beide Faktoren führen in der Summe dazu, dass nicht alle Aspekte gleichermaßen tiefgreifend bearbeitet werden können. Daher wurden drei Teilthemen aus dem Erarbeitungsprozess der Green City Plans isoliert und auf Wunsch des Auftraggebers als separate Teilgutachten vergeben.

4.2 Vergabe

Das Teilgutachten zum autonomen Fahren wurde an das Büro autoBus vergeben und von diesem bearbeitet. Dies wird begründet mit einer hohen Expertise des Büros im Bereich des autonomen und automatisierten Fahrens, sowie den Referenzen die der Auftragnehmer im Bereich des Sachgebiets vorweisen kann.

Das Teilgutachten zur Elektromobilität wurde an team red GmbH, Berlin, vergeben und von Dr. Johannes Theissen und Thorsten Gerlein bearbeitet. Dies wird begründet mit einer hohen Expertise der beiden Bearbeiter im Bereich der Elektromobilität sowie einschlägigen Referenzen, die beide im Bereich dieses Themengebiets vorweisen können.

Das Teilgutachten zur Verkehrslenkung wurde von raumkom erstellt, das auch den Green City Plan in Bochum bearbeitet. Es zeigte sich, dass die Synergie einer parallelen Erarbeitung sinnvoll des GCP und des TG Verkehrslenkung wichtig ist und so den Prozess der Erstellung beider Werke optimiert.

4.3 Ergebnisse Gutachten Autonomes Fahren

Das Kurzgutachten zum automatisierten Fahren ist eines von drei Teilgutachten, das im Zusammenhang mit dem GCP vergeben worden ist und von einem externen Büro verfasst wurde. In diesem Zusammenhang soll die Machbarkeit eines autonom operierenden öffentlichen Verkehrssystems zur Verbindung des Areals des ehemaligen Opel-Werks, das heute Mark 51°7 genannt und als modernes Technologie und Gründerzentrum entwickelt wird, und der Ruhr Universität Bochum (RUB) untersucht werden. Dieses System soll auf einer eigenen Trasse, welche gleichzeitig auch als Rad- und Fußwegverbindung genutzt werden soll, operieren.

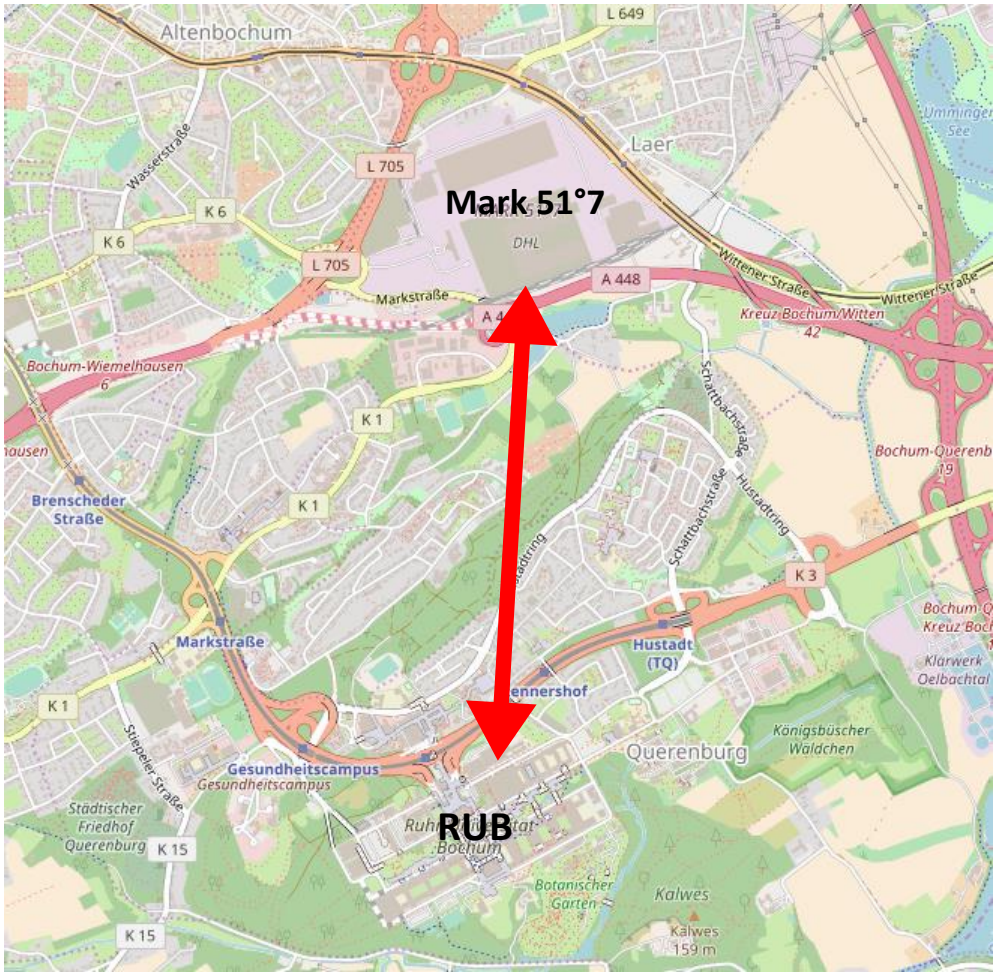


Abbildung 10: Plangebiet und beabsichtigte autonom fahrende Verbindung

Quelle: Teilgutachten Autonomes Fahren

Fahrerloses Fahren in Deutschland ist gegenwärtig (Stand Mai 2018) nicht möglich bzw. von Gesetzes wegen nicht erlaubt. Es muss sich immer eine Person im Fahrzeug befinden um eingreifen zu können. Auch schlechte Infrastruktur und eine bis dato als eher gering einzustufende Akzeptanz des autonomen Fahrens in der Bevölkerung führen dazu, dass das autonome Fahren in der Bundesrepublik noch ein Schattendasein fristet, obwohl die technischen Vorrausetzungen zum größten Teil gegeben sind. Daher beschränkt sich das autonome Fahren in Deutschland bis jetzt auf Modellversuche.

Das vorliegende Gutachten stellt verschiedene Trassenführungen dar, die anhand verschiedener Kriterien für die jeweiligen Anspruchsgruppen (Fahrgast, Verkehrsunternehmen, Allgemeinheit und Stadt/RUB/Mark 51°7) bewertet wurden. Die sich daraus ergebende Vorzugsvariante (wenn Anschlussbahn Trasse nutzbar ist) wird im Gutachten als N2-M1-S1 bezeichnet. Die Trasse der Vorzugsvariante verläuft wie folgt:

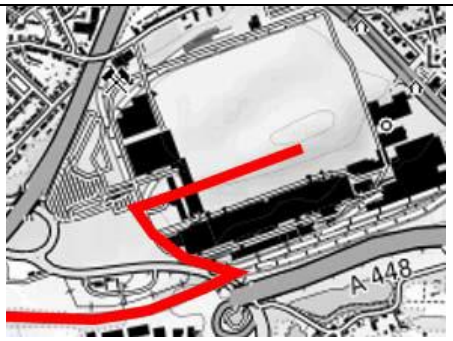
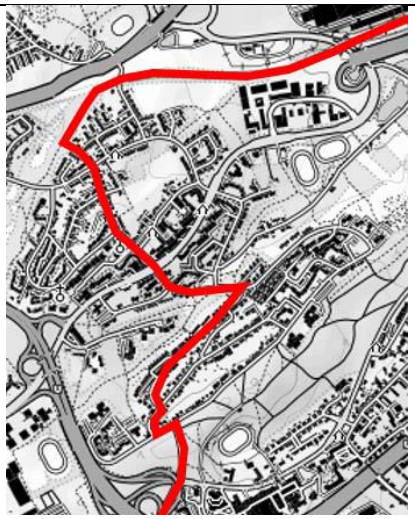
N2	Zufahrt auf das Gelände über die Planstraße G und herzustellender Rampe auf das Niveau der Gleisanlagen und der Brücke über die Markstraße (wobei für den weiter westlich liegenden Teil nach vorliegenden Unterlagen keine Möglichkeit zur Querung der A448 besteht, ggf. Führung nördlich der A448 und Querung noch weiter westlich)	
M1	Strecke führt auf der Trasse der Anschlussbahn 600 Meter lang bis westlich der Steinkuhlstraße (alternativ nördlich der A448), schwenkt dann nach Südwesten auf einen Fuß-/Radweg ein, führt weiter nach Süden auf die Straße „Am Langen Seil“, Semperstraße und Schinkelstraße. Diese Variante funktioniert nur, wenn die in Bau befindliche A448 westlich der Markstraße unterfahren werden kann.	
S1	Strecke führt von Nordwesten kommend in die Max-Imdahl-Straße, an der Stadtbahnhaltestelle Gesundheitsampus vorbei, dann M-Südstraße (alternativ GNordstraße), unterhalb des Forums weiter zur I-Nordstraße (oder I-Südstraße), führt über die Lennershofstraße und „Im Westenfeld“ bzw. in Gegenrichtung durch „Zum Schebbruch“ zur Stadtbahnhaltestelle Lennershof	

Abbildung 11: Streckenabschnitte der Vorzugsvariante autonomes Fahren

Quelle: Teilgutachten autonomes Fahren

Ist eine Nutzung der Anschlussbahn-Trasse nicht möglich ist die alternative Trassenführung N1-M2-S1:

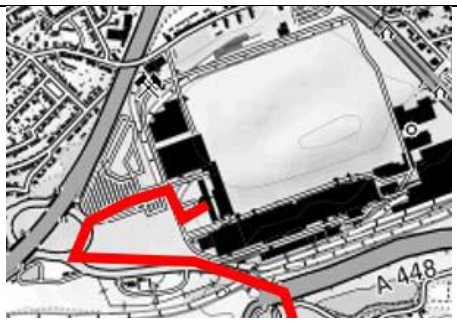
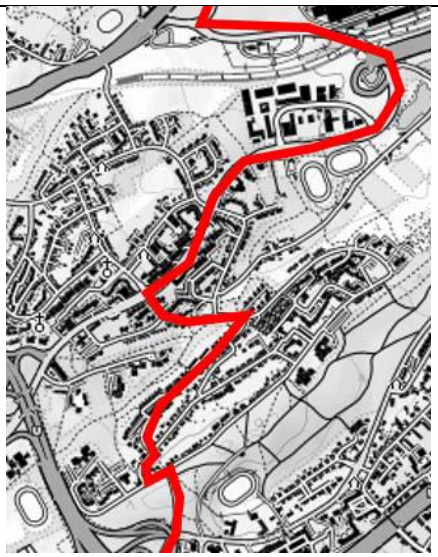
N1	Zufahrt auf das Gelände über die Planstraße G, den Opelring und die Markstraße	
M2	Strecke führt von Norden kommend auf der Markstraße bis zum Kreisverkehr Semperstraße / Am Langen Seil / Markstraße, dann weiter auf semper-straße und Schinkelstraße	
S1	Strecke führt von Nordwesten kommend in die Max- Imdahl-Straße, an der Stadtbahnhaltestelle Gesund-heitsampus vorbei, dann M-Südstraße (alternativ GNordstraße), unterhalb des Forums weiter zur I-Nordstraße (oder I-Südstraße), führt über die Lenner-shofstraße und „Im Westenfeld“ bzw. in Gegenrich-tung durch „Zum Schebbruch“ zur Stadtbahnhalte-stelle Lennershof	

Abbildung 12: Streckenabschnitte der Alternativariante autonomes Fahren

Quelle: Teilgutachten autonomes Fahren

Die Vorzugsvariante und die Alternativvariante wurden anhand eines Kriterienkataloges erstellt und über Punktevergabe bewertet. Sie erstreckt sich über eine Länge von 5,1 km bzw. 5,4 km mit 12 Haltestellen (Annahme) und einer Fahrzeit von durchschnittlich 30 Minuten zwischen den jeweiligen

Endhaltestellen Mark 51°7 und Lennershof (bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 km/h). Die Fahrtzeit zwischen Mark 51°7 und RUB wird mit 25 Minuten angegeben.

Die Kostenabschätzung wurde auf Grundlage eines Fahrzeugs der Baureihe „Arma“ von Navya aufgestellt. Die Investitionskosten belaufen sich bei der Vorzugsvariante auf 900.000 € und fallen in den Bereichen Fahrweg und Haltestellen an (zzgl. der heute noch erforderlichen Kosten für die Fahrzeugbegleitung). Bei der Wahl der Alternativvariante für die Trassenführung belaufen sich die Investitionskosten auf ca. 180.000 €. Hier fällt das Herrichten einer Trasse auf 600 Metern Länge und 6 Meter Breite weg. Diese sind einmalig zu leisten. Die Betriebskosten belaufen sich jährlich auf ca. 1,6 Mio. € bei einem 6 Minuten Takt. Diese verdoppeln sich etwa, wenn ein 3 Minuten Takt angestrebt wird auf 3,1 Mio. €. Die Betriebskosten fallen in den Bereichen Fahrzeug, Wartung und Lizenzkosten, Energiekosten & Reinigung und Personalkosten an.

4.4 Ergebnisse Gutachten E-Mobilität

Das Kurzgutachten zur (Zukunft der) Elektromobilität in Bochum ist das Zweite von drei Teilgutachten, das im Zusammenhang mit dem GCP vergeben worden ist und von einem externen Büro verfasst wurde. Darin soll aufgezeigt werden, mit welchen Handlungsansätzen der Anteil der Elektromobilität im Rahmen kommunaler Möglichkeiten schnell und effizient gesteigert werden könnte.

Abbildung 13: E-Mobilität Kommunaler Handlungsraum

Quelle: Teilgutachten E-Mobilität

Weiterhin sollen Nutzungsszenarien und geeignete Zielgruppen identifiziert und mögliche Maßnahmen zu deren Aktivierung aufgezeigt werden.

In der Kürze der Zeit konnten nicht alle Aspekte dieses Themenfelds umfassend bearbeitet werden.

Die Stadt Bochum bietet strukturell gute Voraussetzungen für den verstärkten Einsatz von Kfz-Elektromobilität. Zum Einen hinsichtlich seiner universitätsbedingten Alters- und Bildungsstruktur mit zahlreichen jungen Bürgerinnen und Bürgern, die für nachhaltige Mobilität zu gewinnen sind. Und zum anderen hinsichtlich seiner Siedlungsstruktur mit einer hohen Anzahl von Ein- und Zweifamilienhäusern, was das Zuhause-Laden von Elektrofahrzeugen erleichtert.

Für so genanntes Unterwegs-Laden bzw. Laden der Bewohner von Mehrfamilienhäusern bildet die ausreichende Verfügbarkeit einer öffentlichen Ladeinfrastruktur (LIS) das wesentliche Element bei der weiteren Verbreitung der Elektromobilität. Angesichts zunehmender Reichweiten neuer E-Pkw verliert dieses Argument sukzessive an Bedeutung, spielt aber in der Psychologie der Interessenten nach wie vor eine wichtige Rolle. Es muss daher sichergestellt werden, dass Privatbesitzer von Elektroautos gesicherte Lademöglichkeiten in ihrer Kommune (Wohnumfeld / Arbeitsplatznähe) vorfinden.

Diese aktuell bzw. zukünftig verfügbare öffentliche Ladeinfrastruktur ist voraussichtlich bei weitem nicht ausreichend, um die erwartete Zahl der Elektrofahrzeuge zu bedienen. Die von den Stadtwerken Bochum konzipierte LIS sollte auf weitere Standorte, insbesondere an besucherintensiven Hotspots, ausgeweitet werden. Um den Zugang zur LIS zu erleichtern ist ein Betreiberkonzept zu entwickeln, das einen diskriminierungsfreien Zugang zu allen Ladestationen ermöglicht.

Mit dem Ausbauprogramm der Stadtwerke wird derzeit die Zahl der Ladepunkte auf über 100 erhöht, von denen die meisten 24 Stunden erreichbar sind. Notwendig wäre (mittelfristig) ein öffentlicher Ladepunkt pro 1.000 Einwohner. Bei 360.000 Bewohnern würde das den Aufbau eines Ladenetzes mit mindestens 360 Ladepunkten bedeuten. Zur flächendeckenden Versorgung der zu erwartenden Nachfrage sind in den dicht bebauten städtischen Quartieren alternative Ladeformen (einfache Ladetechnik, Nutzung von Laternen oder Verteilerkästen, zentrale Ladeparkplätze) erforderlich. Die Standortauswahl ist in einem späteren Prozess zu verfeinern und sollte alle Stadtteile umfassen.

Die Marktdurchdringung der E-Fahrzeuge kann wesentlich durch diskriminierungsfreie Zugangs- und Bezahl-systeme gefördert werden. Da - wie erwähnt - zunächst die Stadtwerke Bochum die Grundversor-gung mit Ladeinfrastruktur aufbauen, kann auf diesem Wege eine Vereinheitlichung erfolgen, die Übereinstimmung mit den Systemen in den Nachbarstädten aufweisen sollte, um insbesondere den vielen Ein- und Auspendlern eine regionale LIS-Infrastruktur anzubieten.

Beim privaten Laden und beim Laden am Arbeitsplatz wird weiterhin die AC-Technik vorherrschend sein, da diese auf das herkömmliche 230V-Netz zurückgreifen kann und keine wesentlichen Kosten bei der Installation der Ladeeinrichtungen anfallen. Die Zukunft des öffentlichen Ladens liegt allerdings in der DC-Technik, die wegen der kurzer Ladezeit - hier werden annähernd gleiche Zeiten wie beim klassischen Tankstellenaufenthalt erreicht - große Bedeutung zukommt und die ein Treiber des Markthochlaufs der Elektrofahrzeuge sein wird.

Auf Autobahnraststätten und in E-Tankstellen (Ladeparks) in den Städten wird Schnellladen mit über 50 kW (HPC) zum Standard werden. Daher sollte die Stadt Bochum frühzeitig Standorte für derartige Ladeparks, z.B. auf ehemaligen Tankstellengeländen, vorhalten und frühzeitig zu Betreibern Kontakt aufnehmen. Derzeit steht im Stadtgebiet nur eine öffentliche Schnellladestation zur Verfügung. Die Stadtwerke planen auch hier einen erheblichen Ausbau des Angebotes, da ein deutlich steigender Bedarf nach Schnellladen prognostiziert wird, dem die Kommune Rechnung tragen muss.

Im gewerblichen Bereich kann der Einsatz von E-Fahrzeugen durch die Stadt Bochum beschleunigt werden. So können z.B. die KEP-Dienste durch die Einführung von Zufahrtsbeschränkungen zur Innenstadt oder zu dichtbesiedelten Wohngebieten zum schnellen Austausch ihrer Flotten bewegt werden. Für Taxi-Unternehmen ist die Bereitstellung von DC-LIS für E-Taxis an Hauptstandplätzen sowie eine direkte Förderung der Umstellung und die Bevorrechtigung von E-Pkw bei der Standort-Zuordnung hilfreich.

Eine weitere wichtige Zielgruppe der Elektromobilität stellen Touristen und Besucher der städtischen Interest Points (Museen, Musical-Theater etc.) dar. Insbesondere Niederländer, deren Anteil an den Bochum-Besuchern in 2017 um 18 % gestiegen ist, sind hier von Interesse, da unsere holländischen Nachbarn bereits einen hohen Anteil an Elektrofahrzeugen aufweisen. Für diese und andere Besucher können Ladesäulen an Hotels und den touristischen Einrichtungen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil im Konkurrenzkampf der Städtetourismusdestinationen bilden.

Wasserstoff stellt eine Alternative zum batterieelektrischen Fahrzeug dar, wenngleich die Investitionskosten für Fahrzeugtechnologie und öffentliche Infrastruktur deutlich höher liegen. Da die Wasserstofftechnologie zunehmend an Bedeutung gewinnt und vermehrt Fahrzeuge mit Brennstoffzelle angeboten werden, ist auch dir entsprechende Infrastruktur z.B. unter Nutzung des „NRW Hydrogen Hyway“ bereitzustellen.

4.5 Ergebnisse Gutachten Verkehrslenkung

Das Kurzgutachten zur Verkehrslenkung ist das dritte Teilgutachten, das im Zusammenhang mit dem GCP vergeben worden ist und wurde vom Büro raumkom verfasst. Es soll zeigen, wie sich die NO_2-Situation auf der Herner Straße mit verkehrslenkenden Maßnahmen, im Rahmen kommunaler Möglichkeiten, schnell und effizient verbessern könnte.

Die Herner Straße in Bochum ist etwa 3,8 km lang, verläuft in Nord-Süd-Richtung. Sie beginnt im Norden an der Stadtgrenze zu Herne und stellt die Verlängerung der Bochumer Straße aus Herne kommend dar. Sie endet im Stadtzentrum von Bochum, kurz nachdem sie den Innenstadtstadtring - die B 226 - gequert hat, indem sie auf die Dorstener Straße einmündet.

Die Herner Straße ist mit einem DTV-Wert von bis zu 35.000 Kfz eine verkehrlich hoch belastete innerstädtische Straße. Bemerkenswert dabei ist, dass sich diese Belastung sehr über den Tag verteilt, d.h. die üblichen Lastspitzen fallen hier deutlich geringer aus. Eine Erklärung dafür könnte die Tatsache sein, dass die Herner Straße zwischen den Autobahnen A 40 und A 43 als Abkürzung dient. Ei-

gentlich sollte die Schnittstelle dieser zwei Autobahnen das AK Bochum sein, diesen Weg zu nehmen, bedeutet allerdings, einen Umweg von ca. 6 km in Kauf zu nehmen.

An der Herner Straße 385 befindet sich eine Messstation des LANUV zur Messung der Luftschadstoffqualität. Bei der Station mit dem Kürzel VBOH2 (EU Kennung DENW331) handelt es sich um Passivsammler zur Messung der NO_2 Werte, begonnen wurden die Messungen am 31.01.2013 und dauern bis heute an. Im Jahr 2017 wurde als Jahresmittelwert an dieser Messstation 51 µg/m³ NO_2 festgestellt. Damit wird der gesetzliche Grenzwert nach dem BundesImmissionsschutzgesetz (BImschG) in Höhe von 40 µg/m3 als Jahresmittelwert um 27,5% überschritten. Das Teilgutachten geht der Frage nach, welche lenkenden und steuernden verkehrlichen Maßnahmen in Frage kommen, um die Luftschadstoffbelastung durch den Verkehr zu senken.

Der gesetzliche Grenzwert für NO_2 nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImschG) i.V. mit der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV)in Höhe von 40 µg/m3 NO_2als Jahresmittelwert wird an der Messstation an der Herner Straße um 27,5% überschritten. Er schwankt um die 50 µg/m3 NO_2 als Jahresmittelwert. Abzüglich der Hintergrundbelastung entfallen auf den Bereich Verkehr als Verursacher rd. 20 µg/m³ NO_2. D.h. in der Konsequenz muss entweder die Qualität der Emissionen auf der Herner Straße aus dem Bereich Verkehr soweit verändert werden, dass eine Reduktion um mind. 10- 11 µg/m³ NO_2 erreicht wird oder die Gesamtverkehrsbelastung muss um rd. 50% sinken.

Angesichts dieser Größenordnung kommen neben Geschwindigkeitsreduzierungen auch Drosselungen der Verkehrskapazität der Herner Straße in Frage.

Eine Reduktion auf 40 km/h Höchstgeschwindigkeit auf der Herner Straße erzeugt nur wenig Änderung im Verkehrsgefüge der Stadt und beeinträchtigt nicht die Leistungsfähigkeit der Herner Straße. Allerdings kann diese Maßnahmen als ungeeignet beurteilt werden, hinsichtlich des Potentials zur Senkung von NO2-Emissionen auf der Herner Straße.

Die Erfahrungen die mit der Einführung von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen gemacht worden sind zeigen, dass sich an der Aufnahmefähigkeit der Straßenabschnitte und dem Verkehrsfluss kaum nennenswerte Unterschiede ergeben zu Tempo 50. Dies setzt allerdings eine entsprechende Anpassung der Signalschaltungen voraus. Reisezeiten können sich marginal erhöhen. Hinsichtlich der Luftschadstoffreduzierungen durch diese Maßnahme herrscht keine einheitliche Fachmeinung vor, allerdings deuten die realen Messergebnisse aus Berlin eher drauf hin, dass leichte Entlastungen möglich sind. Besonders bei Straßen mit niedrigem Konstantfahrtanteil kann sich eine Reduktion auf Tempo 30 NO_2- reduzierend auswirken.

Eine Temporeduktion auf 30km/h zulässige Höchstgeschwindigkeit ist allein nicht ausreichend, um die notwendige Reduktion beim NO_2 zu erreichen. Die durch diese Maßnahme induzierten Verkehrsverlagerungen würden vor allem zu Lasten der Autobahnen ausgehen, die innerstädtischen Verlagerungen würden mit wenigen Ausnahmen eher gering ausfallen.

Die Wegnahme einer Fahrspur für den Kfz-Verkehr je Richtung auf der Herner Straße bei weiterhin Tempo 50 km/h, führt zu umfangreichen Veränderungen der Verkehrsströme in den Stadtteilen und zeitigt starke Reduktionen der Verkehrsmengen auf der Herner Straße. Die Rückgänge der Verkehrsbelastung auf der Herner Straße bleiben erwartungsgemäß unter einer Halbierung und bewegen sich im Abschnitt zwischen den Autobahnen zwischen -38% und -25%. Die nördlichen Teilabschnitte zei-

gen hier die größten Rückgänge, bleiben aber tatsächlich unter dem notwendigen Reduktionsniveau, um die NO_2-Grenzwerte einhalten zu können. In den Abschnitten südlich der A40 steigen die Verkehrsbelastungen auf der Herner Straße sogar ganz leicht an. Dennoch werden die notwendigen Reduktionsmengen nicht erreicht. Insofern ist auch diese Maßnahme allein nicht ausreichend um die NO_2-Grenzwerten zu erfüllen.

Erst bei einer Kombination aus Temporeduktion auf 30 km/h und der Sperrung einer Fahrspur für den Kfz -Verkehr sind die Rückgänge der Verkehrsbelastung auf der Herner Straße signifikant. Kumuliert ergibt sich auf dem gesamten Teilabschnitt zwischen den Autobahnen eine Reduktion von rd. 50%. Der besonders sensible nördliche Abschnitt, hier befindet sich die LANUV – Messstation, von der Rensingstraße bis zur Tippelsberger Straße zeigt Rückgänge von 54% und 56%. Nur im südlichen Bereich werden ganz leichte Zuwächse von 4% bzw. 1% prognostiziert.

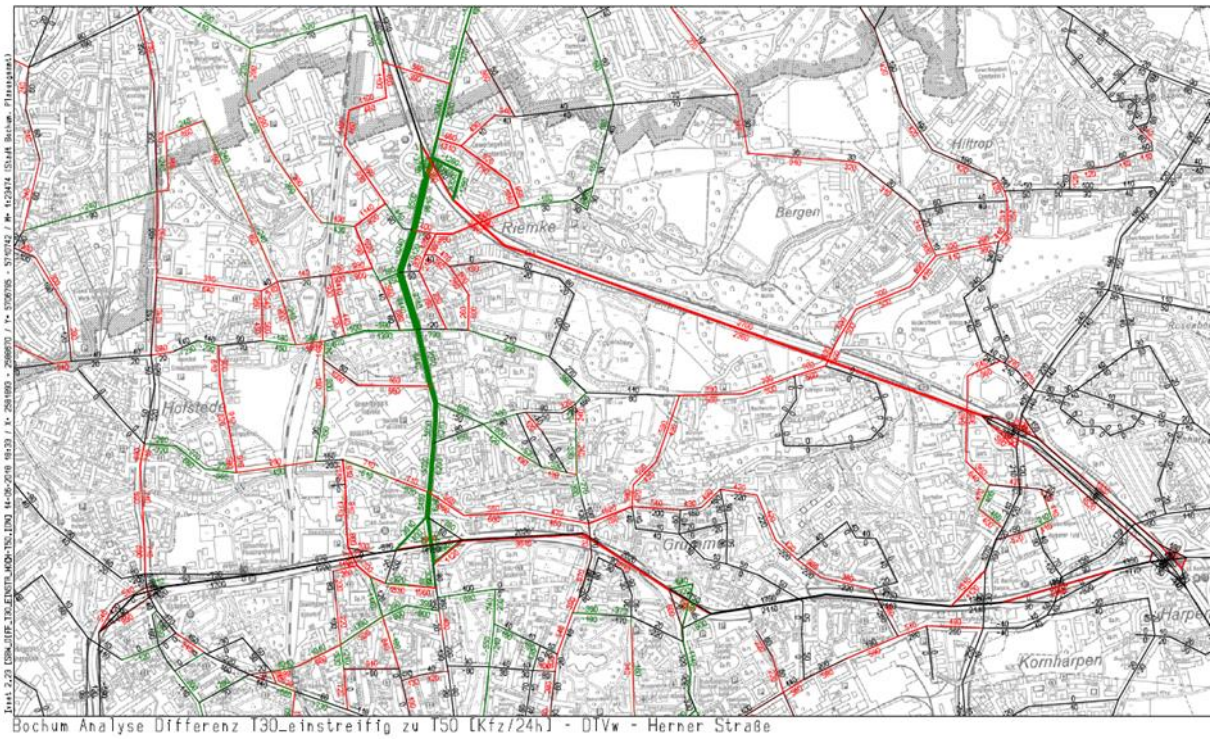


Abbildung 14: Differenz der Verkehrsbelastung bei einer Fahrspur je Richtung und Tempo 30 km/h auf der Herner Straße

Quelle: Teilgutachten Verkehrslenkung

Differenzen bei T30 einspurig KFZ Abschnitte der Herner Straße				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T50 eins. KFZ**	**Saldo**	**Prozent**
A43 - Rensingstraße	34100	-17110	16990	-50%
Rensingstraße - Wilbergstraße	32200	-17360	14840	-54%
Wilbergstraße - Tippelsbergerstraße	32400	-18150	14250	-56%
Tippelsbergerstraße - Grummerstraße	24900	-13510	11390	-54%
Grummerstraße - Hiltroperstraße	23800	-11260	12540	-47%
Hiltroperstraße - Poststraße	25000	-11230	13770	-45%
Poststraße - A40	30600	-12760	17840	-42%
A40 - A40	21500	k.a.	k.a.	k.a.
A40 - Agnesstraße	19200	-3080	16120	-16%
Agnesstarße - Schmechtingstraße	16500	700	17200	4%
Schmechtingstraße - Freiligrathstraße	14400	-420	13980	-3%
Freiligrathstraße - Am Bergbaumuseum	11800	90	11890	1%

Tabelle 9: Differenzen bei T30 einspurig KFZ Abschnitte der Herner Straße

Quelle: Teilgutachten Verkehrslenkung

Es ergeben sich durch die die Kombination von Tempo 30 km/h und einspuriger Verkehrsführung zum Teil deutliche Mehrbelastungen in untergeordneten Straßen, jedoch fallen diese geringer aus, als bei Tempo 50 km/h und einspuriger Verkehrsführung. Dies ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass sich eindeutige Zunahmen auf den Autobahnen A43 und A40 ergeben. Offensichtlich meiden jetzt viele Kfz die vermeintliche Abkürzung über die Herner Straße. Sofern die Temporeduzierung auf 30 km/h nicht zu einem deutlichen Mehrausstoß von NO_2 führt, stellt die Kombination von Tempo 30 km/h und einspuriger Verkehrsführung die einzig wirksame Maßnahme zur Reduzierung dar, die sich mit verkehrslenkenden und -steuernden Maßnahmen jenseits von Dieselfahrverboten bietet.

4.6 Zwischenfazit

Autonomes Fahren

Der Einsatz autonomer Fahrzeuge zur Ergänzung zum ÖPNV zwischen Mark 51°7 und der Ruhr Universität Bochum bietet sich an. Die vorgeschlagene Vorzugsvariante erscheint schlüssig, ist aber v.a. hinsichtlich infrastruktureller baulicher Maßnahmen sehr kostenintensiv im Vergleich zur Alternativvariante. Auch wurden die einzelnen Kriterien, die für einen Trassenverlauf sprechen, gleichrangig gewichtet. Hier kann hinterfragt werden, ob nicht einzelne Kriterien als höherwertiger angesehen werden können, als andere.

Im Hinblick auf die voll elektronische Antriebsweise bei autonom fahrenden Fahrzeugen und das NO_2-Reduktionspotenzial, empfehlen wir die Implementierung eines autonom fahrenden Systems zwischen Mark 51°7 und der Ruhr Universität Bochum. Angesichts der aktuellen Fahrgeschwindigkeit der Systeme (und der resultierenden Reisezeit für 5 km) ist zu hinterfragen, ob die verkehrliche Nachfrage mit der vorliegenden Angebotsqualität bedient werden kann oder ob der vorliegende Einsatzzweck erst mit der fortschreitenden technischen Entwicklung adäquat zu erfüllen ist. In Sachen Prestige kann durch den Einsatz von autonom fahrenden Bussen gepunktet werden und v.a. auf Mark 51°7 Firmen angelockt werden. Eine Implementierung eines autonomen Bussystem auf dem gesamten Gebiet des Mark 51°7 erachten wir als sinnvoll und wertete den Standort zusätzlich auf.

Elektromobilität

Die Förderung der Elektromobilität durch die Stadt Bochum und seine Gesellschaften kann sowohl ein ökonomisches als auch ein emissionsvermeidendes Modell werden. Potenziale für den Einsatz von Elektrofahrzeugen bieten insbesondere deren Fahrzeugflotten, die beschleunigt umzustellen sind. Auf diesem Gebiet hat die kommunale öffentliche Hand eine wichtige Vorbildfunktion und kann die Bürger Bochums zum Umstieg auf emissionsfreie Mobilität animieren.

Im Rahmen der Maßnahmenvorschläge werden eine Vielzahl von Handlungsoptionen für die Stadt Bochum aufgezeigt, um ein schnelles Anwachsen der Elektromobilität zu fördern. Als ergänzender Schwerpunkt des städtischen Handels empfehlen wir ein professionelles Kommunikationskonzept, das neben der Zielgruppenansprache die Erlebbarkeit der Elektromobilität ermöglicht. Weiter ist der Aufbau eines E-Mobility-Portals mit allen wichtigen Grundinformationen zur Elektromobilität sowie die Einrichtung einer Lotsenstelle Elektromobilität erforderlich. Alle Maßnahmen zusammen werden zu einer deutlichen Reduzierung der verschiedenen, die Menschen zunehmend belastenden Emissionen beitragen.

Verkehrslenkung

Die Herner Straße in Bochum ist eine verkehrlich hoch belastete innerörtliche Hauptverkehrsachse. Das bringt eine hohe Luftschadstoffbelastung mit sich. Um hier eine Entlastung zu erzielen, sind deutliche Reduktionen der Verkehrsbelastung zur Reduzierung der Emissionen notwendig. Daher kom-

men nur solche Maßnahmen in Betracht, die recht drastisch in den Verkehr eingreifen. Als einzige der hier untersuchten Maßnahmen, die eine erforderliche Wirkung erzeugt, kommt die Kombination von Temporeduktion auf 30km/h und Kapazitätsreduktion auf nur eine Fahrspur je Fahrtrichtung in Betracht. Diese Eingriffe bewirken naturgemäß auch Verkehrsverlagerungen. Insofern werden die Belastungen aus dem Verkehr hier „demokratisiert“, d.h. vormals geringer belastete Bereiche werden nun belastet, damit der besonders belastete Bereich schließlich entlastet wird. Als positiver Effekt, kann beobachtet werden, dass die Abkürzungsverkehre zwischen den Autobahnen A43 und A 40 unterbunden werden bzw. offenbar auf diese zurück geleitet werden. In jedem Fall wird eine Anpassung der LSA-Knoten erforderlich. Unter Umständen kann in Zukunft eine verkehrslastabhängige LSA-Steuerung die Situation deutlich verbessern.

Diese Maßnahme wird nicht auf ungeteilte Zustimmung stoßen und sollte daher mit entsprechender Kommunikation begleitet werden. Die nunmehr nicht mehr benötigten Fahrspuren können im Sinne einer Symbolwirkung, für umweltgerechte Mobilität genutzt werden, Eine „Protected Bike Lane“ wäre hier die beste Alternative, allerdings käme auch eine Nutzung als „Umweltspur“ für vollelektrische Fahrzeuge in Betracht. Dies beinhaltet jedoch die Gefahr eines Missbrauchs durch konventionelle Kfz.

5 Maßnahmenmatrix

Die Maßnahmenmatrix gibt einen Überblick, dient der Kategorisierung der Maßnahmenansätze und zeigt übersichtlich deren Fristigkeiten.

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
1	Verlagerung	LKW	kurzfristig
2	Dieselfahrverbote	MIV	kurzfristig
3	P+R	MIV	kurzfristig
4	Erhöhung Flottenanteil E-Autos	MIV	kurzfristig
5	Verkehrsregelung Tempo 30 flächendeckend	MIV	kurzfristig
6	Parkraumreduktion und -bewirtschaftung Innenstadt	MIV	kurzfristig
7	Beschilderung / Stauinformationstafeln / Telematik	MIV	mittelfristig
8	Verkehrliche Verlagerung, Teilsperrung Herner Straße	MIV	kurzfristig
9	Kostenverlagerung City-Maut	MIV	mittelfristig/langfristig
10	Verflüssigung Grüne Welle bei Tempo30 / Tempo 40	MIV	nicht einschätzbar
11	Ruhender Verkehr: Stellplatzablösen zweckgebunden verwenden	MIV	kurzfristig
12	Ausweitung Car-Sharing	MIV	mittelfristig/langfristig

Tabelle 10: Maßnahmenübersicht MIV

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
13	Beschleunigung Busspuren	ÖPNV	kurz- bis mittelfristig
14	Vergünstigung P+R Tarif	ÖPNV	mittelfristig
15	Einsatz von E-Bussen auf grüner Linie	ÖPNV	kurz- bis mittelfristig
16	Autobuspersonenanhänger / Buszug	ÖPNV	kurzfristig
17	Autowrack gegen Ticket 2000	ÖPNV	kurzfristig
18	Strategieentwicklung Angebotsausweitungen	ÖPNV	langfristig
19	ÖPNV on demand	ÖPNV	mittel- bis langfristig
20	Tarifinnovationen	ÖPNV	mittelfristig

Tabelle 11: Maßnahmenübersicht ÖPNV

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
21	Umstellung der städtischen PKW- und Kleinnutzfahrzeuge auf E-Mobilität	EMOBIL	kurzfristig
22	Elektrifizierung des innerstädtischen Güterverkehrs	EMOBIL	mittelfristig

Tabelle 12: Maßnahmenübersicht E-Mobilität

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
23	Ausbau zentraler Achsen zwischen Stadtteilen und Stadt-zentrum	RAD	kurz- bis mittelfristig
24	Aufbau radialer Verbindungen der Stadtteile untereinan-der	RAD	kurz- bis langfristig
25	Radverkehrskonzept	RAD	mittel- bis langfristig
26	Höhere Standards für Radverkehrsanlagen	RAD	kurz- bis mittelfristig
27	Ausweisung von Fahrradstraßen	RAD	kurz- bis mittelfristig
28	Zuschuss für Falträder	RAD	kurzfristig
29	Verbesserung von Querungsstellen für Fußgänger	FUSS	kurz- bis langfristig

Tabelle 13: Maßnahmenübersicht Rad

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
30	Autofreie Wohnquartiere	STÄDTEBAU	langfristig

Tabelle 14: Maßnahme Städtebau

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
31	Photoment	NOX	kurzfristig
32	Schaffung von Luftschneisen	NOX	kurzfristig
33	Mooswände / City Tree	NOX	nicht einschätzbar

Tabelle 15: Maßnahmenübersicht NO_X reduzierende Maßnahmen

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
34	Sensibilisierung für die individuelle Verantwortung	KAMPAGNE	nicht einschätzbar
35	Alltagsradfahren	KAMPAGNE	mittelfristig
36	ÖPNV Stellenwert und Image	KAMPAGNE	kurz- bis mittelfristig
37	E-Mobilität	KAMPAGNE	mittelfristig

Tabelle 16: Maßnahmenübersicht Kampagnen

ID	Name	Kategorie	Fristigkeit (Wirkung)
38	Verlagerung temporäre Sperrung der Abfahrten A 43/A40	ANDERE	nicht einschätzbar
39	Flottenveränderung	ANDERE	langfristig
40	Softwareupdates	ANDERE	kurzfristig
41	Hardwareupdates	ANDERE	nicht einschätzbar
42	Entgeltfreier ÖV	ANDERE	langfristig
43	Bürgerticket	ANDERE	langfristig
44	Betriebliches Mobilitätsmanagement (BMM)	ANDERE	kurz- bis mittelfristig
	Erhöhung der Energiesteuer für Kfz	ANDERE	mittel- bis langfristig

Tabelle 17: Maßnahmenübersicht Andere Maßnahmen

5.1 Maßnahmen zur Luftreinhaltung im Kontext von Verkehr und Mobilität

Schon in der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg war die individuelle Mobilität allen voran in den USA, ein Massenphänomen. Der Traum vom American Way of Life war untrennbar mit dem eigenen Auto verbunden. In Europa dauerte dies noch etwas länger, aber spätestens seit dem Kdf-Mobil des dritten Reichs, das eine preiswerte Automobilisierung für jedermann versprach, war eine breite Masse der Menschen in Deutschland ebenfalls mit dem Virus einer unbeschränkten, individuellen Mobilität infiziert. In den 1950er und 1960er Jahren dann, trat das Auto und damit die Massenmotorisierung seinen umfassenden Siegeszug an. Es dauerte allerdings nicht einmal zwanzig Jahre, um Zweifel an dieser Entwicklung zu wecken. Seit den frühen 1970er Jahren existiert die Debatte um die Menge und die „Dosis“ der individuellen Mobilität in unserer Gesellschaft.

Von Anfang an standen dabei auch und vor allem Emissionsaspekte, da es sich um Verbrennungsmotoren zum Antrieb handelte, im Vordergrund. Lärm und Abgase zu reduzieren, das waren stets Hauptargumente bei dem Ringen um das Maß der individuellen Mobilität.

Diese Vorbemerkung soll zeigen, dass die Konfliktlinie Luftreinhaltung – Stadtverkehr eine lange Historie hat. Ebenso alt sind die Strategien, Maßnahmen und Rezepte, die beim Umgang mit diesem Konflikt empfohlen und angewandt werden. Im Kern geht es immer um:

1. Reduktion des innerstädtischen Verkehrsaufkommens (z.B. durch Nutzungsmischung, Stadt der kurzen Wege und Rückbau überdimensionierter Verkehrsanlagen)
2. Anpassung der Geschwindigkeiten (bis zum 31. August 1957 existierte gar keine Geschwindigkeitsbeschränkung für Personenwagen und Motorräder, auch nicht in Städten, dann erst wurde Tempo 50 km/h innerorts eingeführt, 1983 folgte die erste Tempo 30 Zone in der Innenstadt von Buxtehude)
3. Steigerung der Effizienz der Mobilität (z.B. durch Stärkung der öffentlichen Transportmittel, Verringerung unnötiger Verkehre, z.B. Parksuchverkehr)
4. Schutz der sensiblen Nutzungen (z.B. durch Einführung der Fußgängerzonen, verkehrsberuhigter Bereiche oder Spielstraßen)
5. Modal Shift hin zum Umweltverbund (Verlagerung der Mobilität vom MIV hin zu Fuß-,Rad- und öffentlichem Verkehr, z.B. durch Angebotsplanung, Kampagnen, Mobilitätsmanagement und -schulung)

Diese Strategien sind bis heute gültig, vor allem, da alle aktuellen Untersuchungen zum Verkehrsverhalten der Deutschen, allen voran die Untersuchung Mobilität in Deutschland (MiD) Und die Studien zur Mobilität in Städten (System repräsentativer Verkehrsbefragungen/SrV) zeigen, dass unser allgemeines Verkehrsverhalten nach wie vor deutliche Ansätze zur Optimierung enthält.

Hier sollen nur anekdotisch zwei ausgewählte Befunde geschildert werden, die quasi „pars pro toto“ zeigen, dass eine Änderung unserer Verkehrsgewohnheiten ohne Einbußen bei der Mobilität möglich sein sollte.

So sind 10 % aller Pkw-Fahrten kürzer als 1 km und 50 % der Pkw-Fahrten sind kürzer als 5 km. Das sind klassische Fuß- bzw. Fahrraddistanzen. Zudem ist bis zu einer Distanz von 3-4km in der Stadt das Fahrrad das schnellere Transportmittel. Insofern ist unverständlich, woher diese Dominanz des Pkw rührt und warum nicht mehr Fahrrad gefahren wird auf diesen Distanzen.

Weiterhin ist der am stärksten ausgeprägte Wegezweck, der Freizeitverkehr.

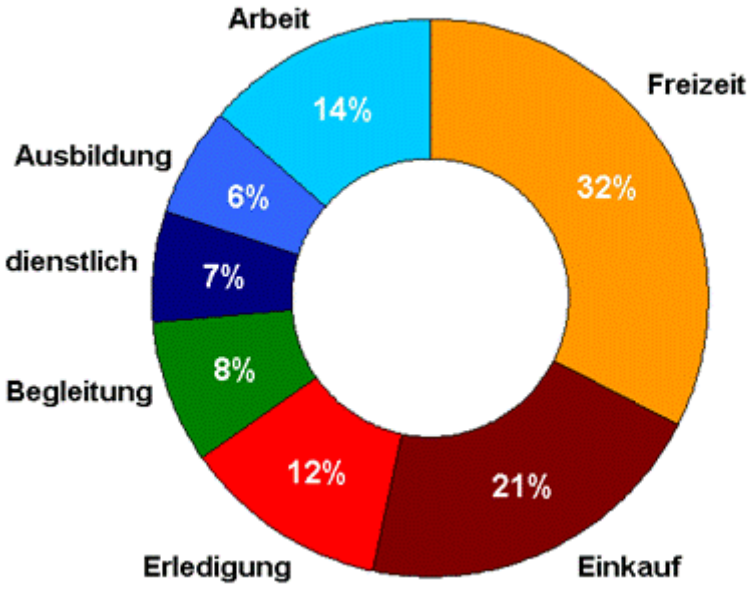


Abbildung 15: Anteile der Wegezwecke am Verkehrsaufkommen

Quelle: MiD [infas10a, S. 116]

Naturgemäß ist dieser Wegezweck allerdings besonders an den Wochenenden dominant.

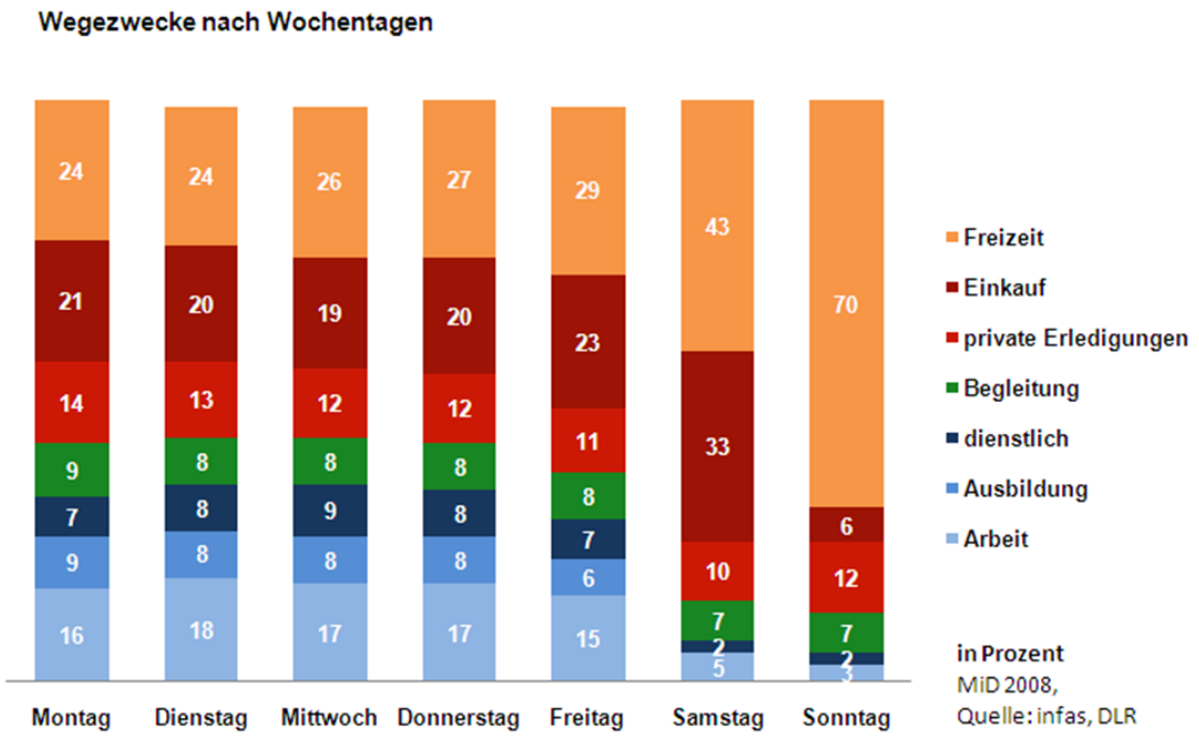


Abbildung 16: Wegezwecke nach Wochentagen

Quelle: MiD 2008

Hier ist anzumerken, dass es sich beim Freizeitverkehr um wahlfreien Verkehr handelt, d.h. hier herrscht kein Zwang diesen Wegezweck erledigen zu müssen. Außerdem spielen die Faktoren Zeitmangel und Zwang zur Pünktlichkeit i.d.R. eine weniger große Rolle, als dies z.B. bei Fahrten zur Arbeit oder zur Ausbildung der Fall ist. Insofern sollte ein Modal Shift hin zum Umweltverbund eigentlich sehr viel einfacher gelingen.

Kurzum, die Möglichkeiten die Auswirkungen des Verkehrs auf das Stadtklima und die Luftreinhaltung positiv zu beeinflussen, die unterscheiden sich seit Jahren nur in Nuancen. Sie lassen sich unter dem Oberbegriff „nachhaltiger Stadtverkehr“ oder umgangsprachlich „Verkehrswende“ zusammenfassen. Im Kern geht es darum, den Umweltverbund zu stärken und die überbordende individuelle Mobilität zu reduzieren. Ein Modal Shift, der im besten Fall dazu führt, dass alle Verkehrsträger gleichberechtigt behandelt werden (25% Fuß, 25% Rad, 25% ÖPNV, 25 % IV) wäre dafür ein guter und sicher erreichbarer Zustand, denn es existieren bereits Städte in Deutschland, die solche ein Mischung erreicht haben oder kurz davor sind (z.B. Freiburg i.Br., Karlsruhe, Münster oder München).

5.2 Auswahl und Zusammenstellung der Maßnahmen

Angesichts der relativ langen Historie des Problemfelds Verkehr vs. Luftreinhaltung bzw. der Verkehrswende, könnte - zumindest theoretisch - eine Unmenge von Maßnahmen zur Veränderung des Status-Quo des Stadtverkehrs aufgelistet werden. Dieser Green City Plan, will aber keine Enzyklopä-

die des nachhaltigen Stadtverkehrs sein, sondern soll pragmatische Hilfestellung liefern, bei der Frage was kann schnell und konkret die Luftqualität, vor allem im Hinblick auf die NO_2-Problematik verbessern. Dabei muss der Green City Plan einerseits ganz kleinräumig auf die Problematik an der Herner Straße eingehen, andererseits soll er aber die Situation in ganz Bochum verbessern helfen. Daher ist ein wesentliches Auswahlkriterium die Frage der Zuständigkeit und Einflussmacht, diese sollte vor allem bei der Stadt Bochum liegen.

Bei der Auswahl der Maßnahmen die in diesem Green City Plan vorgestellt werden, sind daher folgende Auswahlkriterien berücksichtigt worden:

- Maßnahmen die möglichst kurzfristig eine Verbesserung der NO_2 Belastung in Aussicht stellen.
- Maßnahmen die möglichst kurzfristig und nachhaltig den Modal Shift unterstützen.
- Maßnahmen die andernorts im Zusammenhang mit der Erstellung der Green-City-Pläne diskutiert werden.
- Maßnahmen, die NO_2 reduzieren können, aber nicht verkehrlicher Natur sind.
- Maßnahmen die außerhalb der Einflussmacht der Stadt Bochum liegen, die aber einen positiven Effekt auf die NO_2 Emissionen haben werden.

Die Maßnahmen werden, soweit das geht, in thematischen Blöcken behandelt (IV, ÖV, etc.). Im Anschluss schlagen wir außerdem vor, verschiedene Maßnahmen synergetisch zu verquicken., so dass bestimmte Verkehrsträger besonders intensiv unterstützt werden.

5.3 Zeithorizonte der Wirkungen der Maßnahmen

Bei den Maßnahmen unterscheiden wir nach Zeithorizonten und setzen dabei voraus, dass die dargestellten Zeitfenster möglichst ohne Verzögerung bei Planung und politischer Willensbildung durchlaufen werden können. Gleichwohl gilt, dass etwaig zur Realisierung vorgesehene Maßnahmen auch eben jener politischen Willensbildung bedürfen; sich zeitliche Umsetzungshorizonte nicht beliebig reduzieren lassen, wenn der parlamentarische Weg auf kommunaler Ebene respektiert werden soll. Für die Einordnung der Maßnahmen ist neben den Umsetzungshorizonten der frühest denkbare Wirkungseintritt maßgeblich, bzw. eigens aufgeführt, sofern beide Gegenstände zeitlich deutlich auseinander liegen.

In diesem Sinne sind folgende zeitliche Streckungen vorgesehen:

1. Ad hoc: Diese Maßnahme lässt sich in wenigen Wochen umsetzen und wirkt ab dann sofort im Hinblick auf die NO_2 Reduktion.

2. Kurzfristig: Diese Maßnahme lässt sich binnen zweier Jahre umsetzen und beginnt hier, erste Wirkungen zu entfalten. Dies betrifft beispielsweise Einzelmaßnahmen von begrenztem Umfang, die keines größeren konzeptionellen Aufwands oder aufwendiger Ausschreibungsverfahren bedürfen.

3. Mittelfristig. Diese Maßnahme kann in zwei bis sechs Jahren umgesetzt werden. Dies betrifft entweder Bündel von Einzelmaßnahmen oder jene die einen größeren konzeptionellen Aufwand, Klärung rechtlicher Fragen oder aufwendigere Beschaffungsmaßnahmen erfordern.

4. Langfristig: Alle Maßnahmen mindestens sechs Jahre erfordern, realisiert werden zu können. Hierunter fallen unterschiedliche Maßnahmen. Dazu gehören solche, die eines erhebliche konzeptionellen Aufwands bedürfen und nicht in das übliche Repertoire kommunalen Handelns fallen (exemplarisch kann die Neugestaltung des ÖPNV-Netzes genannt werden). Weiterhin sind hier typischerweise Maßnahmen subsumiert, die noch der Klärung rechtlicher Fragen bedürfen (z.B. City-Maut). Abschließend sind dies mitunter auch kleinteiligere Maßnahmen, die jedoch erst mit einer stärkeren Nachfrage nach flexiblen und multimodalen Angeboten beginnen, eine größere Wirkung zu entfalten.

Weitere Zeithorizonte zu definieren und in Betracht zu ziehen wird verworfen, zu unvorhersehbar ist die weitere gesellschaftliche und technische Entwicklung.

5.4 Beschreibung verkehrlicher Maßnahmen

Der Schwerpunkt der Maßnahmen zur Reduzierung von NO_2 liegt im Bereich der verkehrlichen Maßnahmen. Dies vor allem, weil dieser die Hauptursache für die NO_2 Belastung darstellt.

ID 1 LKW Verlagerung

Vollständiges LKW-Durchfahrverbot Herner Straße Verkehrliche Maßnahme – MIV
Beschreibung Auf der Herner Straße gilt aktuell zwischen der Autobahn BAB 40, Anschlussstelle Bochum-Zentrum und der Autobahn BAB 43, Anschlussstelle Bochum-Riemke ein Durchfahrverbot für LKW über 7,5 t. Diese Sperrung gilt allerdings nicht für Güterverkehre, die sich im Umkreis von 75 Kilometern zwischen dem Beginn der Fahrt und dem ersten Beladeort befinden. Denkbar ist, die Ausnahme dieses Durchfahrverbots aufzuheben.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Diesel-LKW sind eine von mehreren NOx Quellen im Straßenverkehr. Da Zählungen zum Schwerlastanteil auf der Herner Straße existieren können hier Abschätzungen unternommen werden.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Stadt Bochum, Bezirksregierung Arnsberg und Straßen.NRW
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Maßnahmen kann unmittelbar umgesetzt werden. Da aber der Schwerverkehrsanteil auf der Herner Straße ohnehin nur noch recht gering ist, werden hier keine größeren Effekte erwartet.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen Zahlreich.
Fördermöglichkeiten Keine / nicht erforderlich.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	N.N.	Kosten für Ausschilderung

ID 2 MIV Diesel Fahrverbote

Diesel - Fahrverbote für Pkw Verkehrliche Maßnahme – MIV
Beschreibung Zur Verbesserung der Luftqualität wird als Maßnahme die Einführung von Fahrverbotszonen für Pkw einer bestimmten Abgasnorm diskutiert. Vorbild wären dabei die Einfahrverbote bei Umweltzonen. Diskutiert wird, älteren Dieselfahrzeugen der EU Normstufen schlechter als 4, 5 und ggf. sogar 6 die Zufahrt zu bestimmten städtischen Bereichen zu untersagen, da diese Pkw innerhalb des Straßenverkehrs inzwischen die stärksten Emittenten von NOx sind. In Hamburg existieren seit dem Frühjahr 2018 zwei Streckenbereiche mit einem solchen Fahrverbot.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Mit der gezielten Aussperrung von Diesel-Pkw bestimmter Schadstoffklassen lassen sich theoretisch signifikante Reduktionen der NOx Emissionen erreichen. Dies kann unter Zuhilfenahme der typischen Schadstoffausstöße und der Mengenverteilung der jeweiligen Gruppe an der Gesamtheit näherungsweise abgeschätzt werden.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Stadt Bochum.
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Allgemeine, wie auch räumlich spezifische Fahrverbote lassen sich innerhalb weniger Monate umsetzen. Ihre tatsächliche Wirkung ist unter Umständen aber begrenzt. Da im Moment keine Unterscheidungsmöglichkeit von PKW nach ihren Abgasnormen jenseits der grünen Plakette (die Fahrzeuge teils bereits ab Euro 3 einschließt) existiert, ließe sich diese Maßnahme nur durch Standkontrollen überprüfen. Diese sind hoch aufwendig und erfolgen daher eher selten; außerdem zumeist auch

nur stichprobenweise. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass viele Pkw trotz falscher Abgas-Norm sanktionslos die gesperrten Abschnitte befahren – insbesondere wenn die Akzeptanz der Maßnahme dadurch reduziert wird, dass auch bei vergleichsweise jungem Fahrzeugalter von fünf bis sechs Jahren keine Nachrüstmöglichkeit besteht. Abhilfe könnte hier nur die bundesweite Einführung einer neuen Plakette bringen („Blauen Plakette“). Damit wäre dann auch die Kontrolle des fließenden Verkehrs möglich.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen Hamburg.
Fördermöglichkeiten Keine

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar bzw. erwartbar gering, bei fehlender effektiver Kontrollmöglichkeit.	N.N.	N.N.

ID 3 MIV P+R

Park-and-Ride Verkehrliche Maßnahme – MIV
Beschreibung Die Einrichtung von Park-and-Ride (P+R)-Standorten zielt auf die Verlagerung von innerstädtischen Pkw-Quell-/Zielverkehren auf den ÖPNV. Durch einen abgestimmten Anschluss an die leistungsfähigen Verkehrsmittel des ÖPNV (SPNV, Stadtbahn) kann eine Reduktion des IV erreicht werden. Derartige Systeme sind vor allem an Standorten außerhalb der Stadt und dabei möglichst nahe an Autobahnen sinnvoll. Die anbindenden ÖPNV-Achsen benötigen in der Spitzenlastphase entsprechende Kapazitätsreserven (sowohl Fahrzeuge, wie auch Trassen betreffend). Zudem sollte ein P+R Angebot von einem innerstädtischen Parkraummanagement begleitet werden. Abschließend ist vor allem in Randlagen oder außerhalb von Siedlungskörpern die Flächeninanspruchnahme abzuwägen (und die Nutzung von Konversionsflächen der Neuversiegelung vorzuziehen). Der Nutzen der Maßnahme ist in Relation zu den vorliegenden Verkehrsstärken zu betrachten, sodass P+R-Angebote eher Nischen innerhalb des Verkehrsmarktes abdecken. Aufgrund der bestehenden Grenzwertüberschreitungen und der bestehenden Flächenverfügbarkeit ist die Wiederaufnahme des P+R Standorts im Norden an der Herner Straße nochmals zu prüfen.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die Verlagerung von IV-Anteilen auf den ÖPNV spart Emissionen ein, was sich entsprechend der Quantität der Nutzung positiv auf die Luftqualität auswirkt. Die Berechnung lässt sich überschlägig anhand der Stellplatzzahlen und deren Auslastung vornehmen (sowie der Distanz zu innerstädtischen Zielen).

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Grundsätzlich beteiligt sind das Tiefbau- und Stadtplanungsamt in Zusammenarbeit mit der BOGESTRA. Konzeptionell federführend ist die städtische Verkehrsplanung.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Maßnahme ist an einigen Standorten im Stadtgebiet bereits umgesetzt. In einem Zeitrahmen von 18 Monaten (abhängig von Grundstücksverfügbarkeit und ÖPNV-Kapazität) ließen sich weitere Standorte realisieren. Der Wirkungseintritt erfolgt kurzfristig durch die Verlagerung der IV-Anteile auf den ÖPNV.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Verschiedene Agglomerationen (z.B. Köln, München), auch in Rhein-Ruhr flächiges Angebot.

Fördermöglichkeiten

Neu- und Ausbau von P+R- bzw. B+R-Anlage ist ein Fördertatbestand gemäß § 12 ÖPNVG NRW.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Exemplarisch rund 0,03 t /a (bei: 200 Stellplätze, 220 Werktage, 85% Auslastung, 3km Wegedistanz)	Exemplarisch rund 16 t /a (bei: 200 Stellplätze,220 Werktage, 85% Auslastung, 3km Wegedistanz)	Exemplarisch 1 Mio. € bei 5.000 € / Stellplatz und 200 Stellplätzen. Jährliche Betriebskosten in Höhe 100 € / Stellplatz.

ID 4 MIV Erhöhung Flottenanteil E-Autos

Anreize zur Erhöhung des Anteils der E-Fahrzeuge (Zielaussage Stadt Bochum mind. 5%)

Verkehrliche Maßnahme – MIV

Beschreibung

Elektromobilität im Personenverkehr kann erheblich zu einer Verbesserung der Luftqualität in den Innenstädten beitragen. Da von elektrobetriebenen Fahrzeugen keine lokalen Emissionen in Form von CO_2, NO_2 oder weniger Lärm ausgehen, bietet sich diese Antriebsform in Innenstädten vorzugsweise an. Es sollten daher verstärkte Anreize geschaffen werden, um den Anteil von elektrobetriebenen Fahrzeugen in der Stadt Bochum auf mind. 5% zu erhöhen.

Für die Erhöhung des Anteils der E-Fahrzeuge ist ein weiterer Ausbau der Ladeinfrastruktur erforderlich. Dies betrifft einerseits private Infrastruktur in Wohngebäuden und Betrieben. Zudem sind wei-

tere öffentliche Ladestationen vorzuhalten. Das Teilkonzept zur Elektromobilität unterbreitet hier verschiedene spezifische Maßnahmenvorschläge, die über die reine Frage der Ladeinfrastruktur hinausgehen und weitere Fördermöglichkeiten aufzeigen.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Durch die Erhöhung des E-Mobilitäts-Anteils am MIV auf mind. 5% kann eine deutliche Reduktion der NO_2- und lokaler CO2-Emissionen erreicht werden (siehe unten).

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum, aber auch Land und Bund.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Verlagerung auf E-Autos ist auf Grund der hohen Kosten kurzfristig vor allem für Nutzer mit hohen Laufleistungen interessant. Initial lohnend scheint die Ansprache und intensive Informationsverbreitung unter gewerblichen Nutzern mit kalkulierbaren Wegeprofilen (z.B. Taxen, Pflegedienste etc.)

Die Wirkung tritt nach der Umsetzung unmittelbar ein.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Stadt Braunschweig

Fördermöglichkeiten

- Förderrichtlinie Elektromobilität (Anschaffung E-Fahrzeuge vorrangig für Kommunen), Zuschussförderung, aktueller Aufruf offen einschließlich August 2018
- Umweltbonus (Anschaffung E-Fahrzeuge für private Kunden / Institutionen, bis zu 4.000 € Zuschussförderung, Aufruf offen bis 30.06.2019
- Sofortprogramm Elektromobilität NRW (Zuschussförderung Anschaffung E-Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur für Kommunen private Kunden / Institutionen mit unterschiedlichen Modalitäten und Förderhöhen)
- Darlehen NRW.Bank oder KfW Umweltprogamm mit Kreditförderungen für Kommunen und private gewerbliche Kunden

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Über 45 t jährlich bei 5% Flottenanteil, proportionaler Verlagerung von Diesel- und Benziner-Wegen, überdurchschnittlich intensiver Nutzung (+ 50% Wegelänge)	Über 71 t jährlich (lokal) bei 5% Flottenanteil, und überdurchschnittlich intensiver Nutzung (+ 50% Wegelänge)	Fördermöglichkeiten bestehen durch übergeordnete Ebenen. Ggf. (temporäre) Kosten durch kommunale Lotsenstelle / Wissenstransfer.

ID 5 MIV Verkehrsregelung Tempo 30 flächendeckend

Tempo 30 innerstädtisch / flächendeckend

Verkehrliche Maßnahme – MIV

Beschreibung

Die Erfahrungen, die mit der Einführung von Tempo 30 innerstädtisch gemacht worden sind zeigen, dass sich an der Leistungsfähigkeit der Straßenabschnitte und dem Verkehrsfluss kaum nennenswerte Unterschiede im Vergleich zu Tempo 50 ergeben. Dies setzt allerdings eine entsprechende Anpassung der LSAen voraus. Grundsätzlich kann eine Geschwindigkeitsreduzierung auf 30 km/h nahezu flächendeckend ausgesprochen werden. Allerdings sind sogenannte Vorbehaltsstraßen, die im Verkehrsentwicklungsplan als Hauptachsen ausgewiesen sind, zunächst ausgeschlossen. Hier kann bei besonderen Gefahrenlagen oder an sensiblen Einrichtungen oder aus Luftreinhaltegründen auf einer begrenzten Strecke eine Geschwindigkeitsbeschränkung angeordnet werden.

Auf Quartiersstraßen ist Tempo 30 fast durchgängig umgesetzt. Zu prüfen ist zumindest die Aufnahme der jeweiligen Sammelstraßen innerhalb der Quartiere in die Tempo 30 Zonen.

Die Ausweitung von Tempo 30 innerhalb der Quartiersnetze hat nur marginale Effekte auf die Reisezeit. Bei der Umsetzung auf Hauptstraßen können sich die Reisezeiten erhöhen, insbesondere bei ungebundenem Verkehr und freier Fahrt, jedoch weniger bei steigender Verkehrsdichte. Aufgrund der typischen (Bochumer) Wegedauern im Pkw-Verkehr (rund 20 Minuten auf allen Wegen, rund 14 Minuten für Binnenwege) beträgt die mögliche Erhöhung nur wenige Minuten.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Hinsichtlich der Luftschadstoffreduzierungen durch diese Maßnahme herrscht keine einheitliche Fachmeinung vor, allerdings deuten die realen Messergebnisse aus Berlin darauf hin, dass leichte Entlastungen möglich sind. Besonders bei Straßen mit niedrigem Konstantfahrtanteil kann sich eine Reduktion auf Tempo 30 NO_2- reduzierend auswirken.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum, ggf. strassen.nrw.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Eine Umsetzung kann (insbesondere innerhalb der Quartiersnetze und) für ausgewählte Hauptstraßen sehr schnell erfolgen, innerhalb von ein bis zwei Jahren. Kurzfristig vor allem lokaler Wirkungseintritt, mittelfristig attraktivere Bedingungen für andere Verkehrsarten und dadurch mittelbare flächige Wirkung.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

In Hamburg, Berlin und Frankfurt a.M. sind einige Hauptverkehrsachsen auf Tempo 30 km/h reduziert worden. In Erlangen und Überlingen wird zurzeit über eine flächendeckende Regelung nachge-

dacht.
Fördermöglichkeiten Keine, nicht notwendig.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	N.N.	N.N.

ID 6 MIV Parkraumreduktion und -bewirtschaftung Innenstadt

Parkraumreduktion und -bewirtschaftung Innenstadt Verkehrliche Maßnahme – MIV
Beschreibung Parallel zu der Angebotsausweitung in den Verkehrsbereichen Radverkehr und ÖPNV sollte sukzessive das Parkraumangebot in der Kernstadt teurer und knapper gemacht werden. Dieses Vorgehen stärkt den Modal-Shift hin zum Umweltverbund und sorgt außerdem für eine Attraktivierung der P+R Strategie.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Das Vorgehen entlastet bei entsprechender Überwachung und Sanktionierung den hochsensiblen Innenstadtbereich vom MIV und sorgt für die Stärkung des ÖV und des Radverkehrs gleichermaßen. Insofern sind hier eindeutig positive Zusammenhänge zur Luftreinhaltung festzustellen.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Maßnahme in Umsetzungsplanung durch Stadt Bochum (ggf. WEG Bochum GmbH als weiterer Akteur).
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Wirksam ab Einführung.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen In zahlreichen Städten wurde das Parkangebot in der Innenstadt verknappt und verteuert. Prominentestes Beispiel ist die Stadt Wien (in Kombination mit Einführung des Umwelttickets für 365 €); weiterhin die Stadt Kopenhagen (begleitend zur Radverkehrsförderung).
Fördermöglichkeiten Keine, nicht erforderlich.

Minderung NOx	*Minderung CO2*	*Kosten*
Unklar.	Unklar.	Keine, wenn Einnahmeausfälle durch Wegfall des Parkraums durch Tarifanpassungen kompensiert werden.

ID 7 MIV Beschilderung / Stauinformationstafeln / Telematik

Beschilderung / Stauinformationstafeln / Telematik

Verkehrliche Maßnahme – MIV

Beschreibung

Ähnlich wie bei einem Parkleitsystem, werden Verkehrsteilnehmer an strategisch wichtigen Stellen, auf den Hauptverkehrsachsen über die Verkehrssituation auf ihrer Route informiert. Im Falle von Staugefahr oder Stau werden Ihnen außerdem alternative Routen angezeigt, weiterhin die sinnvollste Geschwindigkeit. Sofern die Verkehrsteilnehmer auf diese Hinweise reagieren, kann es gelingen, den Verkehrsfluss zu verbessern und die Verkehrsmengen besser zu verteilen. Zu den erwarteten Wirkungen gehören:

- Steigerung der Effizienz der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur
- Vermeidung von Staus sowie Leer- und Suchfahrten
- Ansatz bietet auch die Möglichkeit auf Verknüpfungen der Verkehrsmittel, bzw. alternative Angebote hinzuweisen
- Verringerung der Umweltbelastung durch Steuerung des Verkehrs und des Fahrverhaltens

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Solche dynamischen Anzeigen haben das Potential, den Verkehrsfluss gleichmäßiger zu gestalten, allerdings ist das Ausmaß der Beeinflussung vom Umfang und der Qualität der Beschilderung abhängig. Insofern ist hier eine große Varianz zu erwarten. Es existieren darüber hinaus keine Erfahrungen mit solchen Systemen in Kommunen. Daher ist eine seriöse Abschätzung der Wirkung nicht möglich.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Abhängig von Datenlage und etwaig bestehenden Vorplanungen kurz- bis mittelfristig realisierbar, anschließend relativer kurzfristiger Wirkungseintritt.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Solche Systeme sind in Autobahnnetzen und vereinzelt auch auf Bundesstraßen im Einsatz, aller-

dings erst vereinzelt in Kommunen.
Fördermöglichkeiten Die Maßnahme ist potenziell förderfähig über das Sofortprogramm Saubere Luft und hierin über die Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ unter dem Themenbereich „b) Verkehrsplanung/-management“ mit einem Zuschuss von mindestens 50% und bis zu 70% der förderfähigen Ausgaben. Der aktuelle Förderaufruf gilt noch bis zum 31.08.2018 (Projektträger (VDI/VDE Innovation und Technik GmbH).

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Stark abhängig von Umfang und Standard (Vernetzung).

ID 8 MIV Verkehrliche Verlagerung, Teilsperrung Herner Str.

MIV Verlagerung Teilsperrung Herner Straße Verkehrliche Maßnahme – MIV
Beschreibung Alternativ zur Sperrung der Autobahnabfahrten bzw. zur Verschärfung der Abbiegeverbote wurde von der Stadt Bochum erwogen, ein Teilstück der Herner Straße zu sperren. Mit dieser Maßnahme lässt sich die NO_2-Belastung erheblich senken. Allerdings wären viele Anlieger von dieser Maßnahme betroffen und in ihrem Mobilitätsverhalten eingeschränkt. Der Verkehr würde sich außerdem in andere Bereiche verlagern. Die Funktion der Herner Straße würde sich verändern. Die Rückzahlung von Fördermitteln müsste geprüft werden.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Es würden sich sofort NO_2-Minderungen in bedeutendem Umfang auf dem Teilstück der Herner Straße ergeben. Das mögliche Verhalten der Ausweichverkehre wäre zu prüfen.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Stadt Bochum.
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Kurzfristig mit sofortigem Wirkungseintritt.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Keine. In dieser Dimension einmalig.
Fördermöglichkeiten Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Umfassend, aber lokal stark begrenzt. An anderen Stellen Erhöhung.	Keine.	Möglicherweise Rückzahlung von Fördermitteln.

ID 9 MIV Kostenverlagerung City-Maut

City Maut Verkehrliche Maßnahme – MIV
Beschreibung Als City Maut wird die Entrichtung von Gebühren bezeichnet, die bei der Benutzung innerstädtischer Verkehrsinfrastruktur anfallen. Die Einführung dieser Maßnahme kann viele Auswirkungen zur Folge haben. Zum einen kommt es zu einer Steigerung der innerstädtischen Lebensqualität, da durch die Entrichtung der Gebühren PKW-Fahrer eher auf öffentliche Verkehrsmittel ausweichen und somit der Anteil des MIV sinkt, was wiederrum auch Auswirkungen auf den Verkehrsfluss hat. Außerdem kann die Kommune durch die Gebühren zusätzliche Einnahmen generieren, die wiederum für andere verkehrliche Maßnahmen wie den Ausbau des ÖPNV genutzt werden können. Es muss aber auch darauf hingewiesen werden, dass die Einführung einer City Maut auch Nachteile mit sich bringen kann. Besonders für den innerstädtischen Einzelhandel kann eine solche Maut empfindliche Folgen haben, wenn sie lokal insoliert eingeführt würde. Eine solche Maßnahme erscheint zielführend, kann aber nur in koordinierter Umsetzung innerhalb der Kommunen des Ruhrgebietes geschehen.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Durch den Einsatz einer City-Maut sinkt die Attraktivität des Pkw und dessen Vorhaltung. Es ist eine intensivere Nutzung anderer Verkehrsmittel zu erwarten. Die Berechnung kann durch die Reduktion des Pkw-Anteils am Modal Split abgeschätzt werden.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Die Einführung der City-Maut ist in Deutschland rechtlich abhängig von der Ermächtigung der Kommunen durch den Bund (Wissenschaftlicher Dienst des Bundestages Ausarbeitung WD 3 - 3000 - 140/13, Berlin 2016), würde dann aber der Kommune obliegen, sofern die Beispiele aus dem Ausland als Vorbild dienen. Es muss ein Betreiber gefunden werden.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Diese Maßnahme ist prinzipiell mittelfristig umsetzbar, mitunter wegen des interkommunalen Abstimmungsbedarfs erscheint eine langfristige Perspektive angemessener. Der gewünschte Erfolg wird sofort nach in Kraft treten der Maut eintreten (bzw. mitunter bereits im Vorlauf).

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Als Beispiel kann die Congestion Charge in London genannt werden. Diese City Maut wurde im Februar 2003 eingeführt und gilt als eine der erfolgreichsten Modelle. Im Zeitraum von 1999 bis 2017 konnte ein Rückgang der Pkw um 59% verzeichnet werden. Dieser hohe Wert bzw. der Erfolg der Congestion Charge ist mit den hohen Einfahrt-Kosten von rund 11,50 Pfund pro Tag zu erklären. Neben Fahrzeugen des ÖPNV und jene mit hoheitlichen Aufgaben sind auch Pkw mit alternativen Antrieben von der Einfahrtgebühr ausgenommen.

Fördermöglichkeiten

Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Über 6,5 t jährlich pro reduziertem 1% der MIV-Verkehrsleistung unter ggw. Flottenstruktur	Über 3.500 t jährlich pro reduzierten 1% der MIV-Verkehrsleistung	Mindestens kostenneutrale, vorzugsweise ertragswirksame Umsetzung anzustreben.

ID 10 MIV Verflüssigung Grüne Welle bei Tempo30 / Tempo 40

Grüne Welle bei Tempo 30 / T 40 – adaptive Verkehrsregelung

Verkehrliche Maßnahme – MIV

Beschreibung

Dynamische und verkehrslastabhängige LSA-Verknüpfungen (/Ampel-Schaltungen), sogenannte adaptive LSA-Steuerungen, werden hinsichtlich der Luftreinhaltung immer wieder diskutiert. Es wird vermutet, dass eine gut durchdachte Steuerung der Lichtsignalanlagen (LSA) zur Verbesserung der Luftqualität beitragen kann, indem ein gleichmäßigerer Verkehrsfluss entstünde. Allerdings finden sich in der Literatur und in bei Pilotvorhaben zur Bestätigung dieser Hypothese nur wenige wissenschaftliche Erkenntnisse, die außerdem oft mit vielen Einschränkungen bzw. Bedingungen arbeiten. BRILON, HOHMANN und GIULIANI vermuten als Grund dafür, dass die Wirkungen gering und daher nur schwer messbar sind (Werner Brilon, Sandra Hohmann, Stefan Giuliani: Potenziale adaptiver Steuerungen. In: Straßenverkehrstechnik, September 2013, S. 557).

Die Ergebnisse verschiedener größerer Forschungsprojekte (u.a. München: Munich-COMFORT, Köln: SCOPE und ENTRANCE) zu den Wirkungen von adaptiven LSA-Steuerungen kommen zu der plausiblen Einschätzung, dass sich positive Wirkungen auf die Luftqualität nur erreichen lassen, wenn durch

intelligente LSA-Steuerung der Verkehrsfluss verbessert wird. Erfahrungen aus Münster weisen darauf hin, dass eine Verbesserung des Verkehrsflusses und der Verkehrsqualität möglich sind.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Verbesserungen treten durch eine adaptive Steuerung nicht automatisch ein und es existiert keine Universallösung. Notwendig ist eine sehr sorgfältige und auf jeden Einzelfall abgestimmte Lösung in Verbindung mit regelmäßiger Wirkungskontrolle. Erst dann kann erwartet werden, dass sich entsprechende Effekte einstellen. Sie a priori einzuschätzen ist kaum möglich, zumal dies auch vom Umfang der Maßnahme abhängt. Im Idealfall sollten möglichst alle LSAen einer Stadt in dieser Weise vernetzt werden.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Eine Umsetzung ist recht aufwändig und damit kurzfristig kaum realisierbar. Es sollte außerdem bedacht werden, dass ein verbesserter Verkehrsfluss nicht selten durch die damit verbundene Attraktivitätssteigerung in der Folge wiederum eine steigende Verkehrsmenge induzieren kann. Insofern ist der Wirkungseintritt in Umfang und Dauer kaum vorab einzuschätzen.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

In Berlin und Frankfurt a.M. sind einige Hauptverkehrsachsen auf Tempo 30 km/h reduziert worden, allerdings ohne weitere adaptive LSA-Steuerungen. In Münster ist auf dem Albersloher Weg seit mehreren Jahren eine adaptive LSA-Steuerung erfolgreich im Einsatz (dort bei Tempo 50).

Fördermöglichkeiten

Die Maßnahme ist potenziell förderfähig über das Sofortprogramm Saubere Luft und hierin über die Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ unter dem Themenbereich „b) Verkehrsplanung/-management“ mit einem Zuschuss von mindestens 50% und bis zu 70% der förderfähigen Ausgaben. Der aktuelle Förderaufruf gilt noch bis zum 31.08.2018 (Projektträger (VDI/VDE Innovation und Technik GmbH).

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Mindestens 30.000 - 50.000 € pro LSA-Knoten, ggf. zzgl. Anschaffung eines neuen Verkehrsrechners.

ID 11 MIV Ruhender Verkehr: Stellplatzablösen zweckgebunden verwenden

Stellplatzablösen zweckgebunden verwenden

Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV

Beschreibung

Nach § 51 Abs. 1 BauO NRW sind bei der Errichtung von baulichen Anlagen, bei denen Zu- und Abgangsverkehr zu erwarten ist, Stellplätze oder Garagen bereitzustellen. Von dieser Pflicht kann in bestimmten Fällen eine Befreiung gegen Zahlung eines Geldbetrags gewährleistet werden.

Bereits heute müssen die vereinnahmten Mittel nach § 51 Abs. 6 BauO NRW für:

a. die Herstellung zusätzlicher Parkeinrichtungen im Gemeindegebiet,
b. investive Maßnahmen zur Verbesserung des öffentlichen Personennahverkehrs oder
c. investive Maßnahmen zur Verbesserung des Fahrradverkehrs

eingesetzt werden.

Es wird daher vorgeschlagen, dass die Stellplatzablösesumme ausschließlich zur zweckgebundenen Finanzierung von Maßnahmen zur Stärkung des Umweltverbundes eingesetzt wird, sodass auch eine Minderung der NOx-Belastung realisiert wird.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Dient der Finanzierung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung. Keine unmittelbare Zurechnung möglich.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Diese Maßnahme kann kurzfristig umgesetzt werden, der Wirkungseintritt es mittel- bis langfristiger Natur (und abhängig von den gewählten Maßnahmen).

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Vergleichbare Regelungen in anderen Bundesländern. Keine Kenntnis zu prioritärer Mittelverwendung im Sinne des Umweltverbunds andernorts.

Fördermöglichkeiten

Keine, nicht erforderlich.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Keine.

ID 12 MIV Ausweitung Car-Sharing

Ausweitung von Car-Sharing

Verkehrliche Maßnahme – MIV

Beschreibung

Die Kostenstruktur des Pkw-Besitzes ist für private Halter durch einen hohen Anteil an Fixkosten geprägt. Als variable Kostenposition wird vorrangig der Treibstoff wahrgenommen, sodass andere Mobilitätsangebote als teuer empfunden werden. Häufig wird ein Pkw zumindest für bestimmte Wegezwecke vorgehalten – aufgrund der Kostenstruktur liegt es aber nahe, ihn dann für sämtliche Wege zu nutzten und gleichzeitig Fixkosten für parallele Angebote zu vermeiden (z.B. ÖPNV-Zeitkarte).In dieser Kausalität ist Pkw-Besitz wesentlicher Hemmschuh einer multimodalen Verkehrsmittelwahl. Car-Sharing ermöglicht den bedarfsweisen Zugriff auf einen Pkw und damit, dass der private Besitz überflüssig wird und andere Verkehrsmittel stärker als Option wahrgenommen werden. In Bochum bestehen bereits mehrere Angebote entweder punktuell (Flinkster, stadtmobil) oder in größerem Umfang (RuhrautoE, Greenwheels). Insgesamt fehlt jedoch ein flächiges und auch wohnstandortnahes Angebot, das sich über alle Stadtteile erstreckt. Am ehesten wird dieser Standorttyp von Greenwheels bedient (bei gleichzeitigem Fokus auf ÖPNV-Anschluss). Die übrigen Angebote sind stark innerstädtisch konzentriert. Mit steigenden Wegedauern für Zu-/Abwege zu den Stellplätzen verliert das Angebot jedoch an Attraktivität und Reichweite.

Es besteht keinesfalls die Notwenigkeit, Car-Sharing-Angebote in Eigenregie durch die öffentliche Hand bereitzustellen – je nach lokalem Marktumfeld kann deren Einrichtung aber auf verschiedenen Wegen gefördert werden. Diese Förderungen können finanzieller Art (zeitlich begrenzte Ausfallbürgschaft; Übernahme Anmeldekosten bspw. von Zeitkarteninhabern als Neukunden) oder organisatorischer Art sein (Herstellen einer Nachfrage durch Ansprache von Vereinen/ Betrieben/ Institutionen, Sichtbarkeit des Angebotes herstellen durch Ausweisung von Mobilpunkten oder Beschilderung). Als Fördermöglichkeiten auf rechtlicher Ebene bietet sich kurzfristig bei Bedarf die Schaffung priorisierter Stellplätze im öffentlichen Raum an (auf Basis Carsharinggesetz - CsGg) oder oder längerfristig wirkend eine Anpassung der Stellplatzsatzung dahingehend, dass bei Bereitstellung und/oder gesichertem Betrieb eines (öffentlich zugänglichen) Car-Sharing-Stellplatzes die Anzahl einzurichtender Stellplätze reduziert werden kann. Denkbar ist auch die Förderung privater bürgerlicher Initiativen. App-basierte und schlüssellose Zugangssysteme sind inzwischen als Nachrüstmodule frei erhältlich und können damit auch Car-Sharing in privaten Kreisen erheblich erleichtern. Räumlich begrenzte und enge soziale Netzwerke (z.B. Sport-/Kleingartenvereine) können erste Zielgruppen eines dafür zu gestaltenden Förderprogrammes sein, um die Potenziale des Ansatzes lokal und modellhaft aufzuzeigen und so die Gesamtzahl an Pkw zu reduzieren. Abschließend besteht die Möglichkeit, auch Fahrzeuge des städtischen Fuhrparks außerhalb der Dienstzeiten der allgemeinen Öffentlichkeit oder im Sinne erster Testläufe zunächst den eigenen Mitarbeitern für private Zwecke zugänglich zu machen.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Unmittelbare Emissionsminderung durch reduzierte Fahrleistungen. Mittelbare Emissionsminderung

durch Schaffung eines Basismoduls für multimodale Verkehrsmittelwahl (im Sinne einer „Rückfallebene“ bei Abschaffung des privaten Pkw).

Berechnung der Wirksamkeit anhand von Kennziffern zu Angebotsumfang (Anzahl Fahrzeuge, Diversifikation Fahrzeug- und Standorttypen) und Nachfrage (Anzahl Ausleihen, Neukundenzuwachs, Marktdurchdringung) sowie geschätzter Beitrag zu einem geringeren Fahrzeugbestand in Bochum.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Kommune, sowie ggf. begleitend von (je nach Förderansatz unterschiedlichen) privaten Akteuren.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Je nach gewähltem Förderansatz unterschiedliche Realisierungszeiträume. Grundsätzlich mittelfristige Realisierbarkeit möglich, größere Wirksamkeit langfristig realisierbar.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Es bestehen zahlreiche Beispiele für unterschiedliche Ansätze. In Großstädten und Metropolen haben sich praktisch durchweg privatwirtschaftlich betriebene Angebote in gewissem Umfang etabliert. Kreative Ansätze zur Förderung des Angebotes lassen sich eher in Klein- und Mittelstädten finden und wahlweise auf die Situation von Großstädten anpassen.

Fördermöglichkeiten

Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Abhängig von Förderansatz.

ID 13 ÖPNV Beschleunigung Busspuren

Busspuren

Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV

Beschreibung

Dichter innerstädtischer Verkehr kann die Pünktlichkeit im ÖPNV vor allem in Stoßzeiten beeinträchtigen – dies wird insbesondere problematisch, wenn Verspätungen in Folgeumläufe übernommen werden. Für Fahrgäste ergeben sich noch ungünstigere Reisezeitverhältnisse gegenüber dem Pkw, bzw. kann sich für Umsteigeverbindungen der Zeitbedarf weiter erhöhen. Für Verkehrsunternehmen kann durch das Vorhalten weiterer Fahrzeuge bzw. weiteren Personals ein höherer Betriebsaufwand entstehen. Um den ÖPNV-Betrieb robuster gegenüber äußeren Einflüssen zu gestalten, kann die zeitweise Einrichtung von Busspuren geprüft werden. Denkbar ist auch die Einrichtung einzelner Busspuren, die nur tageszeitabhängig in Lastrichtung befahren werden.

Für Bochum ist die Maßnahme auch für Straßenbahnabschnitte ohne eigenen Gleiskörper zu prüfen und z.B. über Pförtnerampeln zu realisieren, ein entsprechendes Konzept sollte erarbeitet werden.

Die Maßnahme ist nicht zwangsläufig unmittelbar umzusetzen, sondern kann unter dem Vorbehalt der Aufrechterhaltung der Servicequalität des ÖPNV gesehen werden. Im Einzelfall berichteten Städte in der Vergangenheit aufgrund zunehmend dichteren Verkehrs über durchschnittliche Fahrzeitsteigerungen auf bestimmten Linien im Zeitverlauf, sodass die Maßnahme auch in diesem Sinne punktuell angewandt werden kann.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Sicherstellung der Angebotsqualität des ÖPNV; Kundenbindung und -gewinnung durch zuverlässige Dienstleistung. Prinzipiell mittelbare Verlagerung von Pkw-Fahrten; insbesondere aber durch die Vermeidung von Kundenverlusten. Eine konkrete Wirkung lässt sich der Maßnahme nicht zuordnen.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Verkehrsbetriebe (Analyse zu etwaiger Notwendigkeit) und Kommune zur Realisierung. Linienweise Reduzierung von Fahrplanabweichungen.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Kurz- bis mittelfristige Umsetzung.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Im Falle temporär genutzter Busspuren überwiegend durch die zeitweise Freigabe von Standstreifen auf Radialstraßen umgesetzt. Regulär häufig auch als Schleusen im Bereich von (insbesondere stauanfälligen) Knotenpunkten.

Fördermöglichkeiten

Fördertatbestand des § 12 ÖPNVG NRW:
Bauliche Maßnahmen zur Beschleunigung und/oder Anschlusssicherung im ÖPNV

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Abhängig vom Umfang der Maßnahme.

ID 14 ÖPNV- Vergünstigung P+R Tarif

Vergünstigter P+R-Tarif

Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV

Beschreibung

Entwicklung eigener tariflicher Angebote für P+R-Nutzer. Im Vorlauf der Umsetzung sind verschiedene grundsätzliche Fragen zu klären sowie Zielgrößen und Notwendigkeiten zu prüfen. Die konstant hohe Auslastung der P+R-Stellplätze in Bochum (80-100%) spricht nicht für die Notwendigkeit weiterer Vergünstigungen, zumal dies die P+R-Nachfrage (bei kurzfristig begrenzten Kapazitäten) erhöhen könnte. Gegenüber der öffentlichen Wahrnehmung mag sich eine tarifliche Bevorzugung einer als gut situiert wahrgenommenen Zielgruppe (Pkw-Besitz) nur schwer darstellen lassen, zumal die Stellflächen aktuell bereits kostenfrei zur Verfügung gestellt werden. Die Maßnahme lässt sich nur für Zeitkarten ohne weitere betriebliche Grenzkosten realisieren. Die punktuelle Erweiterung des Sortiments der Einzelfahrscheine wird aufgrund der erforderlichen Hardware-Anpassung womöglich nicht kostendeckend realisierbar sein (zusätzliche Ticketautomaten an Parkplätzen? Anpassung der Automaten an Haltestellen? Schrankenanlagen für Parkplätze?), bzw. ist eine Kontrolle der Ermäßigungsberechtigung (tatsächliche P+R-Nutzung) auch kaum sinnvoll möglich, sofern die Stellplätze kostenfrei blieben und kein Parkticket ausgegeben wird.

Die Einschränkungen gelten nicht für zeitlich befristete oder sonstige Aktionsangebote.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Verlagerung innerstädtischer Pkw-Fahrten auf ÖPNV und damit einhergehende Emissionsreduktion. Umfang der verlagerten Fahrten ergibt sich unmittelbar aus der Stellplatzauslastung. Die tatsächliche Vermeidung (NOx) ergibt sich aus einer pauschalen Annahme einer Dieselquote (oder im Zuge einer Evaluation über Nutzerbefragungen).

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Die Tarifhoheit liegt beim Verkehrsverbund, sodass dieser das Preisgefüge zu wahren und etwaige Kannibalisierungseffekte zu berücksichtigen hat. Weiterhin die Kommunen, falls Ausfälle in den Fahrgeldeinnahmen zu decken sind.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Aufgrund erforderlichen Gesamtkonzeptes und Abstimmungsbedarfs eher mittel- als kurzfristig realisierbar.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Nur in Form von Kombi-Angeboten auf kostenpflichtigen P+R-Parkplätzen bekannt (Parkticket = Fahrausweis).

Fördermöglichkeiten		
Keine.		
Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Nicht näher beziffert, vor dem Hintergrund aktueller Kapazitäten und Auslastung aber sehr gering.	Nicht näher beziffert, vor dem Hintergrund aktueller Kapazitäten und Auslastung aber sehr gering.	Hängt von der gewünschten Höhe der Vergünstigung ab.

ID 15 ÖPNV Einsatz von E-Bussen auf grüner Linie

Einsatz von E-Bussen auf „grüner“ Linie

Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV

Beschreibung

Natürlich trägt nicht nur der MIV mit seinen Emissionen zur Minderung der städtischen Luftqualität bei. Auch die Linienbusse des ÖPNV, die zum größten Teil mit Verbrenner-Motoren angetrieben werden, haben hier ihren Anteil. Obwohl die Emission pro Fahrgast im Vergleich zum MIV deutlich geringer ausfällt, kann auch die Busflotte noch umweltfreundlicher aufgestellt werden. In der Vergangenheit wurden bereits 15 Hybridbusse angeschafft und sind aktuell im Einsatz, die den Verbrauch von Dieselkraftstoff zwar reduzieren, deren lokale Wirkung allerdings durch Elektrofahrzeuge deutlich übertroffen werden kann. Das LANUV geht in Modellrechnungen von einer lokalen NO_2-Emissionsminderung von bis zu 30% (innerhalb eines definierten und verkehrlich belasteten Straßenabschnittes)aus, wobei durch den Austausch der Busse auch weitere Schadstoffe neben den Stickoxiden eingespart werden.

Konkret beinhaltet diese Maßnahme den Einsatz von E-Bussen auf einer der städtischen Linien. Die Auswahl der Strecke hängt dabei von der Reichweite der Busse ab, die wiederum vom Hersteller, externen Witterungseinflüssen oder der vorhandenen Topographie beeinflusst wird.

Konkret in Planung ist die „Elektrifizierung“ der Linie 354 (vorbehaltlich der entsprechenden Förderung), die in Zukunft als „grüne“ Linie fungieren soll. Mittelfristig gilt es somit erste Erfahrungen mit den Elektrobussen zu gewinnen, um darüber hinaus abschätzen zu können, welcher Anteil der Busflotte anhand ihrer Einsatzprofile langfristig auf Elektrobusse umgestellt werden kann. Die Kosten dieser Maßnahme liegen bei über 10 Mio. €, wenn von einer E-Busflotte von 20 Fahrzeugen ausgegangen wird. Durch Subventionen aus dem Förderprogramm „Saubere Luft“ können 4 Mio. € finanziert werden.

Die Umrüstung älterer Dieselbusse auf die aktuellste Schadstoffklasse Euro VI hingegen kostet etwa 20.000 € / Bus. In der wirtschaftlichen Abwägung erscheint diese Nachrüstung schwierig, da die Fahrzeuge das letzte Drittel Ihrer Nutzungsdauer erreicht haben, somit spätestens mittelfristig vor der Ausflottung stehen und die Zweckbindung der geförderten Nachrüstung die angesetzte Lebens-

dauer überschreitet. Ggf. sind maßvoll vorgezogene Ersatzbeschaffungen eine günstigere Option.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Der Einsatz von elektrisch angetriebenen Linienbussen reduziert lokal den NO_x-Ausstoß entlang des Linienverlaufs und trägt aufgrund der innerstädtischen Laufleistungen zu gesamthaften Einsparungen bei. Die Reduktionswirkung ergibt sich aus den jährlichen Fahrzeugkilometern.

Wenn die ausgewählte Linie auch Flächen der Nachbarkommunen einbezieht, resultieren hier ebenso positive Effekte.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Beteiligt sind die Stadt Bochum und die Verkehrsbetriebe (im Falle der BOGESTRA die Stadt Gelsenkirchen als deren weitere Anteilseignerin). Schlussendlich wird der Austausch der Fahrzeuge von den Verkehrsunternehmen geleistet werden müssen.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Aufgrund der bereits angegangenen Planung des Aufbaus einer E-Busflotte durch die BOGESTRA kann die Realisierung zügig bis zum Jahr 2020 abgeschlossen sein. Die NO_x-Reduktion tritt damit noch kurz- bis mittelfristig ein und erfolgt unmittelbar nach Einflottung der Fahrzeuge.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Hier kann neben weiteren Unternehmen die BOGESTRA angeführt werden, die einen Teil ihrer Busflotte auf E-Busse umstellen wird und diese 2019 in Betrieb nehmen will. National bestehen bereits erste Modellphasen. Im Einzelfall wurden spezifische Vorhaben, z.B. mit induktivem Laden, nach der Testphase nicht weiter verfolgt (Mannheim).

Fördermöglichkeiten

Durch Subventionen aus dem Sofortprogramm „Saubere Luft“ können 4 Mio. € finanziert werden (Förderrichtlinie Anschaffung Elektrobusse des Bundesumweltministriums).

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig von jährlichen Fahrplankilometern.	Abhängig von jährlichen Fahrplankilometern.	über 10 Mio. €

ID 16 ÖPNV Autobuspersonenanhänger / Buszug

Autobuspersonenanhänger

Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV Fahrzeuge

Beschreibung

Autobuspersonenanhänger bezeichnen Anhänger für den Personentransport, die hinter Omnibussen oder Oberleitungsbussen eingesetzt werden und das Fahrgastangebot erheblich steigern (in Gesamtheit dann Buszug genannt). Moderne Buszüge können bis zu 130 Fahrgästen Platz bieten, somit liegt ihre Kapazität sogar um rund 30 Prozent höher als bei einem Gelenkbus. Gegenüber dem Gelenkbus verfügt der Buszug außerdem über eine Tür mehr. Das bietet Zeitvorteile beim Fahrgastwechsel und minimiert die Anhaltezeit in Starklastsituationen an Haltestellen. Die Handhabung ist inzwischen einfach, der Anhänger kann mit wenigen Handgriffen abgekoppelt werden. Das Prinzip des Buszugs ist keineswegs neu, schon in den 1910er Jahren wurden solche Gespanne eingesetzt. Im Jahre 1960 ist der Einsatz von Buszügen dann in Westdeutschland allerdings verboten worden. Die Fortschritte der Technik führten aber dazu, dass es seit dem Jahr 2003 mit Ausnahmegenehmigung auch in Deutschland wieder möglich ist, Buszüge einzusetzen. Aktuell beträgt der Bestand an Omnibus-Anhängerzügen in Deutschland wieder rund 100 Exemplare.

Der Vorteil des Busanhängers ist seine Flexibilität: Zu den Spitzenlastzeiten vor allem im Schüler- und Berufsverkehr erreicht oder übertrifft ein Buszug die Kapazität eines Gelenkbusses. In den Schwachlastzeiten wird das Zugfahrzeug solofahrend eingesetzt. Das spart Treibstoff, zudem ist von geringeren Betriebskosten auszugehen, da für den Anhänger alle den Motor betreffenden Wartungsarbeiten entfallen. Ein weiterer Vorteil ist die mögliche Nachrüstung bestehender Busse für den Anhängerbetrieb, dies ist am Ende preiswerter als die Anschaffung eines neuen Gelenkbusses. Aufgrund der bislang noch geringen Fertigungszahlen liegt der Anschaffungspreis für einen Busanhänger aktuell noch verhältnismäßig hoch, dafür kann von einer wesentlich längeren Lebensdauer ausgegangen werden als bei einem Gelenkbus. Inzwischen bieten verschiedene Hersteller Buszüge entweder als komplette Garnitur mit Zugfahrzeug an oder aber auch die Umrüstung bestehender Busse und dazu die passenden Anhänger. Allerdings kann es zu Problemen mit den Haltestellenlängen kommen, sie müssten auf die Länge von 23 Metern ausgebaut werden.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Zum einen können mit dieser Maßnahme Überlastsituation im ÖPNV einfacher gelöst werden, sodass die Attraktivität des Systems ÖV steigt. Zum anderen spart die Flexibilität Kraftsoff, wenn der Bus im Solobetrieb unterwegs ist. Es liegen allerdings noch keine Erfahrungswerte oder Evaluationen vor, außerdem sind die Einsatzanteile und -verwendungen kommunal höchst unterschiedlich, sodass keine Berechnung möglicher Effekte ableitbar ist.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

BOGESTRA und die Stadt Bochum (ggf. auch VRR).

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Eine Umsetzung kann bedarfsabhängig kurzfristig innerhalb von ein bis zwei Jahren geschehen.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen Die MVG München hat seit 2014 sind 35 Zugfahrzeuge und zwölf Anhänger im Münchner öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) im Einsatz. Weiterer Einsatz in der Stadt Osnabrück.
Fördermöglichkeiten Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG)

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
N.N.	N.N.	Pro Nachrüstung wären 30.000 € pro Zugfahrzeug und 150.000 € pro Anhänger aufzuwenden. Zzgl. Verlängerung der Haltestellen.

ID 17 ÖPNV Autowrack gegen Ticket 2000

Autowrack gegen Ticket 2000 Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV
Beschreibung Analog zu Diskussionen in anderen Städten besteht die Möglichkeit, Anreize für die örtliche Außerbetriebnahme von Pkw zu geben. Hierfür bieten sich einerseits monetäre Anreize an, für die hier diskutierte Maßnahme ist die kostenfreie Überlassung einer Zeitkarte vorgesehen. Es bietet sich an, im Vorlauf der Maßnahme zeitlich befristet vergünstigte Monatskarte zu vertreiben, um Probierkunden die Möglichkeit zu geben, den ÖPNV für ihre Zwecke zu testen.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Durch die Verlagerung von Verkehren können NOx-Emissionen unmittelbar reduziert werden. Es ist in Erwägung zu ziehen, die Maßnahme ganz auf Diesel-Pkw zu beschränken oder gegenüber Benzin-Pkw eine umfangreichere Gratifikation anzubieten. Der Umfang reduzierter Emissionen lässt sich pauschal über die Anzahl vermiedener Pkw-Kilometer (unter Berücksichtigung deren Antriebsart) erfassen. Es ist davon auszugehen, dass die Maßnahme eher von Personen mit geringer Pkw-Nutzungsintensität angenommen wird. Jenseits der unmittelbaren Wirkung besteht ein stark werblicher Charakter.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Die operative Umsetzung ist am ehesten bei den Verkehrsbetrieben anzusiedeln (in Abstimmung mit dem Verkehrsverbund). Unter Umständen ist die Bereitschaft der Kommune erforderlich, entste-

hende Einnahmeausfälle zu decken.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Vorbehaltlich entsprechender haushälterischer Spielräume (kommunal oder seitens der Verkehrsbetriebe) ist die Maßnahme kurzfristig umsetzbar und wird ebenso kurzfristig und unmittelbar wirksam.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Die Maßnahme wurde bereits im politischen Raum diskutiert, so z.B. in Wuppertal.

Ähnliche Maßnahmen mit temporärem Charakter bestehen bereits, so beispielsweise das jährlich durch die Kirchen initiierte „Autofasten". Hieraus können sich insofern fruchtbare Kooperationen ergeben, als dass eine interessierte Zielgruppe direkt adressiert werden kann.

Fördermöglichkeiten

Aktuell keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar	Abhängig von Kontingent oder Nachfrage.

ID 18 ÖPNV Strategieentwicklung Angebotsausweitungen

Strategieentwicklung für Angebotsausweitungen im ÖPNV

Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV

Beschreibung

Im Kontext der ÖPNV-Maßnahmen wurden verschiedene tarifliche Ansätze diskutiert, um die ökonomischen Vorteile dessen Nutzung stärker herauszustellen; auch das Betriebliche Mobilitätsmanagement zielt auf Kundenneugewinnung in Berufsverkehren. Jedoch muss der ÖPNV Nachfragesteigerungen auch bedienen können. Ein Ziel des neuen Liniennetz 2020 ist es unter anderem, durch tangentiale Verbindungen die teils überlasteten Stammstrecken zu entlasten, da in Stoßzeiten die Kapazitätsgrenzen bereits erreicht werden. Aufgrund der mit dem neuen Angebot einhergehenden Verbesserungen wird auch mit einer weiteren Fahrgastzunahme gerechnet. Neben erfolgten bzw. laufenden Erweiterungen des Straßenbahnnetzes wurden weitere Verlängerungen einzelner Linien bereits zum ÖPNV-Bedarfsplan 2015 angemeldet. Die Fahrgastzahlen konnten von 2011 bis 2016 um 1,2 % gesteigert werden, der Bundestrend in gleichen Zeitraum liegt deutlich darüber.

Jenseits der prognostizierten Nachfragesteigerung durch die Neugestaltung des Liniennetzes trifft der Nahverkehrsplan jedoch keine weiteren Aussagen zu perspektivischen Nachfragesteigerungen. Ein Marktanteil von rund 16% (an der Gesamtheit der zurückgelegten Wege) liegt zwar über dem

Durchschnitt der Vergleichsgruppe der letzten SrV-Erhebung – jedoch erscheinen weitere Anstrengungen erforderlich, um dem ÖPNV zu einem höheren Stellenwert innerhalb der städtischen Mobilität zu verschaffen. Für den ÖPNV sollten entsprechende Wachstumsstrategien formuliert werden, die verschiedene Möglichkeiten aufzeigen. Dies lässt sich zunächst mehr oder weniger kostenneutral erreichen, wenn eine höhere Auslastung in den Nebenverkehrszeiten erzielt wird (Angebote wie das Happy-Hour-Ticket zielen in diese Richtung). Dargelegt werden sollte auch, unter welchen (finanziellen) Bedingungen sinnvolle Angebotsausweitungen in Form weiterer Linienangebote, (abschnittsweiser) Taktverdichtungen oder anderer punktueller Angebote (z.B. weitere Schnellbus-Angebote) möglich sind. Dies kann sinnvoller Weise im Zuge einer ersten Wirkungskontrolle des Liniennetz 2020 Berücksichtigung finden. Der NVP für Bochum sieht ein solches Vorgehen entsprechend vor. Weitere ergänzende Angebote, die als Nebenleistungen dem Kundenkomfort dienen, bestehen bereits (z.B. Halt auf Zuruf, Anschluss-/ Mobilitätsgarantie, WLAN) und sind bedarfsweise auszubauen.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Verlagerung weiterer Pkw-Fahrten auf den ÖPNV. Die vermiedenen Emissionen lassen sich überschlägig anhand verlagerter (mittlerer) Wegelängen ermitteln. Als globale Kennziffern dienen der Modal Split Anteil des ÖPNV sowie die kurzfristiger und jährlich ermittelbaren ÖPNV-Fahrten pro Einwohner.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Eine Angebotsausweitung wird zunächst mit steigenden Kosten einhergehen und nur für punktuelle Maßnahmen innerhalb des (gedeckelten) betrieblichen Ergebnisausgleichs realisierbar sein. Kostenwirksame Angebotsausweitungen erfordern zunächst einen politischen Konsens. Vorschläge zu deren Realisierungen obliegen zunächst der BOGESTRA. Kommune und Verkehrsunternehmen sollen weiterhin direkt, wie auch über ihre Interessensverbände (DST, VDV) auf eine ÖPNV-Finanzausstattung hinwirken, die mit den kommunalen, wie auch den übergeordneten Klimaschutzzielen einher geht.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Qualitätsüberwachung und punktuelle Anpassungen des Angebotes sind Tagesgeschäft der BOGESTRA. Da Strategien für einen weiteren Ausbau sinnvollerweise auf dem neuen Netz fußen und angesichts der komplexen Finanzierungsrahmen im ÖPNV, kann der Ansatz nur langfristig greifen.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Umfassende Angebotsausweitungen im ÖPNV gab es in der Vergangenheit in verschiedenen deutschen Kontexten.

Fördermöglichkeiten

Je nach Art der Investition kommen hier das GVFG bzw. weitere spezifische Programme zur Anwendung.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***

Abhängig vom angestrebten Umfang.	Abhängig vom angestrebten Umfang.	Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.

ID 19 ÖPNV on demand

ÖPNV on demand Verkehrliche Maßnahme – ÖPNV
Beschreibung Mit dem (inzwischen beendeten) Modellprojekt „Kutsuplus“ in Helsinki wurde ein neues Angebotssegment des ÖPNV getestet, das konzeptionell (und damit auch preislich) zwischen dem gewohnten ÖPNV-Linienverkehr und dem Taxi positioniert wurde. Die Kunden erhalten gegenüber dem Linienverkehr ein umsteigefreies Tür-zu-Tür-Angebot, haben gegenüber dem Taxi jedoch längere Anmelde-/Wartezeiten und keinen Anspruch auf eine unmittelbare und direkte Verbindung, da die Fahrtwünsche aller Fahrgäste durch eine Software automatisiert zu einer effizienten Route gebündelt werden. Das Angebot bedient damit individualisierte Fahrtwünsche, hat gleichzeitig aber auch eine Bündelungsfunktion. Für eine etwaige lokale Realisierung wird sich auf umfangreiche Erfahrungswerte zurückgreifen lassen (siehe unten).
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Analog zum Car-Sharing ist die Wirkung eher mittelbarer Natur. Ziel ist ein weiteres Angebot für Mobilitätsbedarfe, die ansonsten mit einem privaten Pkw abgedeckt würden, sodass perspektivisch die Notwendigkeit privater Pkw zunehmend obsolet erscheint. In diesem Sinne sind Kennziffern zur Motorisierung relevant (Anzahl Pkw pro 1000 Einwohner, Anteil Haushalte ohne Pkw) und Veränderungen des Modal Split.
Beteiligte und Federführung in Realisierung BOGESTRA
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Mittel- bis langfristig.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen Berlin (Allygator), Leipzig, Hannover, Karlsruhe, Duisburg. Mehrere Anbieter testen derzeit die Marktpotenziale. Einerseits interessieren Verkehrsverbünde bzw. -unternehmen sich für neue Angebotskomponenten zur künftigen Positionierung als Mobilitätsdienstleister. Als Technologie-Anbieter sammeln neben der Deutschen Bahn auch Tochterunternehmen von Kfz-Herstellern (Daimler, VW) Erfahrungen mit dem neuen Geschäftsfeld.
Fördermöglichkeiten

Aktuell keine.		
Minderung NOx Innovatives Instrument, ohne konzeptionellen Rahmen kaum bezifferbar. Perspektivisch Rückschlüsse aus Evaluationen obiger Projekte möglich.	***Minderung CO2*** Siehe Ausführung zu Minderung NOx.	***Kosten*** Siehe Ausführung zu Minderung NOx.

ID 20 ÖPNV Tarifinnovationen

ÖPNV Tarifinnovationen / Luftlinientarif

Verkehrliche Maßnahme NOX Reduktion

Beschreibung

Einzelne Verkehrsverbünde haben bereits ein Tarifangebot realisiert, das sich an der Zahl der tatsächlich zurückgelegten Kilometer sowie einem fixen Grundpreis bemisst. Ein solches Angebot weist gleich mehrere Vorteile auf. Die Preisbildung ist für den Kunden transparent nachvollziehbar. Durch den Verzicht auf den wabenbasierten Tarif werden überproportionale kilometerbezogene Kosten vermieden (z.B. bei Strecken knapp oberhalb der Kurzstrecke oder sprunghaften Preisanstiegen bei übertritt einer Wabengrenze). Stehen die resultierenden Kilometerpreise in einer sinnvollen Proportion zu üblichen PKW-Kilometerkosten (durchschnittliche Gesamtkosten), so dürfte der streckenbezogene Preis als angemessen und (aufgrund der Distanzabhängigkeit) als „gerecht“ empfunden werden. In diesem Zusammenhang sind auch Höchstpreise (in Form von Tages-/Monatstarifen) und Bestpreis-Abrechnungen zu berücksichtigen und zu kommunizieren.

Ein solches Tarifangebot kann ergo auch die pauschale kundenseitige Wahrnehmung des ÖPNV als „zu teuer“ relativieren, da anzunehmen ist, dass insbesondere die Preiswahrnehmung von Gelegenheitskunden maßgeblich durch die Preise von Einzelfahrscheinen bestimmt wird.

Ein solches Tarifangebot kann nur sinnvoll eingeführt werden, wenn ein entsprechendes technisches System existiert. Da hier keine Papierfahrscheine mehr verkauft werden müssen, kann sowohl die Ticketerstellung als auch die Abrechnung auf einem Nutzermedium erfolgen. Aufgrund des hohen Verbreitungsgrades bietet sich hierfür das Smartphone an. Eine komfortable und app-basierte Abwicklung des Tarifs ist geeignet, die Akzeptanz des Angebots weiter zu erhöhen. Diese Zahlweise folgt der Logik von In-App-Käufen und dem Ansatz des pay-per-use, sodass sie (über den tariflichen Aspekt hinaus) auch durch die einfache Handhabung zur spontaneren Nutzung animieren mögen (z.B. findet auch in Fahrradverleihsystemen aufgrund der komfortablen Handhabung ein beträchtlicher Anteil der Ausleihen spontan im Vorbeigehen statt).

Eine der größten Hürden für einen Gelegenheitskunden den ÖPNV zu nutzen ist der komplexe Tarif und die Angst nicht das beste und richtige Angebot für sich gefunden zu haben. Daher befinden sich einige Verkehrsverbünde in der Beschaffung eines auf dem Smartphone basierenden Abrechnungs-

systems, welches dem Kunden eine einfachere Nutzung des ÖPNV erlaubt. Der Kunde muss sich dabei nur bei Betreten des Fahrzeugs bzw. kurz davor in einer App einchecken. Beim Verlassen des Systems erfolgt ein Check-Out (dieses kann vom System unterstützt oder sogar vollautomatisch passieren). Ein solches System bietet dem Kunden (sowohl beim kilometerbasierten als auch beim Flächenzonentarif) eine einfachere Nutzung des ÖPNV. Dadurch kann die Hemmschwelle für die Nutzung herabgesetzt und mehr Fahrgäste für den ÖPNV gewonnen werden.

Anbieterseitig erscheint die Kombination aus einem geeigneten technischen System und einem kilometerbasierten Tarif insofern als zielführend, als dass es geeignet ist, neue Gelegenheitskunden zu gewinnen. Den womöglich zusätzlichen Fahrgeldeinnahmen stünde kein Bedarf einer infrastrukturellen Angebotsausweitung gegenüber (Mehrbedarf an Fahrzeugen).

Ein Beitrag zur Luftreinhaltung ergibt sich über die Verlagerung von PKW-Fahrten. Da das Angebot nicht die bestehende Stammkundschaft, sondern explizit Gelegenheitsnutzer adressiert, besteht die reelle Aussicht auf weitere tatsächlich vermiedene PKW-Fahrten.

Die Wirksamkeit lässt sich ex-post Anhand der Ticketverkäufe (unter Berücksichtigung von Kannibalisierungseffekten) bemessen.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Ein Beitrag zur Luftreinhaltung ergibt sich über die Verlagerung von Pkw-Fahrten. Da das Angebot nicht die bestehende Stammkundschaft, sondern explizit Gelegenheitsnutzer adressiert, besteht die reelle Aussicht auf weitere tatsächlich vermiedene Pkw-Fahrten.

Die Wirksamkeit lässt sich ex-post Anhand der Ticketverkäufe (unter Berücksichtigung von Kannibalisierungseffekten) bemessen.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Verkehrsverbund (in Abstimmung mit Aufgabenträgern und Verkehrsbetrieben).

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Da die Maßnahme sich bereits in einer Testphase (samt Testkunden) befindet, ist die Umsetzung kurzfristig möglich. Die weitere Wirkung hängt von der dann folgenden Marktdurchdringung ab und ist eher mittelfristig zu erwarten.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Bestehendes Angebot des VRN (Verkehrsverbund Rhein-Neckar). Der Anteil des Luftlinientarifs am Umsatz der digitalen Vertriebswege (Online-/Handyticket) betrug nach dem ersten Angebotsjahr (über den gesamten Verbundraum hinweg) bereits über 8%.

Fördermöglichkeiten

Bereits in Entwicklung. Ggf. Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***

Abzuschätzen in Anlehnung an bisherige Verkaufszahlen Einzeltickets.	Abzuschätzen in Anlehnung an bisherige Verkaufszahlen Einzeltickets.	Unklar.

ID 21 EMOBIL Umstellung der städtischen PKW- und Kleinnutzfahrzeuge auf E-Mobilität

Umstellung der städtischen PKW- und Kleinnutzfahrzeuge auf E-Mobilität

Verkehrliche Maßnahme – E-Mobilität

Beschreibung

Durch die Umstellung der kommunalen Fahrzeugflotte auf elektrobetriebene Fahrzeuge kann neben der Reduktion der NO_2-Belastung und Vermeidung lokaler CO_2-Emissionen auch ein Imagegewinn generiert werden. Außerdem kommt der Kommune eine gewisse Vorbildfunktion zu, die durch die Umstellung erreicht wird. Die Stadt Bochum (samt Tochterunternehmen) folgt diesen Zielen durch ihre Absichtserklärung zur grundsätzlichen Anschaffung von E-Autos. Die Maßnahme bietet zudem die Möglichkeit Erfahrungsgewinne zu sammeln, um im Weiteren die Grundlage für Know-How-Transfers für gewerbliche Nutzer zu schaffen, um hier die weitere rasche Verbreitung von E-Fahrzeugen (mit hohen innerstädtischen Fahrleistungen) zusätzlich zu stimulieren.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die Nutzung von Elektromobilität bringt im innerstädtischen Bereich viele Vorteile mit sich. Neben geringeren Schadstoffemissionen (CO2 und NO_2) bei geringen Geschwindigkeiten auch deutlich geringere Lärmemissionen.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum und städtische Tochterunternehmen / Betriebe. Grundsatzentscheid zur weiteren Anschaffung von E-Fahrzeugen in Umsetzung.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Der Zeithorizont Flottenumstellung ist abhängig von der Beschaffungspolitik und erfolgt fortlaufend. Die Wirkung tritt kurzfristig ein.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Nicht erforderlich.

Fördermöglichkeiten

- Förderrichtlinie Elektromobilität (Anschaffung E-Fahrzeuge vorrangig für Kommunen), Zuschussförderung, aktueller Aufruf offen einschließlich August 2018
- Sofortprogramm Elektromobilität NRW (Zuschussförderung Anschaffung E-Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur für Kommunen, etwas geringere Förderhöhen gegenüber vorgenannter Richtlinie)

Daneben teils weitere (s. Maßnahme „Flottenanteil E-Autos 5%); obige aber mit günstigsten Modali-

täten für Kommunen.		
Minderung NOx Abhängig von Laufleistung und voriger Antriebsart.	***Minderung CO2*** Umfängliche lokale Minderung im Umfang der Laufleistung.	***Kosten*** Anteilsfinanzierung durch Förderrichtlinien, abhängig von Umfang.

ID 22 EMOBIL Elektrifizierung des innerstädtischen Güterverkehrs

Elektrifizierung des innerstädtischen Güterverkehrs

Verkehrliche Maßnahme – Logistik

Beschreibung

In Zeiten des florierenden E-Commerce nimmt der Anteil des innerstädtischen Güterverkehrs, v.a. durch KEP-Dienstleister zu. Durch eine Steigerung der Nutzfahrzeuge erhöht sich auch der Anteil der Emissionen jeglicher Art (Treibhausgasemissionen, Lärmemissionen, etc.). Um dem entgegen zu wirken stellt die Elektrifizierung des Güterverkehrs einen viel versprechenden Ansatz dar; sie betrifft die Umstellung der innerstädtisch genutzten Fahrzeugflotten auf elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge und Lastenfahrräder. Dabei wird in erster Linie auf die KEP-Dienstleister (Kurier-Express-Paket-Dienstleister) abgezielt, die im B2C-Segment (Business-to-Consumer) den größten Anteil an Güterverkehr im innerstädtischen Raum erbringen.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Durch die Elektrifizierung der Fahrzeugflotte von Logistikunternehmen kommt es im Innenstadtbereich zu einer Verringerung des NOx-Ausstoßes. Dies betrifft insbesondere KEP-Flotten, die im Gegensatz zu Kfz des Schwerverkehrs noch deutlich seltener mit SCR-Katsystemen ausgestattet sind. Die Berechnung ergibt sich über die Fahrleistung der E-Nutzfahrzeuge.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Die Umsetzung der Maßnahme obliegt den jeweiligen Unternehmen, kann aber durch politische und planerische Begleitung forciert werden.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Wie schnell diese Maßnahme umgesetzt werden kann hängt von vielen Faktoren ab, zuvorderst von der Bereitschaft der Akteure in der Logistikbranche. Einer flächigen und schnellen Umstellung steht entgegen, dass E-Fahrzeuge bisher nur in Kleinserien gefertigt werden (und eine schnelle Produktionsausweitung damit nicht möglich ist) und dass das KEP-Geschäft seit jeher, insbesondere aber aktuell äußerst margenschwach ist, sodass für Reinvestitionen erforderliches Kapital ggf. nur eingeschränkt verfügbar ist.

Die Umstellung der Flotte wird schrittweise erfolgen und wird von einzelnen Dienstleistern wahr-

scheinlich lokal schwerpunktartig umgesetzt werden. Weitere Anpassungen ergeben sich höchstens mittelfristig.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Als Vergleichsbeispiel kann Bochum bei dieser Maßnahme selbst angeführt werden. Hier hat der KEP-Dienstleister DHL seine Flotte auf StreetScooter umgestellt.

Geplant ist zudem ein innerstädtisches Modellprojekt, in dessen Zuge ein anbieterübergreifender Mikro-Hub vorgesehen ist, von dem aus Lastenräder das innerstädtische Kerngebiet bedienen sollen. Der Ansatz kann geeignet sein, später eine schnellere räumliche Ausbreitung von Konzepten zum Einsatz von Lastenrädern zu erreichen.

Fördermöglichkeiten

Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020, daraus Förderprogramm Elektromobilität mit Schwerpunkt „Beschaffung von Elektrofahrzeugen insbesondere in kommunalen Flotten und der hierfür benötigten Ladeinfrastruktur“. Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft sind antragsberechtigt, sofern die Kommune bestätigt, dass die Maßnahme Teil eines kommunalen Elektromobilitätskonzeptes ist. Einreichungsfrist noch offen bis Ende August 2018.

Kleinserien-Richtlinie: Zuschussförderung von Lastenfahrrädern, explizit auch für Unternehmen. Antragstellung bis Ende 2018 möglich. Für Unternehmen jederzeit zugänglich sind Kreditfinanzierungen durch die NRW.Bank (Fokus KMU), bzw. die KfW (Unternehmen aller Größen). (Das Sofortprogramm Elektromobilität.NRW scheint für den Zweck weniger geeignet).

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Bis zu 0,1 t jährlich (exemplarisch anhand Modellprojekt mit acht Lastenrädern)	Rund 10,5 t jährlich (exemplarisch anhand Modellprojekt mit acht Lastenrädern)	Aufkommensneutral für die Stadt Bochum.

ID 23 RAD Ausbau zentraler Achsen zwischen Stadtteilen und Stadtzentrum

Ausbau zentraler Achsen zwischen Stadtteilen und Stadtzentrum

Verkehrliche Maßnahme – Rad

Beschreibung

Entlang der wichtigen Hauptrouten zwischen Stadtteilen und Innenstadt ist das Radverkehrsnetz auf Vollständigkeit zu prüfen, bzw. dessen Vollständigkeit qualitativ hochwertig weiter herzustellen. Die Einrichtung radialer Routen auch im Vorgriff auf das Radverkehrskonzept erscheint unschädlich, da Hauptverkehrsstraßen grundsätzlich einer Radverkehrsinfrastruktur bedürfen.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Verlagerung von Pkw-Fahrten auf das Fahrrad. Greift für alle Wegezwecke, insbesondere Ausbildungs-/ Berufs- und Freizeitverkehre. Regelmäßige stadtweite Erfassung des Modal Split. Kurz- bis mittelfristig durch lokale Zählungen der absoluten Anzahl der Radfahrer. Entsprechende NOx-Reduktionen lassen sich nur über pauschale Schätzung verlagerter Dieselfahrten erhalten.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Kommune, ggf. unter Hinzuziehung weiterer zivilgesellschaftlicher Akteure.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Abschnittsweise bzw. auf den jeweiligen Relationen ist von kurz- bis mittelfristiger Wirksamkeit auszugehen.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Für radiale Routen bestehen unterschiedlichste Anschauungsbeispiele. Für Beispiele überdurchschnittlicher Standards lohnt der Blick auf internationale Fallbeispiele.

Fördermöglichkeiten

Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG), mit Einschränkungen sind innerorts Radverkehrsanlagen an Hauptverkehrsstraßen, eigenständig als Nachrüstung förderfähig. Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen (Kommunalrichtlinie) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Förderaufruf für modellhafte investive Projekte zum Klimaschutz durch Stärkung des Radverkehrs (Bundeswettbewerb „Klimaschutz durch Radverkehr“) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Ggf. kommt auch die NRW - Förderrichtlinie „Nahmobilität" zum Tragen.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.	Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.	Anteilsfinanzierung durch Förderung; abhängig vom Umfang.

ID 24 RAD Aufbau radialer Verbindungen der Stadtteile untereinander

Aufbau radialer Verbindungen der Stadtteile untereinander

Verkehrliche Maßnahme – Rad

Beschreibung

Einrichtung und Ausweisung tangentialer Radverkehrs-Verbindungen zwischen den Stadtteilen und deren Aufnahme in das Wegweisungs-Konzept. Maßnahme insofern von gesteigerter Relevanz, da tangentiale Verbindungen häufig nicht ausreichend über den ÖPNV abgedeckt werden (sodass insgesamt attraktive Alternativen zum Pkw fehlen).

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Auf tangentialen Verbindungen, für die kein adäquates ÖPNV-Angebot besteht, werden wahlfreie Nutzer regelmäßig den Pkw vorziehen – mitunter auch für Kurzstreckenverkehre. Hierfür gilt es alternative Optionen bereitzustellen, um Pkw-Fahrten zu verlagern. Erfolg lässt sich global über Verlagerungen des Modal Split feststellen. Ergänzend können kurzfristig einzelne Zählungen entlang der Tangentialverbindungen durchgeführt werden.
Beteiligte und Federführung in Realisierung In erster Linie die Kommune, ggf. in Kooperation mit zivilgesellschaftlichen Akteuren.
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Prinzipiell kurz- bis mittelfristig realisierbar. So sich tangentiale Verbindungen teils bereits sinnvoll über das Netz der Nebenstraßen darstellen lassen, sind diese auch kurzfristig realisierbar. Flächenhafte Umsetzungen im Hauptstraßennetz bedürfen eher mittel- bis langfristiger Zeithorizonte.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen Zahlreiche Beispiele bundesweit.
Fördermöglichkeiten Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG), mit Einschränkungen sind innerorts Radverkehrsanlagen an Hauptverkehrsstraßen, eigenständig als Nachrüstung förderfähig. Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen (Kommunalrichtlinie) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Förderaufruf für modellhafte investive Projekte zum Klimaschutz durch Stärkung des Radverkehrs (Bundeswettbewerb „Klimaschutz durch Radverkehr“) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Ggf. kommt auch die NRW - Förderrichtlinie „Nahmobilität" zum Tragen.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.	Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.	Anteilsfinanzierung durch Förderung; abhängig vom Umfang

ID 25 RAD Radverkehrskonzept

Radverkehrskonzept Verkehrliche Maßnahme – Rad
Beschreibung Ein Radverkehrskonzept ermittelt die verkehrlichen Bezüge, entwickelt Routenoptionen und mögliche Führungsformen und priorisiert deren Einrichtung. Weiterhin werden auch Verknüpfungen zum ÖPNV, Abstellanlagen sowie Elemente zu Service und Kommunikation berücksichtigt. Aufgrund des geringen Radverkehrsanteils sowie dessen großen Potenzials zur Emissionseinsparung ist eine Grundlage zur strukturierten Weiterentwicklung dessen Infrastruktur dringend geboten.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Als „Nullemissions-Fahrzeug“ kann der Radverkehr deutlich größere Anteile an der Verkehrsleistung erbringen, gerade in einer kompakten Stadt wie Bochum. Eingesparte Emissionen lassen sich anhand verlagerter Wege abschätzen und in regelmäßigen Erfassungen des Modal Split messen. Zusätzlich können punktuelle Erfassungen mit temporären oder Dauerzählanlagen stellvertretende Hinweise auf den Erfolg einzelner Maßnahmen bieten.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Konzepterstellung ist kurzfristig umsetzbar. Wirkungseintritt ist bei Realisierung erster Sofortmaßnahmen kurz- bis mittelfristig erreichbar. Umfangreichere Wirkungen (Steigerung des Radverkehrsanteils um mindestens fünf Prozentpunkte) sind mittel- bis langfristig erreichbar.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

National und international verschiedene Städte.

Fördermöglichkeiten

Nicht bekannt.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig von der induzierten Wirkung eines RV-Konzeptes.	Abhängig von der induzierten Wirkung eines RV-Konzeptes.	N.N.

ID 26 RAD Höhere Standards für Radverkehrsanlagen

Höhere Standards für Radverkehrsanlagen

Verkehrliche Maßnahme – Rad

Beschreibung

Es ist fallweise zu prüfen, ob sich in der Radverkehrsinfrastruktur stellenweise (und ggf. modellhaft) Standards anlegen lassen, die über die Regelmaße der ERA 2010 (Empfehlungen für Radverkehrsanlagen) hinausgehen. Grund dafür ist, dass diese Empfehlungen bisher zurückhaltend umgesetzt werden. Anklang finden sie stärker bei bisherigen Radfahrern, weniger in jenen Kreisen, die das Fahrrad noch nicht als Alltagsverkehrsmittel in Erwägung ziehen.

Überdurchschnittliche Standards berücksichtigen ausreichend Raum, um begleitete Wege gemeinsam zurücklegen zu können (nebeneinander fahren). Gleichzeitig ist Platz zum Überholen vorzusehen, da verschiedene Zielgruppen eine unterschiedliche Physis und damit variierende Reisege-

schwindigkeiten aufweisen. Breitere Verkehrsflächen sind zudem erforderlich, um breitere Fahrräder (Kinderanhänger, Lastenfahrrad) mit ausreichendem Sicherheitsabstand zum Pkw-Verkehr bzw. parkenden Pkw überholen zu können.

In Frage kommen hierfür einzelne Strecken, deren Querschnitt nach Prüfung die Wegnahme eines Pkw-Fahrstreifens zulässt.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Verlagerung von Pkw-Fahrten auf das Fahrrad. Greift für alle Wegezwecke, insbesondere Ausbildungs-/ Berufs- und Freizeitverkehre.

Regelmäßige stadtweite Erfassung des modal-split. Kurz- bis mittelfristig durch lokale Zählungen der absoluten Anzahl der Radfahrer.

Entsprechende NOx-Reduktionen lassen sich nur über pauschale Schätzung verlagerter Dieselfahrten erhalten.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Kommune, ggf. unter Hinzuziehung weiterer zivilgesellschaftlicher Akteure.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Abschnittsweise bzw. auf den jeweiligen Relationen ist von kurz- bis mittelfristiger Wirksamkeit auszugehen. Es ist von einem höheren Erfolg auszugehen bei Maßnahmen, die über geltende Standards hinausgehen.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Für Beispiele überdurchschnittlicher Standards lohnt der Blick auf internationale Fallbeispiele. Als klassisches Beispiel sind die Niederlande zu nennen, die auf eigene Verkehrswege (Flächen und teils Routen) für den Radverkehr setzen. Für die Implementierung in bestehenden Strukturen lohnt ein Blick auf die positiven Erfahrungen mit den „protected bike lanes“ – vor allem in Nordamerika.

Fördermöglichkeiten

Unter Umständen das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG); ggf. kommt auch die NRW - Förderrichtlinie „Nahmobilität" zum Tragen.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig vom Umfang der Maßnahmen	Abhängig vom Umfang der Maßnahmen	Anteilsfinanzierung durch Förderung; abhängig vom Umfang

ID 27 RAD Ausweisung von Fahrradstraßen

Ausweisung von Fahrradstraßen

Verkehrliche Maßnahme – Rad

Beschreibung

Fahrradstraßen sind ein gängiges Instrument, das sich insbesondere für das Nebenstraßennetz anbietet. Sie bieten sich regelmäßig für die Einrichtung radialer Nebenrouten oder tangentialer Routen an und bieten die Chance, bei vergleichsweise begrenztem Aufwand ein einfaches und selbsterklärendes Netz zu schaffen.

Darüber hinaus sind sie geeignet, um von bestimmten schwerpunktartigen Quell-/Zielorten aus (z.B. Schulen, Sportanlagen, Freizeiteinrichtungen) als Stichstrecken einen komfortablen Anschluss an das weitere Netz zu schaffen.

Entsprechend können sie als Maßnahme der Schulwegsicherung dienen und dazu beitragen, die Akzeptanz des Fahrrades erhöhen.

Die Maßnahmen sollten insbesondere zu deren ersten Umsetzungen durch intensivere Kommunikation begleitet werden, die die straßenverkehrsrechtlichen Aspekte erörtert.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Potenziale zur Verlagerung von Pkw-Fahrten insbesondere auch im Kontext der Nahmobilität.

Global durch Änderungen im Modal Split. Die isolierte Ausweisung der Wirkung erscheint schwierig. Kurzfristig ließe sich eine höhere Akzeptanz des Fahrrades als Alltagsverkehrsmittel, beispielsweise an den beschriebenen Quell-/Zielorten (Schulen, Sport-/Freizeiteinrichtungen) ablesen – dort durch Zählungen lokal abgestellter Fahrräder oder durch einen reduzierten Hol-/Bringverkehr.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

In erster Linie Kommune. Im weiteren ggf. zivilgesellschaftliche Akteure wie ADFC und insbesondere Schulen.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Umsetzung kann hier kurzfristig erfolgen; sich zeitigende Wirkungen sind eher kurz- bis mittelfristig zu erwarten.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Fahrradstraßen sind inzwischen vielerorts umgesetzt.

Fördermöglichkeiten

Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG), mit Einschränkungen sind innerorts Fahrradstraßen als Maßnahmen, eigenständig als Nachrüstung förderfähig. Die NRW - Förderrichtlinie "Nahmobili-

tät" dürfte kleinere Maßnahmen eher abdecken.		
Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig vom Umfang der Maßnahmen	Abhängig vom Umfang der Maßnahmen	Anteilsfinanzierung durch Förderung; abhängig vom Umfang

ID 28 RAD Zuschuss für Falträder

Zuschuss für Falträder

Verkehrliche Maßnahme – Rad

Beschreibung

Vergünstige und/oder subventionierte Bezugsmöglichkeit von Falträdern für Zeitkartenkunden des ÖPNV bereitstellen.

Falträder werden im gefalteten Zustand üblicherweise gemäß der jeweiligen Beförderungsbedingungen und Tarifbestimmungen als Handgepäck befördert. Dies ermöglicht einerseits den Kunden die Mitnahme eines Fahrrades auch in Stoßzeiten, den Verkehrsunternehmen erwachsen daraus keine Kapazitätsprobleme.

Das Ruhrgebiet mit seiner polyzentralen Struktur erscheint prädestiniert für eine solche Maßnahme, da sich mit der Verknüpfung von SPNV und Fahrrad dispers verteilte Ziele (z.B. Arbeitsplatzschwerpunkte in Gewerbegebieten) mitunter schneller erreichen lassen, als mit weiteren Umstiegen im lokalen ÖPNV.

Die Maßnahme ist unter Umständen kostengünstig realisierbar, wenn durch die Abnahme größerer Kontingente Preisrabatte erzielt werden können, die entsprechend an die Zeitkartenkunden weitergegeben werden.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die Maßnahme erhöht die Attraktivität des SPNV, da Zu- und Abwegung zeitlich deutlich kürzer ausfallen können. Die Maßnahme erscheint attraktiv, um insbesondere mit Diesel-Pkw zurückgelegte Pendlerwege auf den ÖPNV/SPNV zu verlagern. Somit besteht hier ein Potenzial zur tatsächlichen Vermeidung von NOx-Emissionen.

Nachteilig erscheint, dass solch intermodale Wege eine gewisse Affinität zu zumindest einem der Verkehrsmittel erfordert. Somit dient die Maßnahme womöglich stärker der Kundenbindung, als dass Pkw-Nutzer als Neukunden gewonnen werden.

Verlagerte Pkw-Kilometer und korrespondierende NOx-Emissionen. Die Wirksamkeit der Maßnahme lässt sich mit vergleichsweise wenig Aufwand ermitteln, wenn im Zuge der Bereitstellung des Faltrades die bisherige Verkehrsmittelwahl für die nun mit dem Faltrad angedachten Wege abgefragt

wird.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Zentraler Akteur ist der Verkehrsverbund zur koordinierten Beschaffung der Räder, der Akquise kooperierender Fahrradhändler und zur Bewerbung der Maßnahme.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Maßnahme ist kurzfristig realisierbar und kann ebenso kurzfristig Wirkung entfalten, wobei tatsächliche NOx-Vermeidungen sich nur durch begleitende Evaluationen beziffern lassen. Eine stärkere und sichere Marktdurchdringung im Verkehrssegment der Pkw-Nutzer erscheint eher langfristig als aussichtsreich.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Die Maßnahme wurde beispielsweise bereits im VRN durchgeführt; dort auch in weiterer Kooperation mit dem ADFC. Der Ansatz der Faltradförderung wurde vom VRR hingegen vor einem Jahr eingestellt.

Fördermöglichkeiten

Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Kurzfristig gering, siehe vorige Ausführungen.	Kurzfristig gering, siehe vorige Ausführungen.	Abhängig von der Nachfrage. Idealeweise nur Koordinationsaufwand ohne Sachkosten.

ID 29 FUSS Verbesserung von Querungsstellen für Fußgänger

Verbesserung von Querungsstellen für Fußgänger

Verkehrliche Maßnahme – Fuß

Beschreibung

Der Fußverkehr gilt als ursprünglichste Fortbewegungsart im Verkehrssegment, wurde jedoch in Zeiten einer auf motorisiert verkehrsorientierten Stadtplanung als Randerscheinung betrachtet. Dementsprechend galt dem Ausbau der Infrastruktur keine besondere Aufmerksamkeit.

Um den Fußverkehr sicherer und reibungsloser zu gestalten und dadurch attraktiver zu machen ist der Bau von fußgängerfreundlichen Querungsstellen ein probates Mittel. Dies kann in Form der Einführung von Lichtsignalanlagen mit kurzen Wartezeiten und möglichst langer Laufzeit, durch Zebrastreifen oder durch bauliche Maßnahmen wie beispielsweise Mittelinseln durchgesetzt werden. Auch die Analyse von Mängeln an verkehrlichen Knotenpunkten im Stadtgebiet als Grundlage zur Verbesserung von Querungsstellen ist eine Maßnahme. Eine sehr aufwendige und bauintensive Maßnahme ist der Bau von Unter- oder Überführungen für Fußgänger. Dadurch kommt es zu einer räumlichen Trennung der einzelnen Verkehre, wodurch das Risiko beim queren der Straße minimiert wird. Es muss aber bei dieser Maßnahme angemerkt werden, dass solche baulichen Maßnahmen seit den 70er Jahren nicht mehr üblich sind. Auch die Einengung oder Anhebung der Fahrbahn kann dazu führen, dass der motorisierte Individualverkehr in seiner Geschwindigkeit gedrosselt wird. Das bedeutet, dass die Maßnahme in diesem Fall direkte Auswirkungen auf den motorisierten Verkehr hat und indirekt dadurch es zu einer Einwirkung auf den Fußverkehr kommt. Die aufgeführten Maßnahmen verstehen sich als barrierefreie Maßnahmen. Förderung des Fußverkehrs bedeutet Förderung des ÖPNV, da dieser Als Zu- bzw. Abbringer dient. Daher empfehlen wir Verbesserungen von Querungsstellen vor allem auf ÖPNV-Punkte zu konzentrieren.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die attraktivere Gestaltung des Fußverkehrs animiert dazu für kürzere Wege zu Fuß zu gehen. Dies senkt Anteil des motorisierten Verkehrs und damit die NOx-Belastung.

Anteil des Fußverkehrs am Modal Split.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Diese Maßnahme muss von der Kommune umgesetzt werden.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Fristigkeit zur Verbesserung der Querungsstellen hängt davon ab, für welche Maßnahme sich die Kommune entscheidet. So ist der Bau einer Mittelinsel relativ kurzfristig umsetzbar und zeigt dementsprechend auch kurzfristig Wirkung, wohingegen der Bau einer Unter- oder Überführung nur mittel- bis langfristig umzusetzen ist.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen		
Als ein Vergleichsbeispiel kann hier das Programm „Sicher über die Straße - Berliner Programm für Fußgängerüberwege“ angeführt werden. Dieses Programm fördert den Bau und Einführung von Mittelinseln, Zebrastreifen und die Ausweisung von Querungsstellen mit verbesserter Sicht auf die Straße. Es wurden bereits 140 Fußgängerüberwege in Berlin seit 2001 angelegt.		
Fördermöglichkeiten		
Ggf. NRW Förderrichtlinie Nahmobilität		
Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.	Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.	Abhängig vom Umfang der Maßnahmen.

5.2Beschreibung nicht verkehrliche Maßnahmen

ID 30 STÄDTEBAU Autofreie Wohnquartiere

Autofreie Wohnquartiere Nicht-verkehrliche Maßnahme NOX Reduktion
Beschreibung Autofreie Wohnquartiere entstehen meist im Zuge der Entwicklung gänzlich neu angelegter Stadtquartiere. Im Detail existieren unterschiedliche Typologien und Ausgestaltungen autofreien Wohnens. In der originärsten Form verpflichten sich die Bewohner vertraglich dazu, keinen Pkw vorzuhalten, der einen entsprechenden Stellplatz bedarf erfordern würde – andere Modelle lassen dies teils zu und stellen im Randgebiet eine zentrale Quartiersgarage zur Verfügung. Realisiert wird dies rechtlich über deutlich geringere Stellplatzschlüssel (deren Stellplätze zudem auch für Car-Sharing-Fahrzeuge vorgesehen werden können). Neben einem ÖPNV-Anschluss können weitere Serviceleistungen bereitgestellt werden (z.B. organisiert auf Vereinsbasis geteilte Lastenräder oder ÖV-Jahreskarten). Autofreies Wohnen ermöglicht es, dass diesen Bürger-/innen sämtliche Vorteile ihrer Entscheidung zugutekommen, ohne dass sie gegenüber konventionellen Wohnstandorten von den negativen Effekten des Pkw-Besitzes Dritter betroffen sind. In autofreien Quartieren ist privater Pkw-Verkehr entweder gänzlich untersagt (flächig oder abschnittsweise) bzw. ist auch ohne eine solche Regelung per se ein stark eingeschränktes Aufkommen zu erwarten. Hieraus erwachsen große Potenziale für die städtebauliche Gestaltung und attraktive Freiraumgestaltungen. So lässt sich der Straßenraum platzsparend (z.B. durch Wegfall fahrbahnbegleitenden Parkens und den Häusern vorgelagerter Stellplätze) und prioritär nach den Belangen der Fußgänger (und Radfahrer) anlegen. Zudem profitiert die Bewohnerschaft von einer örtliche höheren lokalen Verkehrssicherheit und geringeren Wohnkosten (keine Herrichtung von Stellplätzen, kein Verbundgeschäft aus Wohnungs- und Stellplatzmiete, keine verdeckte/partielle Umlage von Betriebskosten dieser Stellplätze auf die gesamte Mietergemeinschaft). Über diese individuellen Vorteile hinaus sind autofreie Quartiere auch aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive als zielführend anzusehen. Neben der unmittelbaren Förderung nachhaltigen Mobilitätsverhaltens (und damit einhergehenden Dimensionen des Umweltschutzes) dienen sie gleichermaßen als soziales und städtebauliches Rollenmodell.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Mittelbarer Beitrag zur Luftreinhaltung. Es ist davon auszugehen, dass Interessenten autofreien Wohnens bereits zuvor eine unterdurchschnittliche Pkw-Nutzung aufwiesen. Autofreies Wohnen belohnt dies nicht nur monetär (s.o.), sondern schafft eine höhere Lebensqualität durch ein adäqua-

tes und attraktives Wohnumfeld.

Es wirkt somit in erster Linie durch ein Aufzeigen möglicher erstrebenswerter städtischer Wohnformen und der Vorteile und Freiräume, die sich mit der Nutzung von Alternativen zum Pkw ergeben.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

In erster Linie die Kommune durch Ausweisung geeigneter innerstädtischer Entwicklungsflächen sowie deren Bereitschaft zur Schaffung neuer Wohnformen jenseits bestehender regulatorischer Standards (z.B. Stellplatzsatzung).

Autofreien Wohnprojekten wohnt stets ein gewisses idealistisches Moment inne. Es ist deswegen zielführend, solche Projekte gemeinsam mit Bürger- bzw. Eigentümerinitiativen (also der späteren Bewohnerschaft) oder Trägervereinen zu entwickeln. Partizipative Ansätze erhöhen die Identifikation mit dem Projekt. Trägervereine können als stabile Netzwerke die Schaffung engerer Nachbarschaften und „sozialen Kapitals“ erleichtern. Ein positives Image des Quartiers kann sich so auch beiläufig entwickeln – insbesondere wenn auch weitere soziale Dimensionen (z.B. Mehrgenerationenwohnen) Berücksichtigung finden.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Sehr langfristig wirkende Perspektive. Zum einen aufgrund der geringeren unmittelbaren Wirkung (s.o.), zum anderen aufgrund der erforderlichen Planungs- und Bauzeiten.

Gleichsam erstrebenswerte Maßnahme, da sie mögliche künftige und möglicherweise auch notwendige Entwicklungspfade städtischer Entwicklung antizipiert und veranschaulicht und damit langfristig z.B. auch jenseits des Neubaus exemplarisch für weitere Entwicklungen im Bestand stehen kann.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Zahlreiche nationale Anschauungsbeispiele. Als bekanntestes dient stets Freiburg-Vauban (Pkw-reduziert); darüber hinaus aber auch in Münster oder Hamburg anzufinden.

Fördermöglichkeiten

Aktuell keine bekannt. Ggf. förderbar im Rahmen bestimmter Modellprojekte oder thematisch naher Förderschienen.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Vor dem Hintergrund der Zeiträume des Plans in unerheblichem Maße.	Mittelbare Reduktionswirkungen (siehe oben).	Keine spezifischen direkten Kosten, jedoch höhere Planungs- und Transaktionskosten zur (auch rechtlich sicheren) Entwicklung eines neuartigen Modells.

ID 31 NOX Photoment

Photoment

Nicht-verkehrliche Maßnahme NOX Reduktion

Beschreibung

Um Schadstoffe wie CO_2 und Feinstaub aus der Luft zu filtern, stehen Tausende Bäume in den Städten. Diese Bäume können allerdings keine Stickoxide aus der Luft entfernen. Zu diesem Zweck wurde in den vergangenen Jahren ein neuartiger Baustoff entwickelt. Mit Hilfe des Katalysators Titandioxid, welches Beton oder Zement hinzugefügt werden kann, entsteht ein Werkstoff, der wie bisher eingesetzt werden kann, aber nun gleichzeitig eine Filterfunktion besitzt. Das Titandioxid wird durch Sonne (UV-Strahlung) aktiviert, die Luft kommt durch Windströmungen mit der Photoment-Oberfläche in Kontakt und die beinhalteten NO_x-Schadstoffe werden gebunden. Beim nächsten Regen werden sie ausgespült. Dieser Prozess ist also von den äußeren Bedingungen abhängig, läuft allerdings autark und ohne weitere Energie-Investitionen ab und kann bei hoher Lichtintensität, möglichst großer Fläche und regelmäßigem Regen rund 2 - 5% Reduktion des Gesamtausstoßes bewirken.

Ziel der Maßnahme ist die Nutzung des Photoment-Straßenbelags zur Filterung der Stickoxide um die Luftqualität zu verbessern und damit die Belastung für die Menschen zu reduzieren.

Die Kosten für die Nutzung entsprechender Photoment-Beläge liegen etwa 3 - 5 € / m^2 über denen gewöhnlicher Beton-Beläge.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die großflächige Umsetzung von Photoment-Belägen dient der unmittelbaren lokalen Minderung der NO_2-Belastung. Da die Maßnahme lediglich der Neutralisation tatsächlicher Emissionen dient, sollten Maßnahmen zu Vermeidung und Verlagerung prioritär umgesetzt werden. Der Einsatz von Photoment ist auf lokale Belastungsschwerpunkte zu konzentrieren.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Stadt Bochum.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Umsetzung der Maßnahme kann kurzfristig erfolgen, mit unmittelbarem Wirkungseintritt. Der Fokus sollte dabei auf lokalen Belastungsschwerpunkten liegen.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Bisher wird Photoment nur an wenigen Plätzen deutschlandweit genutzt. In Stuttgart wurden auf zwei Flächen Photoment-Pflastersteine verlegt, die im direkten Innenstadtbereich liegen. Weitere Flächen hier sind bereits geplant. Auch in Bottrop wurde eine Fläche mit den filternden Steinen ausgestattet. Direkt an einer viel befahrenen Straße gelegen, wird der Stickoxid-Wert über Photo-

ment-Steinen im Gesamtdurchschnitt 39,5 % niedriger angegeben als über Standardsteinen.
Fördermöglichkeiten Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig von lokaler Nähe zu Belastungsschwerpunkten.	Keine.	Abhängig vom Umfang der Maßnahme.

ID 32 NOX Schaffung von Luftschneisen

Schaffung von Luftschneisen Nicht-verkehrliche Maßnahme NOX Reduktion
Beschreibung Die Schaffung von Luftschneisen kann die gesamte innerstädtische Durchlüftung fördern. Hierdurch wird aufgrund der besseren Durchströmung die Zirkulation der innerstädtischen (schadstoffangereicherten) Luft angeregt, was den besseren Abtransport dieser Luftmassen aus der Kernzone zur Folge hat und damit die Schadstoffbelastung durch Stickoxide reduziert. Problematisch ist vor allem, dass bereits kleine Mauern, Bäume und sonstige Hindernisse Kaltluftströme gen Stadtmitte bremsen oder sogar gänzlich stoppen. Die Maßnahme zielt darauf ab, die bestehenden sowie potenziell zu schaffenden städtischen Kaltluftschneisen und Freiflächen zu überprüfen und baulich geschaffene Hindernisse offenzulegen. Hauptinhalt sind also die Standorte von Bauflächen und ihre Relevanz für die Durchlüftung der Stadt. Auch die städtische Begrünung (Anlage von Grünanlagen, Parkflächen und auch kleinteiliger Begrünung) spielt für die Luftschneisen eine Rolle, wobei vor allem die Standorte dieser Begrünung für die Wirksamkeit ausschlaggebend sind. In diesem Kontext spielen viele einzelne Themengebiete zusammen: Klima, Luft, Lärm, Verkehr, Boden, Wasser, Energie, Gebäude, Vegetation. Das Zusammenspiel dieser lokal zu differenzierenden Einflüsse ist ausschlaggebend für die lokale Luftzirkulation. Gleichzeitig muss aber auch bedacht werden, dass der Rückbau von Gebäuden die dortigen Lärmimmissionen ansteigen lässt, da sich der Schall ohne Hindernisse einfacher ausbreitet. Im Zusammenhang mit dem innerstädtischen Lokalklima und Luftzirkulation können auch über die Farbgebung der Gebäude bzw. äußerliche Begrünung derer, das Bestehen und die Lage von Wasserflächen sowie Verkehrswegen Temperatureffekte entstehen, die für eine bessere Durchlüftung und damit eine höhere Luft- und Lebensqualität sorgen.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Die Schaffung von Luftschneisen sorgt für einen effektiven Luftmassenaustausch, was vor allem in den zentral gelegenen Stadtgebieten für eine Verbesserung der Luftqualität sorgen wird.

Maßgeblich sind Vorhandensein Luftleitbahnen/Kaltluftschneisen und die dortige Strömungsgeschwindigkeit.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Vor allem die städtischen Planungsämter sind bei dieser Maßnahme gefragt, da der Zeitraum der Vorbereitung entsprechender Maßnahmen länger und intensiver ausfallen wird, als die Umsetzung der Baumaßnahmen durch externe Unternehmen.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Maßnahme bedarf einer ausreichenden Datenbasis um lokale Maßnahmen konkret zu planen. Nach Analyse der lokalklimatischen Bedingungen können bauliche Maßnahmen durchaus kurzfristig umgesetzt werden. Um langfristige Effekte zu erzielen sollte über die Einarbeitung in bestehende Flächennutzungs- und Bebauungspläne nachgedacht werden. Nach Realisierung von Gebäudeabrissen und Öffnung von entsprechenden Luftschneisen setzen Verbesserungen der Luftreinhaltung direkt ein.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Regelmaßnahme.

Fördermöglichkeiten

Ggf. Bund-Länder Programm „Zukunft Stadtgrün“ oder NRW-Richtlinie „Grüne Infrastruktur“.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar, jedoch spielt Durchmischung von Luftmassen innerstädtisch eine wichtige Rolle.	Keine.	Abhängig vom Umfang der Maßnahme.

ID 33 NOX Mooswände / City Tree

Mooswände / City Tree Nicht-verkehrliche Maßnahme NOX Reduktion		
Beschreibung Mooswände, auch City Tree genannt, sollen für eine Filterung von Stickoxiden und Feinstaub aus der Luft sorgen. Sie bedienen sich dabei der kleinteiligen Oberflächenstruktur der Moose.		
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Neutralisation von Luftschadstoffen. Laut Begleitforschung zum Stuttgarter Modellprojekt wurden die Erwartungen nicht erfüllt. Die Testweise Aufstellung in Essen erfüllten die Erwartungen nicht.		
Beteiligte und Federführung in Realisierung Stadt Bochum.		
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Wirkung fraglich.		
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen Stuttgart.		
Fördermöglichkeiten Keine.		
Minderung NOx Wirkung fraglich.	***Minderung CO2*** Keine.	***Kosten*** Nicht empfohlen.

ID 34 KAMPAGNE Sensibilisierung für die individuelle Verantwortung

Sensibilisierung für die individuelle Verantwortung Nicht-verkehrliche Maßnahme - Kampagne
Beschreibung Eine Kampagne zur individuellen Verantwortlichkeit bei der Verkehrsmittelwahl und den Handlungsmöglichkeiten für den einzelnen Bürger kann eine Sensibilisierung der gesamten Bevölkerung erreichen. Um entsprechende Effekte zu erzielen kann mit Aktionstagen, der dauerhaften Bereitstel-

lung von Informationsmaterialien und dem Aufzeigen von luftreinhaltungsförderndem und klimafreundlichem Verhalten gearbeitet werden. Durch ein städtisches Vorangehen lässt sich eine Vorbild-Wirkung einstellen, die über das einfache Belehren hinausgeht und praktisches Handeln in den Vordergrund stellt.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Je mehr Luftschadstoffe präventiv verhindert werden können, desto besser ist die dauerhafte Luftqualität. Im Rahmen einer Kampagnen-Webseite lässt sich die Wirksamkeit der Kampagne bspw. über die Seitenbesuche messen.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Die Ausführung einer solchen Kampagne geht von der Stadt aus.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Kampagne kann sofort geplant und schnellstmöglich umgesetzt werden. Ihre Wirkung wird maßgeblich von der Begeisterungsfähigkeit der angesprochenen Zielgruppe durch die eingesetzten Mittel abhängen.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

In München existiert bereits seit 1990 eine Initiative, die gegründet wurde, um den Ausstoß klimaschädlicher Gase zu reduzieren und München zu einer lebenswerteren Stadt zu machen. Der Fokus liegt in diesem Fall auf der Beteiligung von vielen Bürgern, um Umweltschutz aktiv zu leben.

Fördermöglichkeiten

Ggf. Nationale Klimaschutzinitiative

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Abhängig vom Umfang der Maßnahme.

ID 35 KAMPAGNE Alltagsradfahren

Lust machen aufs Alltags-Radfahren

Nicht-verkehrliche Maßnahme - Kampagne

Beschreibung

Eine Radverkehrskampagne ist vor allem dann von Erfolg gekrönt, wenn sie von konkreten Aktivitäten statt von vielen Worten geprägt ist. Eine Mischung von Veranstaltungen mit Mitmachangeboten kann dabei mit einer Werbekampagne kombiniert werden. Voraussetzung für optimalen Erfolg ist natürlich das Vorhandensein (und der Ausbau) von benutzerfreundlicher Radverkehrsinfrastruktur,

die auch den Bedürfnissen ihrer Nutzer entspricht. In diesem Punkt sollte das bereits bestehende Angebot innerhalb der Kampagnen-Veranstaltungen aktiv erfahren werden können. Dabei können dessen Möglichkeiten weitaus besser präsentiert und die Bürger von ihnen überzeugt werden, als in ausschließlichen Werbekampagnen. Die Werbekampagne kann sich mit den Vorteilen des städtischen Radverkehrs gegenüber den weiteren Verkehrsmitteln beschäftigen und diese dort betonen. Insgesamt sollte das Ziel dieser Maßnahme darin bestehen, den Bürgern Lust zu machen auf die Nutzung des Fahrrades im Alltag. In der aktuellen Entwicklung kann das Elektrofahrrad als ein neuartiger zusätzlicher Anreiz integriert werden.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die Nutzung des Fahrrades auf den meist kurzen städtischen Wegen verhindert die Emission von großen Mengen an Schadstoffen, die über den motorisierten Verkehr ausgestoßen würden.

Messung über Anteil des Fahrradverkehrs am Modal Split.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Initial Stadt Bochum, die ggf. von lokalen Unternehmen unterstützt werden kann.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Planung einer Radverkehrskampagne lässt sich kurzfristig realisieren. Die Umsetzung lässt sich vor allem in der Frühlings- und Sommersaison erfolgreich gestalten. Ihre Wirkung wird erst mittelfristig an der Entwicklung des Fahrradverkehrs im Modal Split erkennbar sein.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

In Düsseldorf wird mit Hilfe einer Radkampagne die Förderung des Radverkehrs vorangebracht. Unter anderem mit der Einrichtung eines Fahrradbüros soll das Ziel erreicht werden, die Bevölkerung für eine aktive Planungsmithilfe zu motivieren und eine positive Radkultur aufzubauen, die den Radverkehrsanteil von 14 % auf 25 % steigen lassen soll. Bereits im ursprünglichen Entwurf wurde festgehalten, dass die vorerst 2-jährige Kampagnendauer nur der Anfang einer Entwicklung sein soll.

Die Osnabrücker Radkampagne arbeitet weniger partizipativ, versucht allerdings über mehrere Jahre hinweg durch Emotionalisierung eine Veränderung im Mobilitätsverhalten ihrer Bürger zu erreichen. Zu Beginn wird lediglich über wenige Schulen die Ideenphase eingeläutet und aus der Zielgruppe Schüler heraus eine Vorbildfunktion für jüngere und ältere Generationen angestrebt. Anschließend wird über diese Gruppe und viele kleinere Events und vor allem deren mediale Aufbereitung die dauerhafte Wirkung anvisiert.

Fördermöglichkeiten

Ggf. NRVP - Richtlinie zur Förderung von nicht investiven Maßnahmen zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans - Öffentlichkeitsarbeit für den Alltagsradverkehr. Dort allerdings regelmäßig nur als Modellprojekt innerhalb von Wettbewerben zu bestimmten thematischen Schwerpunkten.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***

Verbundwirkung mit weiteren Maßnahmen zur Radverkehrsförderung.	Verbundwirkung mit weiteren Maßnahmen zur Radverkehrsförderung.	Abhängig von Umfang und insbesondere Dauer der Maßnahme.

ID 36 KAMPAGNE ÖPNV Stellenwert und Image

Aufwertung des ÖPNV-Stellenwerts

Nicht-verkehrliche Maßnahme - Kampagne

Beschreibung

Mit einer Kampagne für den ÖPNV kann der Stellenwert der öffentlichen Verkehrsmittel erhöht und die Nutzergruppe gefestigt oder ausgeweitet werden, so dass Akzeptanz und Nutzung gestärkt werden. Um erfolgreiche Effekte zu erzielen, stehen dabei die Vorteile der Nutzung im Fokus der Kampagne. Gleichzeitig sollten auch die Bedürfnisse der Fahrgäste einbezogen werden, um eine direkte Ansprache zu erreichen. Um auch weitere Menschen zum ÖPNV zu bringen, sollten auch die Bedenken und Gründe der Personen bedacht werden, die bisher nicht mit den öffentlichen Verkehren unterwegs sind.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die Nutzung der öffentlichen Verkehre spart vor allem im Vergleich zum MIV Emissionen und damit Schadstoffe, die die Luftqualität verschlechtern würden. Zudem kann sich bei einer Vergrößerung des ÖPNV-Anteils am Modal Split ein besserer Verkehrsfluss ergeben, da insgesamt weniger Fahrzeuge auf den Straßen unterwegs sind. Dadurch ergibt sich eine weitere Steigerung der Luftreinhaltung.

Anteil des ÖPNV am Modal Split.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Diese Maßnahme ist von der Stadt zusammen mit den beauftragten Verkehrsunternehmen umzusetzen.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Kurz- bis mittelfristig.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

In Frankfurt wird vom Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV) mit Hilfe lokal identitätsstiftender Inhalte die Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel beworben. Mit Hilfe humoristischer Darstellungen werden die Vorteile und Besonderheiten des ÖPNV kommuniziert.

Die Kampagne der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) findet vor allem online statt. Durch die Kombination von humorvollen Texten mit aktuellsten Themen der Stadt und der direkten Beteiligung der

Menschen, hat sie zwischenzeitlich eine nationale Bekanntheit entwickelt.
Fördermöglichkeiten GGf. Nationale Klimaschutzinitiative.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Abhängig vom Umfang der Maßnahme.

ID 37 KAMPAGNE E-Mobilität

Kampagne E-Mobilität Nicht-verkehrliche Maßnahme – Kampagne / Beratung
Beschreibung Eine begleitende Förderung der E-Mobilität in Form einer Kampagne muss zwischen gewerblichen und privaten Verbrauchern differenzieren. Erstere sind leichter über direkte Ansprachen erreichbar und bei gegebenen Nutzungsprofil der Fahrzeuge womöglich ökonomischen Begründung eher zugänglich. Im Falle hoher innerstädtischen Streckenanteilen der Nutzer erscheint dieser Ansatz in einem ersten Schritt zielführender und kann auch einen Auftakt für ein weitergehendes Betriebliches Mobilitätsmanagement darstellen. Er bietet sich insofern an, als dass ein glaubwürdiger Know-How-Transfer über die laufende Umstellung des städtischen Fuhrparks möglich ist. Breitere Kampagnen mit Privathaushalten als Zielgruppe, haben naturgemäß einen größeren Streuverlust (da es hier im Gegensatz zu z.B. Radverkehrskampagnen um die mitunter teuerste Konsumentscheidung eines Haushaltes geht). Hier sind neben dauerhaften Informationsmaterialien vor allem einzelne Aktionstage angebracht, um erste thematische Berührungen zu ermöglichen und um das Thema präsent zu halten.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Durch die Steigerung des Anteils von E-Autos kommt es zu einer Verringerung der lokalen Emissionen und damit zu einer Reduktion der NO_2-Belastung in den Innenstädten.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Die Ansprache von Betrieben kann durch die Stadt geschehen (Lotsenstelle), während breite Kampagnen, die über einzelne Aktionstage hinausgehen, eher durch externe Dienstleister erbracht werden können. In Bochum bietet sich eine Kooperation bzw. Zusammenarbeit bei dieser Maßnahme mit ruhrmobil-E (Netzwerk für Elektromobilität) an.
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Die Umsetzung von Kampagnen ist kurzfristig möglich, ebenso die gezielte Ansprache gewerbliche

Fahrzeugbetreiber.

Der Wirkungseintritt ist in erster Linie vom Umfang der Kampagne abhängig. Es ist damit zu rechnen, dass Wirkungen der Kampagne mittelfristig einsetzen können. Im Vergleich zu bspw. Radverkehrs-Kampagnen kann auf Grund des hohen Investitionskapitals für den Kauf eines E-Fahrzeug damit gerechnet werden, dass die Wirkung nicht kurzfristig einsetzt.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Im vorliegenden Kontext nicht bekannt.

Fördermöglichkeiten

Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	Unklar.	Abhängig vom Umfang der Maßnahme.

5.3 Beschreibung übergeordneter Maßnahmen

ID 38 ANDERE Verlagerung temporäre Sperrung der Abfahrten A 43/A40

Verlagerung temporäre Sperrung der Abfahrten A 43/A40 Übergeordnete Ansätze
Beschreibung In Bochum wird registriert, dass die Herner Straße im Teilbereich zwischen den Autobahnen A 43 und A 40 als Abkürzung benutzt wird. Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Ruhr-Universität Bochum wurden am 23.06.2016 zwischen 6 – 18 Uhr rd. 5.000 Kfz (beide Richtungen kumuliert) als „Abkürzer“ identifiziert. Das entspricht rd. 25-30% der DTVw der Herner Straße. Insofern liegt es nahe, über eine Regulierung dieser Verkehre nachzudenken. Eine mögliche Lösung bestünde darin, zu bestimmten Zeiten die Abfahrten der Autobahnen auf die Herner Straße zu sperren. Zeitgleich sollte den Verkehrsteilnehmern auf den Autobahnen mit Hilfe eines Leit- und Informationssystems angezeigt werden, welche Alternativroute sie befahren sollen und warum die Abfahrten gesperrt sind.
Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung Mit Hilfe dieser Maßnahme könnte die Verkehrsmenge auf der Herner Straße gesenkt und die Luftqualität gesteigert werden.
Beteiligte und Federführung in Realisierung Straßen NRW, die Bezirksregierung und die Stadt Bochum.
Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt Ob eine solche Maßnahme überhaupt realisiert werden kann ist unklar, daher ist auch die Wirkung unklar.
Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen Keine.
Fördermöglichkeiten Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Unklar.	N.N.	N.N.

ID 39 ANDERE Flottenveränderung

Flottenveränderung

Übergeordnete Ansätze

Beschreibung

Seit dem Jahr 2010 gilt in Deutschland der gesetzliche Grenzwert nach dem BundesImmissions-schutzgesetz (BImschG) in Höhe von 40 µg/m^3 NO_2 als Jahresmittelwert.

Dieser Grenzwert wird in vielen Kommunen, so auch in Bochum, überschritten. Hinzu kommt, dass seit dem Jahr 2015 bekannt ist, dass bestimmte Dieselmotoren im Realbetrieb deutlich mehr Stick-oxide emittieren, als zulässig. In der Folge werden seither Fahrverbote für Diesel-PKW in Erwägung gezogen. In Hamburg sind bereits entsprechende Verbote ausgesprochen worden.

Diese Entwicklung hat in den Jahren nach 2015 zu einem veränderten Kaufverhalten beim Neuwa-gengeschäft geführt. Hier ist bereits seit dem Jahr 2014 ein Rückgang von Neuzulassungen an Diesel-PKW zu erkennen. So lag der Anteil der Neuzulassungen an Diesel-PKW 2014 bei rund 48% und ist bis 2017 auf rund 40 % gesunken und sank auf 32,3 Prozent im Jahr 2018. Die Käufer weichen weit überwiegend auf Benzinmotoren aus. Im Gebrauchtwagengeschäft sind die Veränderungen noch deutlicher zu spüren.

Durch die Überlegungen zu weiteren Fahrverboten in Innenstädten ist damit zu rechnen, dass die Anzahl der Neuzulassungen von Diesel-Pkws auch in Zukunft weiter zurückgehen werden. Wie diese Entwicklung tatsächlich verlaufen wird, ist derzeit nicht abzusehen. Man kann aber davon ausgehen, dass es durch diese Flottenveränderung zu einer, wenn auch geringfügigen, aber kontinuierlichen Reduktion der NO_2-Belastung kommt. Auch Aussagen, ob diese Entwicklung der Reduktion linear ist oder nicht, können nicht getroffen werden.

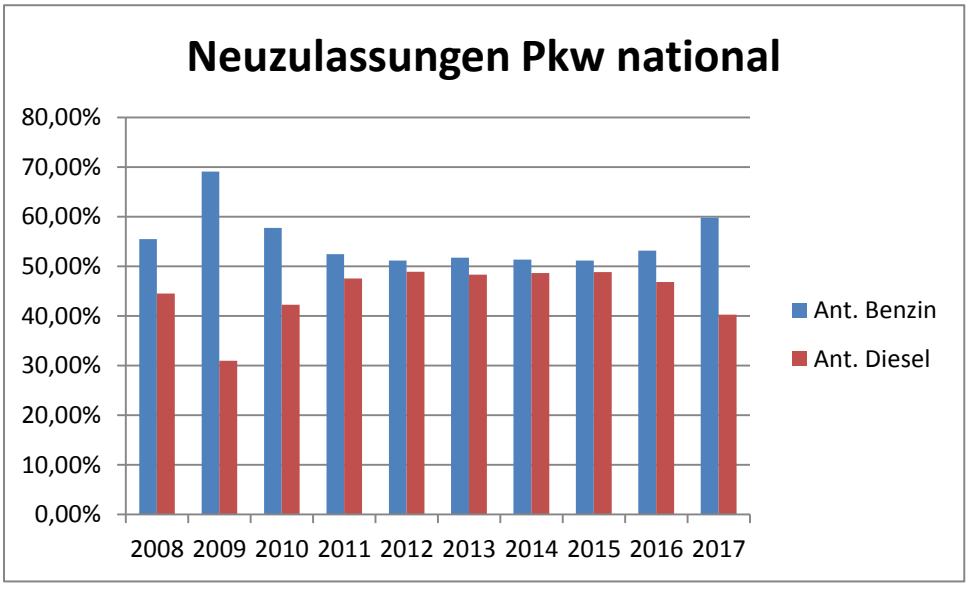


Abbildung 17: Neuzulassungen PKW national

Quelle: KBA

Auf diese Entwicklung kann durch zusätzliche Maßnahmen eingewirkt werden, die eine Beschleunigung hervorrufen. Um die gewünschte Reduktion der NO_2-Beslastung in Bochum zu erreichen, ist die Entwicklung des Rückgangs der Diesel-PKW allein nicht ausreichend bzw. würde sich über mindestens 15 Jahre hinziehen.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Da der Diesel-Pkw die Hauptquelle für Stickoxid in den Innerstädten ist (trägt mit rund 70 Prozent zur Stickstoffdioxid-Belastung bei) erhöht sich durch den Rückgang des Anteils von Diesel-Pkws die Luftqualität in den Innenstädten. Die Veränderung der Dieselanteile in der Fahrzeugflotte trägt zu einer Verbesserung der NOx-Problematik bei.

Anteil der Diesel-Pkws an der nationalen Flottenzusammensatzung.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Die Neu- und Gebrauchtwagenkunden.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Deutschlands Fahrzeugflotte ist im Schnitt fast rund 9,5 Jahre alt. Bis die neueste Dieseltechnik in der Breite auf den Straßen fährt, dauert es noch einige Jahre. Die Wirkungen die durch das Nachlassen des Neuwagengeschäfts mit Diesel-PKW und die Kaufzurückhaltung bei den gebrauchten Diesel PKW zu verzeichnen ist, wird pro Jahr etwa 2% Verbesserung der NOx Emissionen bewirken.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Ein in der Dimension einmaliger Vorgang.

Fördermöglichkeiten

Umweltbonus bei Anschaffung Elektrofahrzeug.

Für Privatkunden Umweltprämien einiger Automobil-Hersteller zwischen 1.000 € und 10.000 € - abhängig von Neuwagenpreis. Nicht alle Hersteller mit Angebot; im Detail höchst unterschiedliche Ausgestaltung (keine Verschrottung der Altfahrzeuge in jedem Fall).

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Bis zu 2% der Emission p.a	N.N.	N.N.

ID 40 ANDERE Softwareupdates

Softwareupdates

Übergeordnete Ansätze

Beschreibung

Im Jahr 2015 wurde bekannt, dass bestimmte Dieselmotoren per Software so manipuliert waren, dass der Ausstoß von Stickoxid im Abgas unter bestimmten Bedingungen verringert war, so dass die Autos zwar den Vorschriften auf dem Prüfstand genügten, im Realbetrieb aber deutlich mehr Stickoxide emittierten. Betroffen waren zunächst primär Motoren und Fahrzeuge des Volkswagen Konzerns. Später stellte sich dann heraus, dass weitere Hersteller ähnliche sogenannte Abschalteinrichtungen in ihre Fahrzeuge verbaut hatten.

Aufgrund dieser Abgasmanipulationen hatten die deutschen Automobilhersteller VW, BMW, Daimler und Opel im August 2017 unter Druck der Politik und Öffentlichkeit zugesagt, rund 5,3 Millionen ihrer Diesel-Fahrzeuge mit einer neuen Software auszustatten. Die durchschnittliche Stickoxidbelastung sollte so um etwa 25 bis 30 Prozent verringert werden. Dies betrifft vor allem Fahrzeuge der Euro Norm 5 und 6. Bis März 2018 sollen rund 2,5 Millionen Pkw eine neue Software erhalten haben.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Das Bundesumweltministerium hält die Softwareupdates nicht für ausreichend und hält Hardwarenachrüstungen direkt am Motor für notwendig, um die für Pkw geltenden gesetzlichen Grenzwerte einzuhalten. Das Umweltbundesamt ist der Auffassung, dass die Updates und die zu erwartende Erneuerung der Dieselflotte nur an wenigen Orten mit Grenzwertüberschreitungen unmittelbar zur Einhaltung der Grenzwerte führen werden.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Die Autoindustrie, ggf. der Gesetzgeber, der über Verordnungen und Gesetze die Nachbesserung und die Standards der Nachbesserung definiert.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Sofort, der Wirkungseintritt lokal ist umstritten.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Ein in der Dimension einmaliger Vorgang.

Fördermöglichkeiten

Irrelevant, die Updates sind für die Kunden kostenlos.

Minderung NOx	*Minderung CO2*	*Kosten*
Umstritten, ggf. bis zu 30% der Emission der jeweiligen PKW.	N.N.	Keine für Kunden.

ID 41 ANDERE Hardwareupdates

Hardwareupdates

Übergeordnete Ansätze

Beschreibung

Im Jahr 2015 wurde bekannt, dass bestimmte Dieselmotoren per Software so manipuliert waren, dass der Ausstoß von Stickoxid im Abgas unter bestimmten Bedingungen verringert war, so dass die Autos zwar den Vorschriften auf dem Prüfstand genügten, im Realbetrieb aber deutlich mehr Stickoxide emittierten. Betroffen waren zunächst primär Motoren und Fahrzeuge des Volkswagen Konzerns. Später stellte sich dann heraus, dass weitere Hersteller ähnliche sogenannte Abschalteinrichtungen in ihre Fahrzeuge verbaut hatten.

Aufgrund dieser Abgasmanipulationen hatten die deutschen Automobilhersteller VW, BMW, Daimler und Opel im August 2017 unter Druck der Politik und Öffentlichkeit zugesagt, rund 5,3 Millionen ihrer Diesel-Fahrzeuge mit einer neuen Software auszustatten.

Die Wirksamkeit dieser Softwareupdates wird aber angezweifelt. Nachrüstungen von SCR-Katalysatoren in Kombination mit einer Harnstoffeinspritzung, das ist technisch erwiesen, könnten die Emissionen bedeutend verringern. SCR-Systeme können die Stickoxide um 99 Prozent auf dem Prüfstand und um 94 Prozent unter realen Bedingungen auf der Straße reduzieren. So wäre auch nachträglich eine Euro-6-Einstufung von Euro 5 und ggf. sogar von Euro 4 Fahrzeugen möglich.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Da weder die reale Einführung noch der dann noch zu erwartende Umfang der Maßnahme klar ist, bleibt dies völlig unklar.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Die Autoindustrie, ggf. der Gesetzgeber, der über Verordnungen und Gesetze die Nachbesserung und die Standards der Nachbesserung definiert.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Unklare zeitliche Dimension, da noch keine Realisierung geplant. Die Entwicklung und die Genehmigungsprozesse für die technischen Nachrüstsysteme würden aber wohl mehrere Jahre dauern.

Dementsprechend ist der Wirkungseintritt ebenfalls unklar.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen
Ein in der Dimension einmaliger Vorgang.
Fördermöglichkeiten
Bisher keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Über 94 % der Emission der jeweiligen PKW.	Keine.	Bis zu 3.000 - 5.000€ pro Fahrzeug.

ID 42 ANDERE Entgeltfreier ÖV

Entgeltfreier ÖV Übergeordnete Ansätze – ÖPNV – außerhalb der Einflussmacht der Kommune
Beschreibung

Eine tarifliche Maßnahme ist die gänzliche Freigabe des ÖPNV ohne weitere Tarifierung. Im Gegenzug zum anderweitig ausgeführten Bürgerticket wird hier die finanzielle Verantwortung vollumfänglich in öffentlicher Hand gesehen. Die Mittel wären somit ganz allgemein über die jeweiligen Haushalte zu erbringen.

Im Zuge der jüngsten öffentlichen Diskussion verwies der Branchenverband der deutschen Verkehrsunternehmen (VDV) auf Fahrgeldeinnahmen von rund 12 Mrd. €, die es dann anderweitig zu decken gälte. Die Diskussionen und das Prozedere um die jüngsten Anpassungen zur ÖPNV-Finanzierung (SPNV-Regionalisierungsmittel, GVFG) erwecken noch nicht den Eindruck einer gesteigerten Finanzierungsbereitschaft.

Im Zuge der Maßnahme wären effektive Ansätze zur Skalierbarkeit der ÖPNV-Nachfrage zu entwickeln. Städtische ÖPNV-Systeme sind derzeit flächig kaum in der Lage, weitere Spitzenlastkapazitäten bereitzustellen. Zudem erforderte dies einen mehrjährigen Vorlauf (zur Beschaffung von Material und Personal). Eine pauschal freie Nutzung verschärft diese Problematik.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die Bereitstellung einer individuell kostenfreien Mobilitätsoption folgt dem Ziel einer Verlagerung von Pkw auf den ÖPNV. Zu berücksichtigen ist, dass aufgrund der empirisch höheren Laufleistungen von Diesel-Pkw eine ausschließliche Freigabe des städtischen ÖPNV womöglich nicht reichte, um durchschnittlich längere Distanzen der Diesel-Pkw zu verlagern. Mit Bezug auf die aktuelle NOx-Problematik wäre somit auch die Freigabe des SPNV innerhalb der Verbünde in Erwägung zu ziehen.

Die Wirksamkeit der Maßnahme spiegelt sich im Modal Split wider und lässt sich anhand veränderter Wegeanteile der einzelnen Verkehrsmittel ablesen.

Da gesamtstädtische Verkehrserhebungen der Kosten wegen nur periodisch alle sieben bis zehn Jahre durchgeführt werden, können kurzfristig weitere Indikatoren zur näherungsweisen Erfolgsmessung herangezogen werden. Hier bieten sich Kennziffern zum Pkw-Besatz an (Pkw pro 1000 Einwohner, Anzahl Haushalte ohne Pkw) oder zur Intensität der ÖPNV-Nutzung (Fahrgäste pro Jahr, jährliche Fahrten pro Einwohner).

Der Beitrag zur NOx-Reduktion lässt sich nur über zugrunde liegende Durchschnittswerte pauschal ermitteln.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

In letzter Instanz obliegt die Umsetzung der Maßnahme politisch und haushälterisch den Kommunen und operativ den jeweiligen Verkehrsunternehmen. Aufgrund des weitreichenden Charakters sind zuvor grundlegende Fragen auf höheren politischen Ebenen zu klären.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Angesichts unterschiedlicher ungeklärter Fragen weist die Maßnahme einen langfristigen Wirkungshorizont auf.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Die Stadt Augsburg plant, die Nutzung des ÖPNV innerhalb des Innenstadtbereichs zwischen einigen Haltestellen freizugeben und deckt resultierende Einnahmenausfälle über den kommunalen Haushalt. Zur Erhöhung der Reichweite der Maßnahme wird auf die Kombinierbarkeit dieses Angebotes mit dem bestehenden Kurzstrecken-Ticket verwiesen.

Einzelne internationale Fallbeispiele konnten die Erwartungen nicht alle erfüllen, insbesondere die gewünschte Verlagerungswirkung von MIV-Fahrten. Stärkere Verschiebungen innerhalb des Umweltverbundes (vormals Wege per Fuß/Rad). Bei eingeschränkter Vergleichbarkeit deckt sich dies mit Analysen zu Nutzerbewertungen der Verkehrsmittel bei vorhandenem Semesterticket.

Fördermöglichkeiten

Keine.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig von den tatsächlichen Auswirkungen auf den Modal-Split.	Abhängig von den tatsächlichen Auswirkungen auf den Modal-Split.	In Anlehnung an lokale Fahrgeldeinnahmen / Beförderungsleistungen.

ID 43 ANDERE Bürgerticket

Bürgerticket

Übergeordnete Ansätze – ÖPNV – außerhalb der Einflussmacht der Kommune

Beschreibung

Es werden bereits seit längerem alternative Ansätze zur Finanzierung des ÖPNV diskutiert. Diese dringende Notwendigkeit ergibt sich daraus, dass einerseits die Produktionskosten stetig steigen (Tarifabschlüsse, Energiekosten) und diese Steigerungsraten in der Vergangenheit regelmäßig auch die allgemeine Inflationsrate überstiegen. Gleichzeitig können diese Kostensteigerungen nur bedingt weitergegeben werden, da beispielsweise vielerorts sich Einzelfahrscheine bereits im Bereich „psychologischer Preisschwellen" befinden (z.B. fast 3 € für eine innerstädtische Einzelfahrt). Somit werden Preissteigerungen häufig verstärkt an Stammkunden weitergegeben.

Ein Bürgerticket folgt der Logik von Semestertickets, die unabhängig von der tatsächlichen individuellen Nutzung über gemittelte pauschale Pro-Kopf-Umlagen finanziert werden. Hier sind im Detail weitere Differenzierungen möglich – z.B. kann auch nur eine anteilige Finanzierung über diese Umlage erfolgen, während eine vollumfängliche Nutzung (also auch zu Spitzenzeiten) erst gegen Erwerb eines weiteren, jedoch weiterhin vergleichsweise günstigen, Tickets möglich ist. Ein zeitlich eingeschränkter Zugang ohne Erwerb des Tickets bietet den Vorteil, dass auch ggf. Nicht-Kunden im Freizeitverkehr und außerhalb der Spitzenlastzeiten einen Anreiz zur verstärkten Nutzung erhielten.

Um gleichzeitig den Verwaltungsaufwand begrenzt zu halten, wird häufig die Grundsteuer als eine einfache Bemessungsgrundlage herangezogen. Ein sachlogischer Zusammenhang wird dadurch hergestellt, dass eine gute (und öffentlich teilfinanzierte) ÖPNV-Anbindung sich wertsteigernd auf Gebäude auswirkt.
In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass das Bundesverfassungsgericht erst jüngst ohnehin eine Überarbeitung der Grundsteuer angemahnt hat, da deren Bemessungsgrundlage die Realität und städtisch-ländliche Differenzen nicht korrekt widerspiegelt. Dieser Vorgang trifft zeitlich auf eine Phase hoher Mietsteigerungen, bis hin zu lokal überhitzten Mietwohnungsmärkten. Da dieser Problematik zunächst politisch zögerlich begegnet wurde, erscheinen weitere Belastung in diesem argumentativen Zusammenhang aktuell schwierig.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Ja nach Höhe der Umlage können auch Angebotsausweitung im ÖPNV realisiert werden, die wiederum nötig wären, um auch in den Spitzenlastphasen weitere Kapazitäten zu schaffen.

Die Wirksamkeit der Maßnahme spiegelt sich im Modal-Split wider und lässt sich anhand veränderter Wegeanteile der einzelnen Verkehrsmittel ablesen.

Da gesamtstädtische Verkehrserhebungen der Kosten wegen nur periodisch alle sieben bis zehn Jahre durchgeführt werden, können kurzfristig weitere Indikatoren zur näherungsweisen Erfolgsmessung herangezogen werden. Hier bieten sich Kennziffern zum Pkw-Besatz an (Pkw pro 1000 Einwohner, Anzahl Haushalte ohne Pkw) oder zur Intensität der ÖPNV-Nutzung (Fahrgäste pro Jahr,

jährliche Fahrten pro Einwohner).

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Zahlreiche Akteure sind zu beteiligen. Allen voran muss der Verkehrsverbund die tariflichen Auswirkungen darstellen. Die Kommunen müssen die Abgabe über Satzungen regeln, wozu sie einer gesetzlichen Ermächtigung bedürfen.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Maßnahme ist angesichts der Menge zu beteiligender Akteure, des erforderlichen politischen Konsens auf unterschiedlichsten Ebenen sowie der aktuell angespannten Situation innerstädtischen Wohnens allenfalls langfristig denkbar.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Bei Semestertickets ist das Grundprinzip eines umlagefinanzierten, allgemeinen ÖPNV-Tickets bereits realisiert.

Fördermöglichkeiten

Wären nicht erforderlich.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig von den tatsächlichen Auswirkungen auf den Modal-Split.	Abhängig von den tatsächlichen Auswirkungen auf den Modal-Split.	Würden umgelegt auf die Allgemeinheit.

ID 44 ANDERE Betriebliches Mobilitätsmanagement (BMM)

Betriebliches Mobilitätsmanagement (BMM)

Übergeordnete Ansätze – Vermeidung

Beschreibung

Mit dem Ansatz des Betrieblichen Mobilitätsmanagements (BMM) erarbeiten Unternehmen und öffentliche Arbeitgeber Mobilitätskonzepte für ihre Arbeitsplatzstandorte, die dazu beitragen, KfZ-Verkehre auf andere Verkehrsträger zu verlagern. Da Unternehmen in der Thematik zurückhalten sind (teils keine Wahrnehmung als relevantes Handlungsfeld), existieren vielerortes Initiativen durch Kommunen oder Verkehrsverbünde, um dieses Angebot zu fördern (häufig in Kooperation mit Planungs- und Beratungsbüros). Die möglichen Ansätze die hierbei verfolgt werden können, sind vielfältig. Entsprechend stellt BMM einen starken Hebel für Veränderungen dar, da einerseits der Berufsverkehr durch überdurchschnittliche MIV-Anteile geprägt und andererseits die Zielgruppen Gelegenheit erhalten, sich in vertrauter Umgebung auch testweise mit neuen Angeboten auseinanderzusetzen.

Telearbeit

Mit Hilfe regelmäßiger Home-Office-Arbeitszeiten werden Fahrten eingespart, die vor allem dann, wenn Arbeitnehmer mit dem eigenen Pkw zur Arbeit fahren, auch Emissionen sparen. Dabei ist die sogenannte alternierende Telearbeit im betrieblichen Alltag umsetzbar. Hierbei besteht eine Mischung aus Präsenz- und Home-Office-Zeiten, sodass soziale Kontakte und damit auch der direkte Austausch (samt Zugang zu latenten Informationen) bestehen bleiben. Durch ausbleibende Fahrten kann der Verkehr in Spitzenzeiten etwas reduziert werden, wodurch sich der Verkehrsfluss auf den Pendlerstrecken verbessert. Allerdings muss auch erwähnt werden, dass sich die Telearbeit in den letzten Jahren längst nicht so stark entwickelt hat, wie seit längerem prognostiziert. Die Gesamt-Ökobilanz der (alternierenden) Telearbeit ist nicht zwangsläufig positiv. Teils mögen weiterhin Alltagswege anfallen, die zuvor in Verbindung mit dem Arbeitsweg erfolgten.

ÖPNV

Jobtickets und Zeitkarten, die mindestens teilweise vom Arbeitgeber mitfinanziert werden, sind ein ganz typisches Element des BMM. Durch diese Maßnahme wird die lokale ÖPNV-Nachfrage gestärkt und es lassen neben Emissionen z.B. auch örtliche Pkw-Stellflächen einsparen.

Die Koordination von Arbeitsanfangszeiten bei Schichtbetrieben oder die Nutzung von Gleitzeitregelungen stellen einen kostengünstigen Ansatz dar, die Spitzenlasten im ÖPNV zu entzerren. Ersteres gilt auch für Schulanfangs- und endzeiten.

RAD

Der Umstieg auf Fahrrad oder Pedelec kann mit Hilfe attraktiver Radwege zum Unternehmen, geeigneten Abstellanlagen und Dusch-/Umkleidemöglichkeiten im Unternehmen gefördert werden. Da die Dienstwagenregelung über Leasing-Angebote inzwischen auch auf Fahrräder anwendbar ist, besteht hiermit in vergünstigter Zugang zu hochwertigen Pendlerrädern Mitfahrbörsen (Ausnahme sind Angestellte nach TVÖD).

Auch unternehmensinterne Mitfahrbörsen sind bei entsprechender Betriebsgröße denkbar. Hierfür können am Firmengelände privilegierte Parkmöglichkeiten geschaffen werden. Verschiedene technische Lösungen bestehen bereits am Markt. Darüber hinaus kann Car-Sharing für Dienstwege genutzt werden. Besteht ein eigener Fuhrpark, ist dessen teilweise Freigabe zur privaten Nutzung durch Mitarbeiter denkbar (betriebliches Car-Sharing).

Für alle Angebote gilt, dass sie regelmäßig über Aktionen und Wettbewerbe beworben werden sollten.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Durch ausbleibende oder verlagerte Arbeitswege werden NO_x-Emissionen eingespart. In Unternehmen mit vielen Mitarbeitern und/oder vielen Fahrten ergibt sich durch ein effektives Management ein hohes Einsparpotenzial an Emissionen.

Die Berechnung der Einsparungen kann über den Anteil der Mitarbeiter, die an BMM-Programmen

teilnehmen bzw. diese nutzen, leicht quantifiziert werden.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Die Maßnahme muss durch die jeweiligen Unternehmen selbst umgesetzt werden, in der Regel zumindest initial durch externe Begleitung, fortlaufend durch gewisse eigene Initiative. Sie kann durch gezielte Ansprachen gefördert werden. Andernorts Verkehrsverbünde als koordinierende Stelle.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Die Initiierung von BMM-Angeboten kann jederzeit erfolgen. Wirkungseintritt nach gewisser Vorlaufzeit, Art und Umfang der Maßnahmen.

Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Universitätsklinikum Freiburg. Mitteldeutscher Verkehrsverbund.

Fördermöglichkeiten

In der Vergangenheit Mobil.Pro.Fit und mobil gewinnt, auch mit örtlichen Teilnehmern.

Minderung NOx	***Minderung CO2***	***Kosten***
Abhängig von Angeboten und Mitarbeiter-Beteiligung	Abhängig von Angeboten und Mitarbeiter-Beteiligung	Exemplarisch: 65.000 € als jährliche Basis für eine koordinierende Vollzeitstelle

ID 45 ANDERE Erhöhung der Energiesteuer für Kfz

Erhöhung der Energiesteuer für Kfz

Übergeordnete Ansätze – ÖPNV/MIV

Beschreibung

Im Zusammenhang mit Mobilität kommt den Treibstoffen eine immens hohe Bedeutung zu. In der aktuellen Situation mit bestehenden Steuervergünstigungen für Dieselkraftstoff wird dabei eine umwelt- und gesundheitsschädliche Technologie mit Wettbewerbsvorteilen ausgestattet, die auch den Bestrebungen der Luftreinhalteplanung entgegenstehen. Dabei kann bereits vor der Nutzung der Kraftfahrzeuge mit entsprechendem Kraftstoff auf das Kaufverhalten eingewirkt werden. Durch die Erhöhung der Energiesteuer für Kfz würde zum einen die Attraktivität des MIV für die einzelnen Nutzer sinken, zum anderen kann stattdessen der Zugang zur ÖPNV-Nutzung erleichtert werden. Eine entsprechende Lenkungsfunktion durch höhere Kraftstoffpreise wurde 2010 vom UBA in einer Studie nachgewiesen. Grundsätzlich sind zwei Ausführungen dieser Maßnahme denkbar:

Erstens kann sowohl für Diesel- als auch für Benzinkraftstoff die Besteuerung gleichermaßen erhöht werden, so dass die allgemeine Kostenschwelle angehoben wird.

Zweitens kann aber mit auf die Luftreinhaltung konzentriertem Blick auch eine differenzierte Steuererhöhung vorgenommen werden. Aufgrund ihres größeren Einflusses auf die Luftqualität kann dabei die Dieselsteuer stärker angehoben werden als die Benzinbesteuerung. Damit wird die Auswirkung der Maßnahme vor allem die Besitzer von Dieselfahrzeugen treffen bzw. die zukünftige Kauf-Attraktivität dieser Fahrzeuge beeinträchtigen, was spätestens mittel- oder langfristig durch eine veränderte Flottenzusammensetzung zur verbesserten Luftqualität beitragen wird.

Bezug zur Luftreinhaltung und Berechnung

Die Besteuerung hat indirekten Einfluss auf die Flottenzusammensetzung und damit auch auf die Luftreinhaltung, die bei verringertem Diesel-Anteil genauso wie bei Verlagerung von MIV-Anteilen zum ÖPNV durch die sinkenden Feinstaub-Emissionen besser wird. Zur Berechnung dieser Maßnahme kann zum einen der Anteil der verschiedenen Kraftstoffarten herangezogen werden. Zum anderen gibt auch die Relation von MIV zu ÖPNV Aufschluss über die Konsequenzen der Erhöhung der Energiesteuer für Kfz.

Beteiligte und Federführung in Realisierung

Eine entsprechende Gesetzesänderung der Besteuerung liegt in staatlicher Hand.

Fristigkeit der Umsetzung und Wirkungseintritt

Mit Hilfe der Maßnahme kann vor allem mittel- und langfristig nach einer entsprechenden Gesetzesänderung eine positive Wirkung auf die Luftqualität erwartet werden. Die Umsetzung der Maßnahme liegt beim Bund und kann lediglich durch Druck der Kommunen und Umweltverbände for-

<table>
<tr><td colspan="3">ciert werden.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Vergleichsbeispiele und exemplarische Anwendungen

Im europäischen Vergleich liegen die deutschen Steuer-Abgaben im Mittelfeld.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Fördermöglichkeiten

Keine, nicht erforderlich.</td></tr>
<tr><td>Minderung NOx

k.A.</td><td>Minderung CO2

Erhöhung der Steuer auf Benzin um 30 Cent: ca. 9 Mio. t</td><td>Kosten

Keine.</td></tr>
</table>

6 Maßnahmenvorschläge und Wirkungen

Im vorigen Kapitel wurden verkehrsträgerspezifische verkehrliche, nicht-verkehrliche und übergeordnete Maßnahmen aufgelistet, die geeignet sind direkt oder indirekt zu Stickoxidreduktionen im Stadtverkehr beizutragen. Dabei sind viele der Maßnahmen vor allem mittel- bis längerfristig wirksam. Sie können, teils sinnvoll kombiniert oder gebündelt, die Grundlage für einen stadtverträglichen Verkehr schaffen. Die Frage welche Bündelungen und Kombinationen Sinn ergeben und welche der Maßnahmen aus gutachterlicher Sicht welche Priorität besitzen bzw. ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen wird im Folgenden dargestellt.

6.1 Herangehensweise und Berechnungsgrundlagen

Für die folgenden thematischen Maßnahmenbündel wurden Kalkulationen zur potenziellen Reduktion der NOx-Emissionen durchgeführt. Die Maßnahmen wirken innerhalb des Stadtgebietes, lassen sich dort aber nicht weiter verorten. Entsprechend beziehen sich auch die Reduktionswerte nicht auf bestimmte Straßenquerschnitte, sondern werden analog innerhalb des Stadtgebietes insgesamt realisiert.

Im Sinne des Territorialprinzips fußen die Berechnungen allesamt auf Annahmen zur Verkehrsleistung verlagerter Pkw-Fahrten im Binnenverkehr. Die Binnenwege haben einen Anteil von 80% an allen Wegen, sodass die Kalkulationen konservativ angelegt sind und die tatsächliche Reduktionswirkung darüber hinauszugehen vermag. Gleichzeitig deckt der Ansatz Unwägbarkeiten in der Modellierung ab. Insbesondere für den ÖPNV werden im interkommunalen Verkehr höhere Reduktionspotenziale realisierbar sein, die teils außerdem noch dem SPNV zufallen. Diese beiden Aspekte führen dazu, dass die Effekte in der Bilanzierung kaum abgrenzbar sind.

Als Datenquellen dienen die Mobilitätskennziffern der Bochumer Wohnbevölkerung aus der Mobilitätsbefragung „Mobilität in Städten - SrV 2013“ mit selbigem Bezugsjahr, jedoch auf Basis der aktuellen Einwohnerzahl. Sie gibt unter anderem Auskunft über Häufigkeit der Verkehrsmittelwahl und mittlere Wegelängen. Die Schadstoffreduktionen ergeben sich anhand der verlagerten Fahrzeugkilometer nach deren Antriebsart, wobei für die verlagerten Pkw-Wege deren mittlere Wegelänge (von 5,1 km) zugrunde gelegt wurde. Für die lokale Fahrzeugflotte wurde ein proportionales Verhältnis von Diesel- und Benzin-Pkw zugrunde gelegt wurde, das dem nationalen Flottenwert laut Kraftfahrt-Bundesamt entspricht (1/3 Diesel-Pkw, 2/3 Benzin-Pkw), da hier keine detaillierteren Daten vorlagen. Die Häufigkeitsverteilung der Euro-Schadstoffklassen entspricht für Bochum näherungsweise dem nationalen Wert, sodass diese auf die lokale Fahrzeugflotte umgelegt werden (darüber hinaus spielen alternative spielen noch eine vernachlässigbare Größe). Pro Fahrzeugkilometer wurde für Diesel über die Schadstoffklassen Euro 3 - bis 6 hinweg ein Mittelwert von 0,73 g NOx pro Kilometer angenommen. Hier wurde Bezug auf die UBA-Daten genommen, die auch die Grenzwertüberschreitung der jeweiligen Schadstoffklassen berücksichtigen (auch die aktuellen der Euro 6). Wegen des Fokus auf die Diesel-Problematik wurden nur vereinzelt Benzin-Pkw in der Vergangenheit getestet, z.B. durch Motorzeitschriften oder andere Institutionen (ADAC, Hochschule). Die Tests legen nahe, dass die NOx-Grenzwerte in aller Regel eingehalten werden, sodass hier der geltende Grenzwert von 60 Milligramm herangezogen wurde. So für Einzelmaßnahmen exemplarisch davon abweichende Annahmen getroffen werden, sind diese dort ausgeführt.

6.2 Radverkehr

Der Radverkehr erscheint aus mehreren Gründen ganz besonders geeignet, um vergleichsweise schnell wirksame Erfolge in Bochum erzielen zu können.

Zunächst liegt die Regelung des Radverkehrs gänzlich in kommunaler Hand und erfordert interkommunale Abstimmung nur im Falle stadtübergreifender Anschlüsse. Damit ist die Stadt nicht abhängig von anderen Akteuren. Des Weiteren bringt die Stadt Bochum sehr gute Voraussetzungen für den Radverkehr mit, denn große Teile der einwohnerstarken Bezirke befinden sich in bequem erfahrbaren Distanzen von weniger als 5 Kilometern, die Stadt ist insgesamt recht kompakt. Die Siedlungsschwerpunkte ihrerseits sind es ebenfalls. Die Topographie ist über weite Teile des Stadtgebietes relativ eben; die vorhandenen Höhendifferenzen weisen vergleichsweise moderate Steigungen aus. Lediglich die südlichen Gebiete sind gegenüber der Innenstadt höher gelegen – stellen aber auch ohne Pedelec keine unüberwindbaren Hindernisse dar. Die Untersuchung "Mobilität in Städten – SrV" (System repräsentativer Verkehrsbefragungen) weist für Bochum eine mittlere Länge der Pkw-Fahrten im Binnenverkehr von gerade einmal 5,1 km aus – dies sind typische Radverkehrsdistanzen. Die Untersuchung Mobilität in Deutschland (MiD 2008) zeigt außerdem, dass die Hälfte aller Autofahrten unter 5 km lang und das immerhin 23 % aller Autofahrten im Berufsverkehr gar unter 2 km lang sind. Insofern liegt hier gewaltiges klimaschützendes Potential beim Verkehrsträger Fahrrad.

Der derzeitige Radverkehrsanteil von gerade einmal 5,8 % an den zurückgelegten Binnenwegen zeigt deutlich, dass hier große Aktivierungspotenziale bestehen. Andere Städte dieser Größenklasse erreichen Radverkehrsanteile von 10-20 %. So konnte beispielsweise die Stadt Mainz ihren Radverkehrsanteil über acht Jahre hinweg jährlich im Mittel um einen Prozentpunkt erhöhen und kam so von 12 % im Jahr 2009 auf 20 % im Jahr 2017.

Die Auftragsvergabe für ein Radverkehrskonzept (zur Erarbeitung einer gesamtstädtischen Strategie) befindet sich gegenwärtig in der Vorbereitung.

Unabhängig von den genauen Ausgestaltungen des Radverkehrskonzepts können Ad hoc zentrale Maßnahmen vorweggreifend umgesetzt werden, ohne dass dies dem Konzept abträglich ist. Der Maßnahmenplan macht dazu folgende Vorschläge:

- ID 23 RAD Ausbau zentraler Achsen zwischen Stadtteilen und Stadtzentrum
- ID 24 RAD Aufbau radialer Verbindungen der Stadtteile untereinander

Ein solches gut ausgebautes Rückgrat eines kommunalen Radverkehrssytems würde dazu führen, dem Fahrrad innerhalb der Stadt deutliche Reisezeitvorteile gegenüber dem Pkw zu verschaffen. Lücken würden geschlossen und ein konsistentes Netz wäre erkennbar.
Wir halten diese Maßnahme für die wichtigste Radverkehrsmaßnahme, der oberste Priorität eingeräumt werden sollte.
Des Weiteren ist zumindest modellweise die Koppelung mit der Maßnahme

- ID 26 RAD Höhere Standards für Radverkehrsanlagen

sinnvoll. Hier bieten sich die Hauptverkehrsstraßen an, da diese aufgrund ihrer größeren Verkehrsbelastung und ihrer besonderen Bündelungsfunktion für den Radverkehr grundsätzlich höherwertige Angebote rechtfertigen. Außerdem wäre durch ihre Sichtbarkeit und Prominenz so auch ein deutli-

ches strategisches Zeichen dafür gesetzt, dass die Stadt Bochum dem Radverkehr zukünftig einen erheblich höheren Stellwert einzuräumen anstrebt.

Um das nicht nur aus Fördermitteln stemmen zu müssen, sollte über die Maßnahme

- ID 11 MIV Stellplatzablöse umwidmen

nachgedacht werden. Von zentraler strategischer Bedeutung für den Erfolg der Radverkehrsmaßnahmen ist aber die Implementierung und dauerhafte Umsetzung der Maßnahme

- ID 35 KAMPAGNE Alltagsradfahren

erforderlich. Eine solche Kampagne geht weit über reine Information zum Radfahren hinaus und weckt mit vielfältigen Aktionen, lokalen Motiven und Testimonials, kleinen und großen Events die Lust aufs Radfahren und das eben nicht nur am Wochenende zur Pättkestour. Solche Kampagnen sind nicht preiswert. Wenn sie Wirkung entfalten sollen ergeben sich schnell jährliche Budgets von wenigstens 50-100.000€ – zudem muss gewährleistet sein, dass diese Kampagne über mehrere Jahre hinweg intensiv durchgeführt werden kann.

In der Kombination dieser Maßnahmen für den Radverkehr in der Stadt Bochum, liegt das Potential den Radverkehrsanteil von aktuell 5,8% auf 12- 15% in etwa zehn Jahren anzuheben. Dieser Anteil wird anderorts in vergleichbaren Städten bereits erreicht oder gar übertroffen. Dabei werden große Teile des gewonnenen Radverkehrsanteils vom MIV kommen (etwa zwei Drittel des Zuwachses), kleinere allerdings auch vom ÖPNV (etwa ein Drittel). Das sind Erfahrungswerte beim Modal-Shift aus anderen Kommunen. Demnach hat die Umsetzung der Radverkehrsmaßnahmen das Potential den NO_2-Anteil wie folgt zu senken:

Jährliche NO_2-Reduktion durch Radverkehrsmaßnahmen (erreichbar in zehn Jahren) von 21t bis 32t.

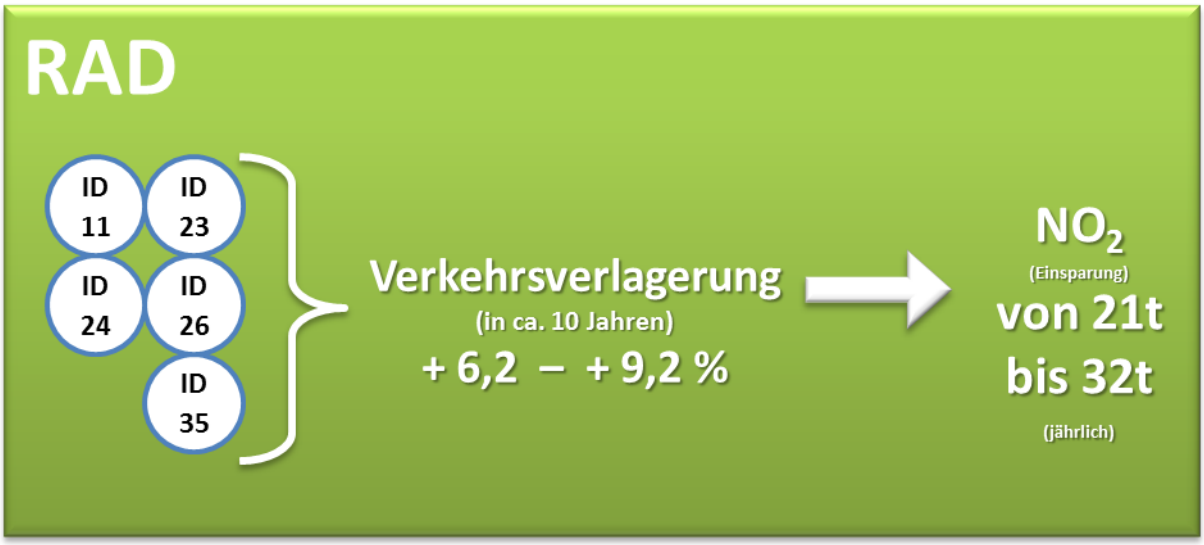


Abbildung 18: NO_2-Reduktion durch Radverkehrsmaßnahmen

6.3 ÖPNV

Beim ÖPNV müssen die, im Verhältnis zum Bundestrend (+6,4% seit 2011), nur mäßig gestiegenen Fahrgastzahlen (+1,2% seit 2011) der BOGESTRA auf. Diese Diskrepanz wirkt angesichts der Veränderungen und Modernisierungen des ÖPNV in den vergangenen Jahren zumindest eigenartig. Allerdings sind hier auch die Nachbarstädte Dortmund und Essen betroffen. Nach den Ursachen kann im Rahmen der Erarbeitung dieses Plans nicht umfassend geforscht werden. Jedoch steht außer Frage, dass die Fahrgastzahlen auch in Bochum gesteigert werden können und sollen.

Im Kontrast dazu stehen die Befunde zur Auslastung des ÖPNV in den Starklastzeiten. Hier sind tatsächlich (wie überall im Ruhrgebiet) die Kapazitäten in den Hauptlastrichtungen erschöpft. Hier könnte nur langfristig mit größeren Fahrzeugen oder dichteren Takten weitere Fahrgastpotentiale abgeschöpft werden; jedoch bestehen hier größere notwendige Vorlaufzeiten zur Beschaffung (Auswahl, Finanzierung, Ausschreibung, Personalgewinnung). Die aktuelle Fortschreibung des Nahverkehrsplans sieht daher größere Umgestaltungen vor, um zunächst durch eine Neugestaltung des Netzes ein attraktiveres Angebot zu schaffen (mitunter durch weitere Direktverbindungen zur Entlastung von Stammlinien). Die anstehenden Maßnahmen zu finanzieren, hängt allerdings von den Zuweisungen ab.

Langfristig fehlen dagegen im Nahverkehrsplan strategische Aussagen zu den Wachstumsperspektiven, um perspektivisch mehr als 16% Anteil am Verkehrsmarkt zu erzielen. Zentraler strategischer Vorschlag des Maßnahmenplans ist

- ID 18 ÖPNV Strategieentwicklung Angebotsausweitungen,

um auf Basis der Evaluation zum neuen Liniennetz weitere Wachstumsperspektiven für den ÖPNV entwickeln zu können. Mittelfristig können auf Basis des neuen Liniennetzes bereits ergänzende Maßnahmen, wie

- ID 16 ÖPNV Autobuspersonenanhänger / Buszug
- ID 19 ÖPNV on demand
- ID 13 ÖPNV Beschleunigung Busspuren

vorgesehen werden. Sie dienen dem punktuellen Umgang mit Spitzenlasten, insbesondere für Schnellbuslinien oder andere stärker nachgefragte Linien (Buszug). Weiterhin bedeuten sie ein neuartiges Angebot, das neue Zielgruppen erschließen könnte (ÖPNV on demand). Busspuren dienen der Sicherung einer steten Angebotsqualität.

Darüber hinaus kann bereits auch kurzfristig der Faktor Elektromobilität Berücksichtigung finden, da die BOGESTRA sich hier bereits in Vorplanung zu der Maßnahme

- ID 15 ÖPNV Einsatz von E-Bussen auf grüner Linie

befindet. Auch tariflich sollten Ergänzungen speziell mit dem Ziel der NO_2-Reduktion erfolgen, hier bietet sich allen voran die Maßnahme

- ID 20 Tarifinnovation / Luftlinientarif

an. Hinzu kommt, mit Abstrichen da vorrangig auch unter werbewirksamen Gesichtspunkten relevant, der Ansatz

- ID 17 ÖPNV Autowrack gegen Ticket 2000.

Ein gezieltes und gut gemachtes betriebliches Mobilitätsmanagement könnte überdies dazu beitragen, gerade den beruflichen Pendelverkehr stärker auf den ÖPNV umzuleiten. Andernorts erachten Verkehrsverbünde und -unternehmen diesen Baustein als so wichtig, dass sie hier selbst tätig werden (z.B. der MDV, als flächengrößter Verkehrsverbund geht aktiv auf die Unternehmen in seinem Bediengebiet zu). Daher ergänzen wir hier die Maßnahme:

- ID 44 ANDERE Betriebliches Mobilitätsmanagement (BMM)

Darüber hinaus sind wir, wie schon beim Radverkehr der Auffassung, dass eine umfassende und appelative positive Imagekampagne unbedingt notwendig ist, um die Verbesserungen des ÖV zu kommunizieren und um neue Fahrgastpotentiale zu aktivieren:

- ID 36 KAMPAGNE Aufwertung des ÖPNV-Stellenwerts

Die Kombination der hier vorgestellten Maßnahmen für die Attraktivierung des ÖPNV in der Stadt Bochum, besitzt das Potential den ÖV-Verkehrsanteil von aktuell 15,7% auf 20 % in etwa zehn Jahren anzuheben, das zeigen Erfahrungen aus anderen deutschen Kontexten. Dabei werden große Teile des gewonnenen ÖV- Verkehrsanteils vom MIV kommen (etwa 90% des Zuwachses), kleinere allerdings auch vom Radverkehr (etwa 10%). Das sind Erfahrungswerte beim Modal-Shift aus anderen Kommunen. Demnach hat die Umsetzung der ÖPNV-Maßnahmen das Potential den NO_2-Anteil wie folgt zu senken:

Jährliche NO_2 Reduktion durch ÖPNV –Maßnahmen (erreichbar in zehn Jahren) von 15t bis ca. 25t.

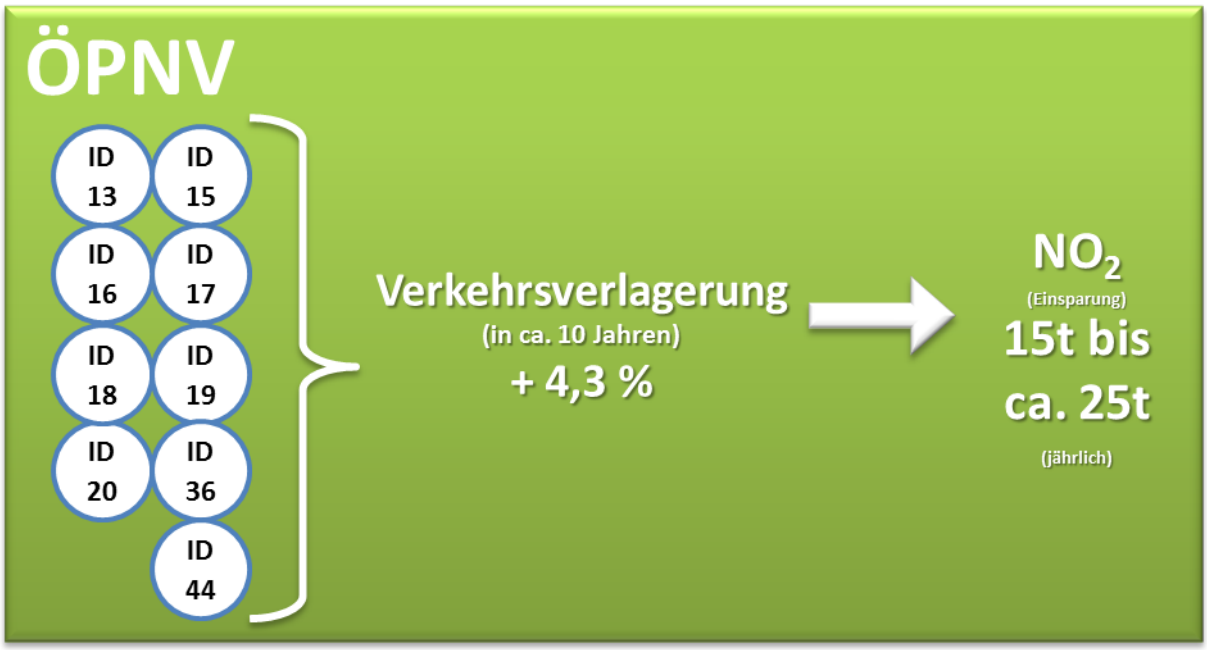


Abbildung 19: NO_2 Reduktion durch ÖPNV –Maßnahmen

6.4 MIV

Hinsichtlich des Individualverkehrs liegt der Schwerpunkt der Maßnahmen deutlich bei regulierenden oder regelnden Maßnahmen. Derzeit ist dabei die Maßnahme

- ID 2 MIV Diesel Fahrverbote

aus bereits im ersten Kapitel geschilderten Erwägungen heraus weder geeignet NO_2 Reduktionen herbei zu führen, noch sozialverträglich. Insofern kann gutachterlich hier nur empfohlen werden, zunächst alle anderen zur Verfügung stehenden Maßnahmen zur NO_2 Reduktion zu prüfen. Ebenso wenig halten wir aktuell die Maßnahme:

- ID 9 MIV Kostenverlagerung City-Maut

für eine realistische mittelfristig umsetzbare Option. Allerdings ist dies langfristig denkbar und dann wahrscheinlich, wenn sich die Nachbarstädte hier anschließen. Andernfalls würde der interkommunale Konkurrenzdruck dies verhindern.

Eine Reihe von Maßnahmen greifen das Thema Verkehrsfluss auf:

- ID 5 MIV Verkehrsregelung Tempo 30 flächendeckend
- ID 7 MIV Beschilderung / Stauinformationstafeln / Telematik
- ID 8 MIV tw. Verlagerung Teilsperrung Herner Str.
- ID 10 MIV Verflüssigung Grüne Welle bei V30 / V40

Diese halten wir größtenteils für mittelfristig erreichbar. Ihre Wirkung auf die NOx Reduktion ist allerdings kaum realistisch abschätzbar.

Weitere Maßnahmen konzentrieren sich auf den ruhenden Verkehr:

- ID 3 MIV P&R
- ID 6 Parkraumreduktion und -bewirtschaftung Innenstadt
- ID 11 MIV ruhender Verkehr Stellplatzablösen zweckgebunden verwenden

Die Philosophie von Park and Ride wird allerdings, auch das zeigen Erfahrungen aus anderen Kontexten vor allem dann funktionieren, wenn die Reisezeitnachteile durch das Brechen der Verkehrswege nicht zu groß ausfallen bzw. die Alternativkosten des Erreichens der Innenstadt (Zeit) und des Parkens in der Innenstadt (Zeit und Kosten) deutlich höher ausfallen. Insofern funktioniert diese Maßnahme dann sehr gut, wenn in der Innenstadt sukzessive und parallel zur Angebotsausweitung des Radverkehrs und des ÖPNV der Parkraum teurer und knapper gemacht wird. Die Verknappung kann auch darüber erreicht werden, in dem gerade in der Innenstadt das Ablösen der Stellplätze vermehrt stattfindet.

Auch diese Maßnahmen sind kaum seriös hinsichtlich ihre NO_2 Reduktion zu bilanzieren.

Absehbar werden in den nächsten Jahren vermehrt Elektroautos zugelassen werden. Allerdings ist die Dynamik in diesem Bereich derzeit sehr überschaubar. Obwohl seit mehreren Jahren dieser Bereich enorm politisch gewollt, unterstützt wird, sind am 01.01.2018 gerade einmal 53.861 Elektroau-

tos in Deutschland zugelassen. Um hier deutlich mehr Dynamik lokal zu erzeugen, halten wir ein kommunales Programm für eine sinnvolle Idee:

- ID 4 MIV Verlagerung E-Autos (5%)

Damit wären am Ende allein in Bochum rd. 9.000 Elektroautos unterwegs. Außerdem halten wir eine

- ID 12 MIV Ausweitung Car-Sharing

für eine sinnvolle Maßnahme, insbesondere um die Effektivität des Stehzeugs Auto deutlich zu steigern.

Die möglicherweise schnellste Veränderung der NO_2 Emissionen ergeben sich aus den Maßnahmen

- ID 39 ANDERE Flottenveränderung
- ID 40 ANDERE Softwareupdates
- ID 41 ANDERE Hardwareupdates

ihre Wirkung indes ist unterschiedlich. Die Veränderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte wird in den kommenden Jahren eine kontinuierliche Verschiebung zunächst vom Dieselantrieb hin zum Benziner ergeben und dann langsam hin zum Elektroanatrieb bzw. der Brennstoffzelle. Wie schnell sich dieser Wechsel vollzieht bzw. welchen Umfang er hat, das ist nicht völlig klar. Aktuell gehen Prognosen davon aus, dass im Jahr 2025 weltweit 15 bis 25 Prozent der neu zugelassenen Pkw einen E-Antrieb haben werden. Berücksichtigt man dabei, dass rd. 64 Millionen Pkw in Deutschland zugelassen sind und dass in den vergangenen Jahren etwa 3,0 bis 3,5 Millionen Autos pro Jahr neu zugelassen wurden und das aktuelle Durchschnittsalter der deutschen Pkw Flotte, das bei rd. 10 Jahren liegt, ist dauert es etwa 20 Jahre, bis sich die Fahrzeugflotte umfassend erneuert. Die durch diese Erneuerung der Fahrzeugflotte ausgelöste Verbesserung der NO_2 Emissionen kann für die nächsten Jahre mit etwa 1-2% Verbesserung pro Jahr geschätzt werden. Eine Abschätzung einer längerfristigen Dynamik hingegen ist kaum möglich.

Die Softwareupdates bei betroffenen Diesel Pkw ist lt. Verlautbarungen der Volkswagen AG für deren Fahrzeuge weitgehend abgeschlossen, da aber ohnehin unklar ist, inwieweit diese Maßnahme wirksam ist, sind hier keine seriösen Abschätzungen möglich.

Hardwareupdates wären wohl hochwirksam, allerdings wird es sie in den nächsten zwei Jahren noch nicht zu kaufen geben. Ob sie danach kommen ist aktuell völlig offen.

Die wirksamste aller Maßnahmen zur allerdings lediglich punktuellen NO_2-Reduktion an der Herner Straße beschreibt das Teilgutachten Verkehrslenkung. Es kommt zu der Diagnose das erst bei einer Kombination aus Temporeduktion auf 30 km/h und der Sperrung einer Fahrspur für den Kfz –Verkehr die Rückgänge der Verkehrsbelastung auf der Herner Straße ausreichend sind, um dort an der Messstation die NO_2-Grenzwerte künftig einzuhalten. Kumuliert ergibt sich auf dem gesamten Teilabschnitt zwischen den Autobahnen eine Reduktion der Verkehrsmenge von rd. 50%. Der besonders sensible nördliche Abschnitt, hier befindet sich die LANUV – Messstation, von der Rensingstraße bis zur Tippelsbergerstraße zeigt Rückgänge von 54% und 56%. Nur im südlichen Bereich werden ganz leichte Zuwächse von 4% bzw. 1% prognostiziert.

Allerdings ist diese recht drakonische Maßnahme eben keine Perspektive für das gesamte Stadtgebiet. Außerdem führt sie selbstverständlich die systemisch sinnvolle Idee der Bündelung von Verkehren auf Hauptverkehrsachsen ad absurdum. Dennoch, im Moment scheint diese Maßnahme die einzige Möglichkeit zu sein, Dieselfahrverboten entkommen zu können.

Die Quantifizierung der MIV – Maßnahmen im Hinblick auf die Reduktion von NO_2 fällt schwer. Eine Reduktion von 5 bis 10% der NO_2 erscheint erreichbar, ggf. aber auch mehr.

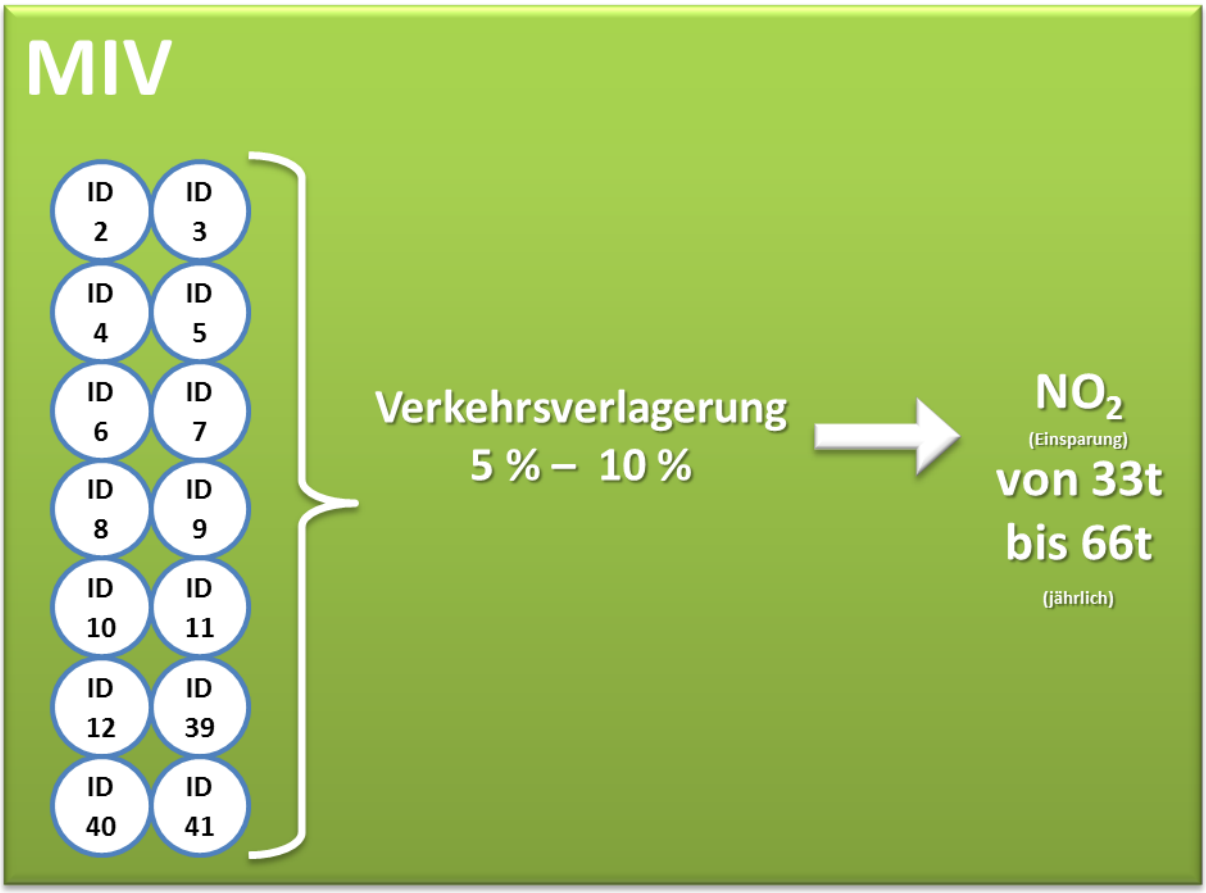


Abbildung 20: NO_2 Reduktion durch MIV - Maßnahmen

6.5 Logistik

Im Bereich der innerstädtischen KEP-Logistik betreibt DHL bereits ein Lager samt einer Flotte von 42 StreetScootern. Als Anbieter mit dem größten Marktanteil ist damit in diesem Segment bereits ein großes Potenzial für lokal emissionsfreie Verkehre ausgeschöpft. Hinzu kommt noch der Logistikstandort von Amazon mit konventioneller Flotte.

- ID 22 EMOBIL Elektrifizierung des innerstädtischen Güterverkehrs

In diesem Sinne scheint die Implementierung des erwähnten Modellprojektes als ein weiterer zielführender Ansatz, auch wenn hier die absoluten Reduktionswerte der Luftschadstoffe gegenüber anderen Maßnahmen deutlich geringer ausfallen. Er schafft auch für weitere KEP-Anbieter die Möglichkeit, ohne eigene größere Investitionen in Infrastruktur Erfahrungen mit dem Einsatz innerstädti-

scher Feinverteilung per Lastenrad zu sammeln. Ein weiterer ressourcenschonender und damit am Ende auch stickoxidsenkender Effekt kann sich über die Bündelung der Transporte im Sinne einer koordinierten „City-Logistik“ ergeben. Zudem lässt sich das Modellprojekt dahingehend evaluieren, ob es künftig für eine weitere Verbreitung geeignet ist und auch andernorts einen erleichterten Einstieg in den stadtweiten Einsatz von Lastenrädern schaffen kann. Die Stadtverwaltung wird nur punktuell in Anspruch genommen, da das Projekt vorrangig durch die WEG begleitet wird.

Auch im Bereich der Logistik ist eine seriöse Einschätzung des Effekts auf die NO_2 Reduktion kaum machbar.

6.6 Sonstige Themen

Viele der anderen erwähnten Maßnahmen liegen außerhalb der Einflussmacht der Stadt Bochum, sie sind hier vor allem nachrichtlich aufgeführt. Eine Maßnahme allerdings entfaltet bei kontinuierlicher Anwendung eine nicht zu unterschätzende Wirkung, dabei handelt es sich um

- ID 44 Andere Mobilitätsmanagement (BMM).

Wird ein BMM systematisch und kontinuierlich durchgeführt, lassen sich im Bereich der betrieblichen Mobilität umfangreiche und wirksame Veränderungen beim Mobilitätsverhalten der Arbeitnehmer und der Arbeitgeber bzw. der betrieblichen Abläufe erreichen.

Eine Einschätzung der Reduktionswirkungen ist allerdings auch hier nicht möglich.

7 Förderungsmöglichkeiten und Förderanträge

Im folgenden Abschnitt sind verschiedene Fördermöglichkeiten aufgeführt. Insgesamt gilt, dass "eine hohe NOx-Belastung" / "erzielbare Effekte zur Reduzierung einer hohen NOx-Belastung" als ein förderrelevantes Kriterium erst im Nachgang des Dieselgipfels (2017) für einige Programme definiert wurde/n. Da die zuvor erörterten Maßnahmen jedoch entweder spezifische Verkehrsträger adressieren (z.B. Radverkehr) oder aber auch andere Luftschadstoffe berücksichtigen (z.B. CO2), kommen darüber hinaus auch weitere Förderprogramme in Betracht, um Maßnahmen zur Luftreinhaltung realisieren zu können.

7.1 Förderprogramme des Bundes und der KfW

Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz GVFG

Seit 1971 unterstützt der Bund die Länder und Kommunen mit finanziellen Mitteln bei der Verbesserung der Verkehrsverhältnisse nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG).Das GVFG ist die Hauptquelle der Finanzierung des ÖPNV. Das Finanzvolumen dieses Fördertopfs wurde jedoch seit 1996 nicht mehr angepasst und in den vergangenen Jahren stand die Zukunft dieses Instruments in Frage. Aktuell ist vorgesehen, das Programm unbefristet fortzuführen. Die Mittel sollen ab dem Jahr 2020 erhöht und in der Folge auch jährlich dynamisiert werden.

Fördermaßnahmen aus dem Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020

Im Zuge des Sofortprogrammes Saubere Luft wurden verschiedene Förderprogramme aufgelegt. Sie bestanden teils bereits vor 2018 und wurden um weitere Förderaufrufe ergänzt, sind zwischenzeitlich aber (fast) allesamt geschlossen bzw. bereits überzeichnet:
Förderprogramm Erneuerbar Mobil (Anschaffung E-Fahrzeuge), Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge.

Teils sind weitere Förderaufrufe geplant (explizit für die letztgenannte Richtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge), jedoch noch keine weiteren Zeiträume kommuniziert.

Die Förderrichtlinie Elektromobilität (Anschaffung E-Fahrzeuge vorrangig für Kommunen) steht aktuell nur noch im August 2018 für Anträge offen. Gleiches gilt für die Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme (vorrangig Datenerfassung und -verarbeitung).

Umweltbonus (BAFA)

Die Richtlinie fördert die Anschaffung Elektrofahrzeugen (Batterie/Brennstoffzelle) sowie von Hybridfahrzeugen mit 4.000 € bzw. 3.000 € durch Kauf oder Leasing. Das Programm zeichnet sich durch seinen weitreichenden Adressatenkreis aus, der Privatpersonen, Unternehmen und weitere Institutionen umfasst (Vereine, Stiftungen). Die Richtlinie gilt noch bis zum 30.06.2019.

Förderrichtlinie Anschaffung Elektrobusse (BMU)

Das Bundesumweltministerium fördert die Anschaffung von Elektrobussen mit bis zu 80% der Investitionsmehrkosten, die BOGESTRA greift bereits darauf zurück. Gegenwärtig sind keine Einreichungen möglich; die Förderrichtlinie besteht noch bis Ende 2021, sodass womöglich weitere Förderaufrufe folgen. Derweil fördert das Land NRW mit einem ähnlichen Schema bis zu 60% der Investitionsmehrkosten.

Förderprogramm Kommunalrichtlinie (NKI)

Im Zuge des Förderprogrammes der Nationalen Klimaschutzinitiative sind investive Maßnahmen zur nachhaltigen Mobilität förderfähig. Relevante Fördertatbestände sind die Einrichtung von Mobilitätsstationen (Verknüpfung unterschiedlicher Verkehrsträger), Radabstellanlagen (gilt auch für Kitas, Schulen und gemeinnützige Einrichtungen der Kinder-/Jugendhilfe) und verkehrliche Anlagen für den Radverkehr. Unter letzterem Aspekt sind sowohl größere Volumina (Radwege/Radschnellwege) wie auch kleinere Maßnahmen realisierbar (Fahrradstraßen).

Der Förderzuschuss beträgt bis zu 50% (bei einer Bagatellgrenze von 10.000 €; zudem sind Ingenieurdienstleistungen förderfähig bis zu 5% der Investitionssumme) und kann jeweils im ersten und dritten Quartal eingereicht werden. Da das Förderprogramm nur noch bis Ende 2019 läuft, werden sich eher noch Maßnahmen überschaubaren Umfangs hierüber realisieren lassen.

Kleinserien-Richtlinie (Förderung Schwerlastfahrräder)

Im Zuge der Richtlinie sind Schwerlasträder förderfähig mit 30% der Anschaffungskosten (bis zu 2.500 € pro Fahrrad). Neben Kommunen und andere öffentlichen Einrichtungen richtet es sich explizit auch an private Unternehmen. Die Antragstellung ist noch bis Ende 2018 möglich.

Nationale Klimaschutzinitiative (BMU)

Über die NKI werden regelmäßig Förderprogramme aufgelegt, die mitunter auch eine Förderung von Maßnahmen des Green City Plans ermöglichen – hier insbesondere zum Thema Nahmobilität (Rad-&Fußverkehr). Aktuell sind keine weiteren Förderprogramme offen, gegebenenfalls werden für geschlossene Programme künftig weitere Antragsfristen kommuniziert.

KfW Umweltprogramm

Die KfW ermöglicht im Zuge ihres Umweltprogrammes für gewerbliche Nutzer und Selbständige die Finanzierung von Ladeinfrastruktur und Elektrofahrzeugen. Die Finanzierung kann ohne Eigenanteile erfolgen.

Radwege an Bundesstraßen

Der Bund finanziert Radwege entlang von Bundesstraßen. Jene auf Bochumer Stadtgebiet sind bereits mit Radverkehrsanlagen versehen, bzw. soll im Zuge eines Förderwettbewerbs eine Alternativroute entwickelt werden.

7.2 Förderprogramme des Landes und Landesbank - Elektromobilität

Sofortprogramm Elektromobilität - Elektromobilität in Kommunen

Die Zuschussförderung richtet sich ausschließlich an Kommunen. Förderfähig sind Beratungsleistungen (Flottenmanagement, Umstellung Fuhrpark mit bis zu 80% der Kosten), Ladeinfrastruktur (mit bis zu 80% der Kosten) und Neufahrzeuge (mit bis zu 40-60% der Kosten). Zu berücksichtigen ist, dass die Fördertatbestände ausschließlich der Erfüllung hoheitlicher Aufgaben der Kommunen (in beihilfefreien und nicht wirtschaftlich tätigen Bereichen) dienen dürfen. Dies impliziert beispielsweise, dass Ladepunkte nicht öffentlich zugänglich sein dürfen (also auf einem Betriebsgelände vorgehalten werden oder im halb-/öffentlichen Raum über einen Anfahrschutz zu sichern sind).

Die künftige Anschaffung von E-Fahrzeugen ist erklärtes Ziel der Stadt Bochum, das über die vorliegenden Fördertatbestände unterstützt wird. Förderfähig sind dabei noch nicht begonnene Maßnahmen, sodass im Zuge weiterer Konkretisierungen Förderanträge rechtzeitig zu stellen sind.

Im Prozessverlauf des Green City Plans wurden im Kontext der kommunalen Flotte auch Themen wie betriebliches Car-Sharing (private Nutzung durch Mitarbeiter) oder gar ein öffentlich Zugriff auf die Fahrzeuge (außerhalb der Dienstzeiten) diskutiert. Dies geschah unter dem Ziel Anreize zur Abschaffung privater Pkw zu schaffen bzw. der E-Mobilität per Pkw eine größere Reichweite zu verschaffen. Dieser Zielkonflikt ist mit der engeren Auslegung der Förderrichtlinie abzuwägen, sodass diese ggf. nicht für die gesamte Fahrzeugflotte in Frage kommt.

Sofortprogramm Elektromobilität - Private und öffentliche Ladepunkte/-säulen

Weiterhin ist über das Programm die Förderung von Ladeinfrastruktur auch für Privathaushalte und Unternehmen möglich. Im ersteren Fall sind bis zu 50% (max. 1.000 €) für private Ladepunkte 20.11.2018 förderfähig.
Die Einreichungsfrist für Unternehmen ist verstrichen, ggf. folgen weitere Aufrufe. Hier sind neben den Ladepunkten auch Netzanschlüsse förderfähig. Die Förderhöhen betragen 40%, wenn stets ein öffentlicher Zugang gewährleistet ist, ansonsten 20%.

Die Einreichungsfrist ist verlängert zum 20.11.2018.

Darlehen NRW.BANK.Elektromobilität

Für Kommunen, aber vor allem auch Unternehmen fördert die Landesbank die Beschaffung von E-Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur über Darlehen. Der aktuelle Zinssatz beträgt aktuell bonitätsabhängig 1-7,4%. Interessant ist, dass die Finanzierung in Gänze und ohne Eigenanteil förderbar ist.

7.3 Förderprogramme des Landes und Landesbank – Nahmobilität

Gesetz über den öffentlichen Personennahverkehr in Nordrhein-Westfalen (ÖPNVG NRW)

Die aktuell gültige Form des Gesetzes über den öffentlichen Personennahverkehr in Nordrhein-Westfalen (ÖPNVG NRW), ist am 1. Januar 2008 in Kraft getreten ist. In dieser Novellierung hat das Land die Organisation und Förderung des ÖPNV umfassend neu geordnet und vor allem den Kommunen mehr Verantwortung übertragen und gleichzeitig die Vorgaben des Landes reduziert. Sofern überregionale Belange und Aufgaben betroffen sind, geht die Verantwortung auf die Gemeindeverbände über. Landesbehörden nehmen die entsprechenden ÖPNV-Aufgaben nicht mehr wahr. Größere Freiheiten bieten sich den Kommunen nunmehr bei der Verwendung der Fördermittel. Im Bereich des Schienen-Personennahverkehrs (SPNV) wird die Anzahl der Kooperationsräume von neun auf drei Aufgabenträger des SPNV reduziert:

- Verkehrsverbund Rhein-Ruhr, AöR (VRR)
- Zweckverband Nahverkehr Rheinland (NVR)
- Zweckverband Nahverkehr Westfalen-Lippe (NWL)

Diese neu geschaffenen übergeordneten Verbünde verantworten, anstelle der vormals zuständigen Bezirksregierungen, die Finanzierung des SPNV-Leistungsangebotes und die Finanzierung der Infrastruktur. Finanz- und Sachverantwortung liegen damit in einer Hand. Auch liegt die Entscheidung

über Förderanträge für Infrastrukturmaßnahmen jetzt bei den SPNV-Aufgabenträgern. Planung, Organisation und Ausgestaltung des kommunalen ÖPNV bleiben eine Aufgabe der Kreise und kreisfreien Städte bzw. der mittleren und großen kreisangehörigen Städte mit eigenem Verkehrsunternehmen.

Das Gesetz regelt zum einen die Zuteilung einer pauschalen Förderung, die sich, in ihrer Höhe an den Beförderungsleistungen, der Einwohnerzahl und der Fläche, orientiert. Daneben wird eine Förderung gewährt, die sich an der Beförderung von Personen mit Zeitfahrausweisen des Ausbildungsverkehrs orientiert und das Land gewährt Zuwendungen für Investitionsmaßnahmen im besonderen Landesinteresse. Investitionsmaßnahmen im besonderen Landesinteresse sind

1. ÖPNV-Infrastrukturmaßnahmen des GVFG-Bundesprogramms,
2. SPNV-Infrastrukturmaßnahmen an Großbahnhöfen,
3. Investitionsmaßnahmen zum Erhalt und zur Erneuerung der Infrastrukturen von Stadt- und Straßenbahnen sowie dem SPNV dienenden Infrastrukturen öffentlicher nichtbundeseigener Eisenbahnen,
4. Investitionsmaßnahmen zur Reaktivierung von Schienenstrecken sowie zur Elektrifizierung vorhandener Schienenstrecken für den SPNV,
5. Investitionsmaßnahmen zur barrierefreien Gestaltung von (Stadt-, Straßenbahn- und Bus-) Haltestellen- und von vorhandenen Fahrzeugen des OPNV mit Ausnahme des SPNV,
6. Investitionsmaßnahmen zur Beschaffung von batterieelektrisch und wasserstoffbetriebenen Linienbussen des OPNV, zur Errichtung der dafür notwendigen Ladeinfrastruktur und zur Beschaffung erforderlicher spezifischer Werkstatteinrichtungen
7. Investitionsmaßnahmen, durch die neue Technologien im ÖPNV erprobt werden sollen, sowie
8. ÖPNV-Investitionsmaßnahmen, für die das besondere Landesinteresse im Einzelfall vom für das Verkehrswesen zuständigen Ministerium im Einvernehmen mit dem Verkehrsausschuss des Landtags festgestellt wurde.

Zuwendungsempfänger können Kreise, Städte und Gemeinden, öffentliche und private Verkehrsunternehmen, Eisenbahnunternehmen sowie juristische Personen des privaten Rechts, die Zwecke des ÖPNV verfolgen, sein.

Schließlich gewährt das Land gewährt aus den Mitteln nach dem Regionalisierungsgesetz des Bundes Zuwendungen für weitere Maßnahmen des ÖPNV im besonderen Landesinteresse, insbesondere für Bürgerbusvorhaben sowie zur Verbesserung der Qualität, der Sicherheit und des Services im ÖPNV.

Insgesamt standen 2017 so 1,59 Milliarden Euro für den SPNV/ÖPNV in NRW zur Verfügung.

Förderrichtlinie Nahmobilität (FöRi-Nah)

Förderung verschiedener Maßnahmen im Bereich des Fuß- und Radverkehrs. Dies umfasst investive Maßnahmen wie z.B. Radwege oder Querungshilfen für Fußgänger; darüber hinaus auch nicht-investive Maßnahmen wie Öffentlichkeitsarbeit. Sie dient der Förderung von „Regelmaßnahmen“; es besteht kein Anspruch modellhafter Vorhaben. Förderfähig sind allein die Baumaßnahmen als solche, jedoch kein Planungs-/Personalaufwand in deren Zusammenhang.

Die Einreichung von Maßnahmen ist bis spätestens zum 1. Juni des für den Maßnahmenbeginn vorgesehen Jahres möglich. Die Förderrichtlinie läuft noch bis einschließlich 2019. Mit einer Bagatell-

grenze von lediglich 5.000 € eignet sie sich auch zur anteiligen Finanzierung (i.d.R. bis zu 80%) kleinerer Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel. Das Klimaschutzteilkonzept Klimafreundlicher Verkehr empfiehlt die Umsetzung radverkehrlicher Einzelmaßnahmen, falls kein Radverkehrskonzept vorgesehen ist. In der aktuellen Situation schlägt der Green City Plan vor, auch einzelne Maßnahmen im Vorgriff auf das Radverkehrskonzept zu realisieren. Da die Richtlinie ein solches Konzept zur Bezugnahme fordert, kann hier ein kurzfristiger und ersatzweiser Rückgriff auf das Wegweisungskonzept Radverkehr (oder kleinräumlichem Maßstab auf die Pläne zur Schulwegsicherung) geprüft werden, um Einzelmaßnahmen in deren räumlichem Kontext zu realisieren.

Radwege an Landesstraßen

Das Land NRW finanziert Radwege entlang von Landesstraßen mit zuletzt jährlich 12,5 Mio. Euro. Hierunter fallen einzelne Radialstraßen; die Herner Straße wurde hingegen bereits in einen anderen Förderwettbewerb eingebracht. Entlang der Königsallee fehlen Radverkehrsanlagen noch auf größeren Abschnitten.

Förderrichtlinien kommunaler Straßenbau

Die Förderrichtlinie fokussiert den Straßenbau, sodass Maßnahmen des Green City Plans aufgrund der Detailbestimmungen für diese Richtlinie nicht in Frage kommen. Die Richtlinien sehen Aus- und Umbaumaßnahmen an Hauptachsen des Pkw-Verkehrs vor, in deren unmittelbaren Zusammenhang auch der Fuß- und Radverkehr berücksichtigt werden kann. Ein Bezug zu den Maßnahmen RAD besteht nur, falls ohnehin Hauptstraßen zur Instandsetzung vorgesehen sind. Die Bagatellgrenze (200.000 €) übersteigt Einzelmaßnahmen der Nahmobilität deutlich; im Realisierungsfall könnten jedoch hochwertige Radverkehrsstandards in diesem Zuge berücksichtigt werden.

7.4 Förderprogramme des Landes mit Maßnahmenbezug im weiteren Sinne

Richtlinie Grüne Infrastruktur

Die Richtlinie hat Schaffung und Erhalt ökologischer Infrastruktur zum Ziel. Sie steht damit nicht in Zusammenhang mit kurzfristigen Maßnahmen des Green City Plans, lässt sich jedoch im Zusammenhang mit autofreiem Wohnen berücksichtigen. Da die Einsparung von Pkw-Verkehrs- und -stellflächen Potenziale für eine Aufwertung des Wohnumfeldes schafft, besteht hier in hohem Maße ein thematischer Bezug zu den Inhalten der Förderrichtlinie (exemplarisch, nicht abschließend: Grün-/Freiflächen, wohnortnahes Naturerleben, Spielflächen, Versickerung von Niederschlagswasser, urbanes Gärtnern). Mit dem Klimaanpassungskonzept der Stadt Bochum ist eine wesentliche Voraussetzung der Richtlinie erfüllt: Die förderfähigen Maßnahmen lassen sich daraus ableiten (exemplarisch, nicht abschließend: M1 / M10 / M11 / M15) und aufgrund des übergeordneten Themas auch sachlogisch in Bezug zum Klimaschutzteilkonzept Klimafreundlicher Verkehr stellen, sodass ein in jeder Hinsicht integrierter Ansatz gegeben ist.

Zuwendungen zur Anpflanzung und Ergänzung von Alleen

Für die Förderrichtlinie besteht kein unmittelbarer Bezug zu den Maßnahmen des Green City Plans. Sie kann für Maßnahmen des Radverkehrs herangezogen werden, wenn beispielsweise einzelne tangentiale Stadtteilverbindungen eine gestalterische Aufwertung erfahren sollen.

Neben der Sicherstellung des dauerhaften Erhalts sind dann im Sinne des Radverkehrs Räumdienste mit Blick auf (nasses) Laub zu berücksichtigen.

EFRE MobilitätLogistik.NRW / Leitmarkt Mobilität und Logistik NRW

Die zweite Einreichungsrunde für Wettbewerbsbeiträge ist noch bis zum 05.10.2018 geöffnet. Das Förderprogramm lässt sich nicht unmittelbaren Bezug zu den Maßnahmen des Green City Plans stellen. Da jedoch u.a. mit dem Netzwerk ruhrmobil-E e.V. und der Ruhr-Universität Bochum unmittelbar in Bochum lokal ausgewiesene Kompetenzen bestehen, sei dennoch nachrichtlich auf diesen Wettbewerb verwiesen – insbesondere da die inhaltliche Ausgestaltung größere Spielräume zulässt, als der Programmtitel es zunächst vermuten lässt. Das Programm ist stärker forschungsorientiert ausgerichtet mit Anwendungsbezügen zur Wirtschaft. Themen sind mitunter Vernetzung interne/externe Logistik und Cloud Computing im Wettbewerbsbereich „Innovative Logistik“. Im Bereich „Innovationen für Mobilität und Automotive“ lassen sich einerseits anwendungsbezogene Projektideen zu emissionsarmer innerstädtischer Mobilität bzw. Ansätzen multimodalen Verkehrs realisieren. Im forschungsorientierten Bereich sind Elektromobilität, Leichtbau und Digitalisierung und autonomes Fahren mögliche Ansätze.

Im Zuge des ersten Aufrufs wurde bereits ein Projekt unter Bochumer Beteiligung zur Förderung empfohlen. Die thematische Vielfalt der zur Förderung vorgeschlagenen Projekte zeigt, dass sich unterschiedlichste Ansätze hierunter entwickeln lassen.

7.5 Förderantrag „Emissionsfreie Innenstadt“

Die Stadt Bochum hat jüngst im Rahmen des Projektaufrufs KommunalerKlimaschutz.NRW - Besonderer Förderbereich „Emissionsfreie Innenstadt“ eine Förderskizze eingereicht.

Die Umsetzungsstrategie des Projekts sieht eine Kombination von Maßnahmen vor, um gesamtstädtische Reduktionen von CO2 und NOx erreichen zu können; zudem sind insbesondere auch lokale NOx-Entlastungen ein Ziel, um die geltenden Luftschadstoffgrenzwert einhalten zu können.

Hierzu konzentriert sich die Förderskizze räumlich auf verkehrlich stark belastete Straßen – allen voran auf die (durch Überschreitung der Luftschadstoffgrenzwerte betroffene) Herner Straße. Als Maßnahme ist mit Geschützten Radfahrstreifen (Protected Bike Lanes) ein neuartiges Instrument der Radverkehrsförderung vorgesehen. Diese werden (mit Ausnahme der engeren Innenstadt) auf einem gesamtstädtischen Maßstab als Nord-Süd-Achse entwickelt, um starke Pendlerströme aufnehmen zu können. Sie berücksichtigen die intensiven Pendlerverflechtungen mit der Stadt Herne sowie die Ruhr-Uni Bochum als Arbeitsplatzschwerpunkt. Darüber hinaus ergänzt sie den perspektivisch hinzukommende Radschnellweg RS1 in dessen west-östlichem Verlauf. Im Bereich der Herner Straße sind weitere Sofortmaßnahmen vorgesehen. Ausgewählte weitere Maßnahmen ergänzen diesen Ansatz zu einem schlüssigen Konzept.
Das weitere Verfahren ergibt sich nach einem Jury-Entscheid im Herbst. Auf Grundlage eines positiven Votums kann anschließend ein formaler Förderantrag gestellt werden, mit dem eine kurzfristige Reaktion auf die Belastungssituation möglich wäre.

8 Beteiligung

Im Rahmen der Erstellung des GCP wurde eine Beteiligung, einerseits der Ebene der Stakeholder, andererseits der interessierten Bürgerinnen und Bürger und last but not least auch der politischen Entscheider realisiert. Anregungen und Impulse aus der Beteiligung wurden dabei, so es sich jeweils als möglich und fachlich sinnvoll erwies, in den Erstellungsprozess des GCP integriert.

8.1 Interne Arbeits- und Lenkungsgruppe & Akteurs-Netzwerk

Zur Abstimmung des Vorgehens und Gliederung des Green City Plans wurde eine interne Arbeits- und Lenkungsgruppe eingerichtet. Beteiligt waren Akteure der Stadtverwaltung und der städtischen Tochterfirmen. Im Rahmen eines Workshops wurde zu den Themen Elektromobilität und Verkehrslenkung und -regelung diskutiert. Dazu wurden am 15.02.2018 drei Diskussionsgruppen eingeteilt, die an Stellwänden zu den genannten Themen diskutierten. Auch wurde die Arbeits- und Lenkungsgruppe über den Bearbeitungsstand des GCPs informiert

Erstes Treffen der Lenkungsgruppe 15.02.2018

Workshop-Thema	Moderator	Zusammenfassung
Elektromobilität	Dr. Muschwitz	**Engagement Bochum** Hier wurden die vorhandenen und offenen Beitragsmöglichkeiten der Stadt Bochum herausgestellt, z.B. der Status der Vorbildrolle Bochums, das Angebot einer Mobilitätsberatung oder der Verleih von E-Autos über Tochtergesellschaften der Stadt Bochum. **Lade-Infrastruktur** Fragen danach, wer für die Bereitstellung der Lade-Infrastruktur zukünftig zuständig sein soll und wie Ladesäulen im Stadtgebiet verteilt werden sollen. **Fahrzeugtechnik** Hohe Kosten für die Anschaffung sowie geringe Reichweiten der E-Fahrzeuge. Außerdem kommt es zu Lieferengpässen. **Industrie** Unter diesem Punkt wurden mögliche Handlungsfelder der Industrie, wie z.B. E-Autos mit Mobilitätsgarantie im Car-Sharing Konzept oder neue innovative Akku-Konzepte diskutiert.

		Bundesebene Hier wurden Anregungen zu Fördermöglichkeiten des Bundes, wie eine anteilige Förderung der E-Mobilität über Möglichkeiten des Leasings oder Abschreibungen von E-Autos ausgetauscht. **Erneuerung Fuhrpark durch E-Busse** Die kurzfristige Umsetzbarkeit der Ablösung älterer Busse durch E-Busse scheint schwierig, so deren Abschreibungsdauern noch nicht erreicht sind, passende Infrastrukturanlagen geschaffen werden müssen und Investitionen aufgrund der Entwicklungsdynamiken nicht unbedingt langfristig profitabel sind.
Verkehrslenkung/ -regelung	Dr. Brunsing	**Problemanalyse** Die kommunalen Möglichkeiten zur Verkehrslenkung wurden als gering angesehen. **Verkehrslenkung** Maßnahmen die zur Verkehrslenkung umgesetzt werden, müssen mit Kommunikationskampagnen und Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden.

Abbildung 21: Tagesordnung Workshop Lenkungsgruppe 15.02.2018

Mitglieder dieser Lenkungsgruppe waren Mitarbeiter von folgenden Dienststellen/Institutionen:

- Institut für Raumentwicklung und Kommunikation
- Stadt Bochum; Tiefbauamt
- Stadt Bochum; Stadtplanungs- und Bauordnungsamt
- Stadt Bochum; Umwelt- und Grünflächenamt
- Stadt Bochum; Straßenverkehrsamt
- Stadt Bochum; Referat des Oberbürgermeisters
- Stadt Bochum; Zentrale Dienste, Hausdienste
- Stadt Bochum; Technischer Betrieb
- Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahn AG
- Sparkasse Bochum
- Stadtwerke Bochum
- VBW Bauen und Wohnen GmbH, Qualitätssicherung / FuE
- USB Bochum GmbH
- Bochum Wirtschaftsentwicklung

Die Lenkungsgruppe hat u.a. umfassend Maßnahmen diskutiert, die für eine Förderskizze anlässlich eines Förderwettbewerbs aus dem Green City Plan abgeleitet werden sollen.

Zweites Treffen der Lenkungsgruppe 20.06.2018

Vortragsteil	Wer	Zusammenfassung
Teilgutachten Verkehrslenkung Herner Straße	Herr Dr. Muschwitz	**Hintergrundbelastung Herner Straße** Die Hintergrundbelastung, die auf der Herner-Straße gemessen wird wurde vorgestellt. **Sperrung der Autobahnanschlussstellen** Realisierbarkeit dieser Maßnahme wurde herausgestellt, aber Wirkungsgrad nicht ausreichend für angestrebtes Reduktionsziel. **Fahrverbote** Rechtliche Grundlage und neuesten Urteile zu Fahrverboten wurden dem Plenum vorgestellt. Diesel-Fahrverbote theoretisch geeignet um die gesetzl. NO_2-Grenzwerte zu erreichen. Aber aufgrund der nicht gegebenen Kontrollmöglichkeiten wurde angemerkt, dass die Gutachter diese Maßnahme für wenig effektiv halten. **Verminderung durch Geschwindigkeitsreduktion** Es wurden Geschwindigkeitsreduktionen bei folgenden Szenarien vorgestellt: T30, T50 einspurig, T40, T30 einspurig. Nur bei T 30 km/h und einspuriger Fahrbahn wird die benötigte Reduktion der Verkehrsmenge um 50 % der DTV-Werte erreicht.
Weitere Teilgutachten und andere Maßnahmen im GCP	Herr Bauer	**Maßnahmenmatrix** Es wurde die Maßnahmenmatrix vorgestellt und die Untergliederung in die einzelnen Kategorien (ÖPNV, MIV, Rundverkehr, Kampagne) mit den einzelnen Subkategorien begründet. **Teilgutachten** Die Teilgutachten zum autonomen Fahren und zur Elektromobilität wurden in ihren Grundzügen charakterisiert.

Abbildung 22: Tagesordnung Treffen der Lenkungsgruppe 20.06.2018

Zum Ende der Bearbeitungszeit wurde bei einer weiteren Sitzung der Lenkungsgruppe, über die Maßnahmenmatrix und die möglichen Konsequenzen für die besonders betroffene Herner Straße berichtet. Daher wurden das Teilgutachten zur Verkehrslenkung ausführlich und die Teilgutachten zum autonomen Fahren sowie zur Elektromobilität oberflächlich diskutiert.

Der Vortrag gliederte sich in zwei Abschnitte. Der erste fokussierte sich auf das Teilgutachten zur Verkehrslenkung. Der zweite hatte Maßnahmen zum Thema die im GCP vorgeschlagen werden und es wurde auf die anderen Teilgutachten eingegangen.

8.2 Öffentlichkeitsbeteiligung

Im Rahmen des Green City Plans fand am Dienstag, den 24.04.2018 ein Öffentlichkeitsforum im Technischen Rathaus der Stadt Bochum statt. Dabei konnten sich engagierte Bürgerinnen und Bürger über den zu der Zeit herrschenden Bearbeitungsstand des GCPs informieren und Anregungen geben. Dazu wurden verschiedenen Themen die im GCP bearbeitet wurden, diskutiert. So beispielsweise der öffentliche Personennahverkehr, der Radverkehr in der Stadt oder Geschwindigkeitsregulierungen auf verschiedenen Straßen. Die Veranstaltung fand in einem Workshop-Format statt, bei dem an Stellwänden zu den jeweiligen Themen gearbeitet wurde. Jede Stellwand wurde von einem Mitarbeiter der Stadt oder von raumkom betreut. Ziel der Veranstaltung war es, weitere Maßnahmen zur Regulierung der NOx-Werte „aus erster Hand“ von den Bürgerinnen und Bürgern zu bekommen, um sie in der weiteren Bearbeitung des GCPs zu berücksichtigen. Des Weiteren wurde während der Veranstaltung das Leitbild Mobilität der Stadt Bochum vorgestellt, welches von der Stadt aktuell erarbeitet wird. Dem Öffentlichkeitsforum lag folgender Ablaufplan zugrunde:

Uhrzeit	Teil	Was	Wer	Inhalte
16.30		*Aufbau*	*raumkom / Stadt Bochum*	*Titel der 10 Stelltafeln:* *1. Modal Split Verkehrsmittelwahl* *2. maßgebliche Leitsätze (auf zwei Tafeln)* *3. Leitprojekte* *4. ÖPNV* *5. P&R* *6. Radverkehr* *7. Innerstädtische Geschwindigkeit* *8. Herner-Straße* *9. Mögliche Maßnahmen*
vor 17.00h		Eintreffen	*TeilnehmerInnen*	Voting Thema Modal Split 2030 – wo soll BO „landen“ (Wunsch):
17.00h	**1**	Begrüßung	Markus Bradtke	Dank für Kommen, Hinweis auf Klageandrohung der DUH, Bedeutung des Forums
17.10h		Einführung in den Workshop	Christian Muschwitz, Birgit Venzke	Hinweis auf zwei Teile der Veranstaltung, Erläuterung des jeweiligen Blocks
17.20h		Präsentation des Leitbilds Mobilität	Axel Geppert	
17.35h		Verständnisfragen	Birgit Venzke	
17.45h		Masterplan Luftreinhaltung – Ziele und Inhalte	Christian Muschwitz	
18.00h		Verständnisfragen	Jürgen Brunsing	
18.10h		Pause		
18.20h		Einführung in die Diskussion an Stelltafeln	Birgit Venzke, Christian Muschwitz	
		Diskussion an Stelltafeln	MitarbeiterInnnen raumkom / Stadt Bochum	
ca. 19.35h	**2**	kurze Zusammenfassung im Plenum	Christian Muschwitz	Beantwortung aufgekommener Fragen, Rückmeldung zu Form
ca. 19.55h		weiteres Vorgehen und Verabschiedung	Birgit Venzke und Christian Muschwitz	- Dank für heutige Anwesenheit / Diskussion - Dank für Teilnahme insgesamt
20.00		Ende der Veranstaltung		

Abbildung 23: Tagesordnung Öffentlichkeitsforum 24.04.2018

im Forum wurde angeregt und intensiv diskutiert und es konnte eine positive Resonanz, auch in der Presse erzeugt werden. Es wurden besonders viele Anregungen zu Verbesserungsmöglichkeiten der verschiedenen Verkehrsarten genannt, wobei der Radverkehr einen besonderen Stellenwert in den Diskussionen einnahm.

Um den Green City Plan der Bevölkerung näher zu bringen, sowie dessen Grundzüge und Intention zu erklären, wurden eine Pressemitteilungen verfasst. Darin wurde das Vorgehen bei der Bearbeitung des GCP geschildert und der Inhalt charakterisiert. Die Pressemitteilungen wurden unter dem Titel „Bochums Luft soll besser werden: der Green City Plan“ veröffentlicht.

8.3 Präsentation im Ausschuss für Infrastruktur und Mobilität der Stadt Bochum

Am 10.07.2018 präsentierte raumkom den Mitgliedern des Ausschusses für Infrastruktur und Mobilität erste Ergebnisse der Erarbeitung des GCP. Dr. Brunsing stellte auf Grundlage der Präsentation von Dr. Muschwitz im Workshop wenige Wochen zuvor ausgewählte Analyseerkenntnisse sowie Szenarien zur Reduzierung der NO_2-Belastung um notwendige 11 µ/m³ vor. Da selbst bei wenig realistischer vollständiger Verlagerung des Kfz-Verkehrs der A43-Abfahrt Bochum-Riemke Richtung Stadtmitte sowie in Gegenrichtung nur 5-8 µ/m³ Reduktion wahrscheinlich sind, fokussierten sich die Maßnahmen auf den Bereich der Herner Straße. Hier würde eine Kombination von Tempo 30 und zweistreifiger Kfz-Verkehrsführung zu einer Unterschreitung des Grenzwerts von 40 µ/m³ führen. Nach einer Kommentierung der Erkenntnisse durch Stadtbaurat Dr. Markus Bradtke entwickelte sich eine umfassende Diskussion über die Präsentation der Zwischenergebnisse in öffentlicher Sitzung und über die Notwendigkeit, welche Maßnahmen mit welchen Erfolgsaussichten umzusetzen sind. Die Diskussion endete mit dem Hinweis, dass alle von raumkom vorgeschlagenen Maßnahmen vor ihrer Umsetzung umfassend erörtert sowie von den politischen Gremien der Stadt beschlossen werden müssen.

9 Schlussfolgerungen

Die Kommunen, die aktuell mit NO_2 Grenzwertüberschreitungen umgehen müssen, stehen unter großem Zeit- und Handlungsdruck. Das Gerichtsurteil gegen die Stadt Aachen hat überaus deutlich gemacht, dass Gerichte kein Verständnis für das kommunale Vollzugsdefizit bei Luftschadstoffproblemen aufbringen. Immerhin ist der aktuell gültige Grenzwert für NO_2 in der Außenluft bereits seit dem 01.01.2010 einzuhalten. Aus diesem Grund ist die Stadt Aachen vor Gericht mit der Argumentation zu Gunsten großzügiger Zeitaufschübe gescheitert, lediglich bis Ende des Jahres 2018 wurde hier als Frist eingeräumt. Darüber hinaus fordert das Urteil des Verwaltungsgerichts (VG) Aachen, den Luftreinhalteplan für Aachen so fortzuschreiben, dass dieser - unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit - zum 1. Januar 2019 die erforderlichen Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung des über ein Kalenderjahr gemittelten Grenzwertes für Stickstoffdioxid in Höhe von 40 µg/m³ im Stadtgebiet Aachen enthält.

Diesel-Fahrverbote sind dabei das letzte Mittel, die Ultima Ratio. Denn sie sind in ihrer Wirkung auf die betroffenen Bürgerinnen und Bürger ausweglos. Es existieren innerhalb der nächsten zwei Jahre keine Nachrüstmöglichkeiten für betroffene Fahrzeuge und das Ausmaß der Grenzwertüberschreitung macht es hoch wahrscheinlich, das selbst recht junge Diesel Pkw, die der Euronorm 5 entsprechen, unter ein Fahrverbot fallen müssten, um die gewünschte Wirkung zumindest theoretisch bzw. rechnerisch zu erzielen. In der Praxis werden die Fahrverbote ohne eine bundeseinheitliche Kennzeichnung der Fahrzeuge, die von einem Dieselfahrverbot ausgenommen sind, ohnehin nicht die erwartete Wirkung entfalten. Dies wegen der Unmöglichkeit, die Einhaltung der Fahrverbote im laufenden Verkehr, mit geringem Aufwand kontrollieren zu können.

Damit ist der Auftrag der Green City Pläne, zunächst alle Wege auszuloten, wie die Einhaltung der NO_2-Grenzwerte auch ohne Fahrverbote gelingen kann.

Der hier vorliegende Green City Plan Bochum zeigt eine Reihe von sinnvollen Möglichkeiten auf, um die Emissionen aus dem Bereich Verkehr deutlich zu senken und damit einen Beitrag zur Luftreinhaltung zu leisten.

Grundsätzlich muss angesichts der Aufgabenstellung allerdings klar differenziert werden, zwischen der äußerst dringlichen und lokal eng begrenzten Lösungssuche für die Problematik der Überschreitung der des NO_2 Jahresmittelgrenzwerts an der Herner Straße einerseits und einer gesamtstädtischen und nachhaltigen Perspektive andererseits.

Ad hoc-Lösung Herner Straße

Zur Ad hoc Lösung des Problems der Stickoxidbelastung in der Herner Straße kommen nur drei Lösungsansätze in Frage:

1. Teilsperrung
2. Dieselfahrverbote
3. Reduktion auf Tempo 30 bei einstreifiger Führung je Fahrtrichtung

In der Realität und unter Status-Quo Bedingungen bleibt davon allerdings **nur die Lösung Tempo 30 / einstreifig übrig**. Eine Teilsperrung verlagert das Problem und kappt die Verbindungswirkung der Straße. Ein Dieselfahrverbot lässt sich ohne eine bundeseinheitliche Kennzeichnung der Fahrzeuge

nicht kontrollieren und wird daher kaum beachtet werden. Insofern verbleibt als einzige sofort wirksame Maßnahme die Reduktion auf Tempo 30 bei einstreifiger Führung je Fahrtrichtung auf der Herner Straße. Diese könnte im ersten Schritt mit einfachen Mitteln erreicht werden. Das Anbringen von Tempo 30 km/h Schildern ist eine überschaubare Maßnahme und eine Sperrung einer Fahrspur, mittels zunächst temporärer Absperrungen, wie sie auch für Straßenbauarbeiten verwendet wird, ist denkbar. Allerdings sollte dann alsbald, eine sinnvolle Umnutzung der nunmehr überflüssigen Fahrspur angestrebt werden. Hier kommen unterschiedliche Lösungen in Betracht.

Radverkehr hat das größte Potential

Für die gesamtstädtische Perspektive wird die kurzfristige **Intensivierung der Anstrengungen rund um den Radverkehr** mit verschiedenen Schwerpunktmaßnahmen und einer mehrjährigen Imagekampagne zur Verhaltensänderung empfohlen. Die Steigerung des Radverkehrsanteils erweist sich aufgrund der niedrigen Radverkehrs-Ausgangsniveaus als effektivste, schnellste und außerdem wirkungsstärkste NO_2 senkende, gesamtstädtische Strategie. Im Hinblick auf eine entsprechende Verhaltensänderung ist nachdrücklich drauf hinzuweisen, dass alle Maßnahmen mit entsprechend großem Engagement umgesetzt werden müssen. Radverkehrsmaßnahmen sind nicht nebenbei und für kleines Budget wirksam umsetzbar. Eine Imagekampagne z.B. braucht, um in einer Stadt wie Bochum wirklich sichtbar zu sein und damit auch wirksam zu werden, ein Sachkostenbudget von mind. 200.000€ pro Jahr.

E-Mobilität mit Fokus auf innerstädtische Verkehre

Ein Austausch der Antriebsart allein schafft keine Potenziale für ein nachhaltigeres Verkehrssystem. Ein solches zeichnet sich gleichzeitig aber dadurch aus, dass es nicht eine universale Lösung für jeden Mobilitätswunsch bietet. In diesem Sinne können auch E-Fahrzeuge vor allem kurzfristig einen wesentlichen Merkmalsbeitrag zur lokal innerstädtischen Emissionsreduktion leisten, sofern der weitere Markthochlauf der E-Mobilität gelingt. Die lokalen und spezifischen Voraussetzungen in Bochum eröffnen hier ganz eigene Potenziale (Kompetenznetzwerk, städtischer Fahrzeugeinsatz, gewerbliche Anwendungen). In diesem Sinne sollte das vorhanden Wissen genutzt werden, um einen Wandel in der Flottenstruktur zu initiieren – hier bietet sich initial vor allem der gewerbliche Bereiche mit hohen innerstädtischen Fahrleistungen als Adressatenkreis an.

Den ÖPNV kontinuierlich aufwerten

Die Anstrengungen des ÖPNV sind mittelfristig ebenfalls zu intensivieren, vor allem **mit dem Ziel, die Fahrgastzahlen deutlich zu steigern**. Angesichts der unmittelbar anstehenden und tiefgreifenden Umgestaltung des ÖPNV-Netzes, lässt sich eine solche Maßnahme jedoch erst mittel- bis langfristig entwickeln. Es wird auch hier darauf hingewiesen, dass eine rein auf die Hardware der Infrastruktur und die Fahrzeuge begrenzte Strategie außer Acht lässt, dass die Menschen einen Impuls zum Modal Shift brauchen. Aus diesem Grund ist auch hier eine kraftvolle Imagekampagne unumgänglich. Eine umfassende Strategie zur Kundengewinnung, sollte vom Verkehrsunternehmen und dem Aufgabenträger angestrengt werden und über die Maßnahmen des NVP bzw. dem Konzept Netz 2020 noch hinausgehen und außerdem beschleunigt angegangen werden.

Der MIV muss entschleunigt und reguliert werden

Flankiert werden sollten beide Strategieansätze durch eine **gezielte Entschleunigung und Regulierung des MIV**. Sachlogisch müssen diese Maßnahmen konzertiert und im Gleichschritt mit der Verbesserung der Angebote für den Umweltverbund einhergehen. Hier lassen sich große Reduktionspotentiale aktivieren.

Weitere Themen

Auch das Thema Logistik kann einen großen Beitrag leisten, um vor allem die dicht besiedelten und sensiblen Innenstadt- und Wohnquartiere von Luftschadstoffen zu entlasten. Dies durch eine konsequente **Veränderung der Logistikflotten durch E-Mobilität**. Dabei können entweder vollelektrische Fahrzeuge wie z.B. der Streetscooter der DHL zum Einsatz kommen oder Mensch-Maschine-Hybride Lastenpedelcs.

Literaturverzeichnis

BRUNSING, J. (2010): Kommunaler Klimaschutz und Verkehr. – In: Verkehrszeichen 4/2010, S. 8, Jg. 26

DEUTSCHE SHELL (1999): Mehr Autos – weniger Emissionen. Hamburg.

LANDESAMT FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ (2018): Hintergrundinformationen zu Luftschadstoffmessungen NOx, Feinstaub & Co. in Rheinland-Pfalz.

https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/Startseitenbeitraege/Info_Luftueberwachung.pdf

PÖHLER, D./ ADLER, T. (2017): Bestimmung von realen LKW NOx Emissionen (Real Driving Emissions) auf deutschen Autobahnen. Heidelberg

UMWELTBUNDESAMT (2018): Durchschnittliche reale Abgasemissionen von Diesel-PKW im Vergleich zu deren Grenzwerten.

https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/stickoxid-belastung-durch-diesel-pkw-noch-hoeher

BUNDESVERWALTUNGSGERICHT (2018): (Beschränkte) Verkehrsverbote für (bestimmte) Dieselfahrzeuge - Luftreinhalteplan Düsseldorf. Urteil vom 27.02.2018 - BVerwG 7 C 26.16

http://www.bverwg.de/270218U7C26.16.0

BUNDESVERWALTUNGSGERICHT (2018): Verkehrsverbot (u.a.) für Dieselfahrzeuge in der Umweltzone Stuttgart. Urteil vom 27.02.2018 - BVerwG 7 C 30.17

http://www.bverwg.de/270218U7C30.17.0

BUNDESVERWALTUNGSGERICHT (2018): Luftreinhaltepläne Düsseldorf und Stuttgart: Diesel-Verkehrsverbote ausnahmsweise möglich. Pressemitteilung 9/2018.

http://www.bverwg.de/pm/2018/9

VERWALTUNGSGERICHT STUTTGART (2018): Urteil Fahrverbote Stuttgart.

http://www.vgstuttgart.de/pb/,Lde/Startseite

BEZIRKSREGIERUNG ARNSBERG (Hrsg.) (2011): Luftreinhalteplan Ruhrgebiet 2011 – Teilplan Ost. Arnsberg.

https://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/bekanntmachungen/2011/10/004/lrp_ruhrgebiet_2011_tp_ost.pdf

LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2018): Messorte der Luftqualitätsüberwachung in NRW.

https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte/

STADT BOCHUM (2018): Kfz-Bestand in Bochum 2018 (monatliche Fortschreibung), Juli.

https://www.bochum.de/C12571A3001D56CE/currentbaselink/W2AVWDZF861BOCMDE/$FILE/Monatliche_Fortschreibung_KFZ_Bestand_2018.csv

HTW AUTOMOTIVE POWERTRAIN (2017): Abgastests unter realen Fahrbedingungen: Autogas-Pkw im Vergleich mit Benzin- und Diesel-Fahrzeugen. Saarbrücken.

https://www.dvfg.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien-gutachten/HTW-Untersuchung_PEMS-RDE-WLTC-bei-LPG-Benzin-Diesel-Pkw.pdf

STADT BOCHUM (Hrsg.) (2013): Klimaschutzteilkonzept klimafreundlicher Verkehr. Bochum.

https://www.bochum.de/C12571A3001D56CE/vwContentByKey/W29G3D65978BOCMDE/$FILE/KSK_Bochum_Endbericht_Langfassung_final.pdf

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2010): Mobilität in Deutschland 2008 – Abschlussbericht. Berlin.

http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf

BRILON, W./ HOHMANN, S./ GIULIANI, S. (2013): Potenziale adaptiver Steuerungen. – In: Straßenverkehrstechnik, S. 557, H. 9, Jg. 57.

KRAFTFAHRTBUNDESAMT (2018): Monatliche Neuzulassungen.

https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulassungen/monatl_neuzulassungen_node.html

Anhang

Teilgutachten Autonomes Fahren auf der Relation Mark 51°7 – Ruhr Universität Bochum

Teilgutachten Elektromobilität Bochum

Teilgutachten Verkehrslenkung / Verkehrssteuerung Fokus: Herner Straße / Stadt Bochum

Büro autoBus

Machbarkeitsstudie zum automatisierten / autonomen Fahren in der Relation Mark 51°7 <-> Ruhr Universität Bochum

Berlin, den 8. Juni 2018

Büro autoBus

Impressum

Auftraggeber:

raumkom – Institut für Raumentwicklung und Kommunikation
Max-Planck-Straße 18
54296 Trier

Auftragnehmer:

Büro autoBus
c/o Interlink GmbH
Wallstraße 58
10179 Berlin

Bearbeitet durch:

Interlink Consulting

Holger Michelmann
Liss Böckler
Markus Krüger

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Inhalt

Impressum ... 2
Inhalt ... 3
1 Ausgangslage und Aufgabenstellung ... 5
2 Grundlagenermittlung ... 5
2.1 Strukturen ... 5
2.1.1 Gesamtstädtische Einordnung ... 5
2.1.2 Ruhr Universität Bochum (RUB) ... 7
2.1.3 Mark 51°7 ... 7
2.1.4 Gebiet zwischen den beiden Geländen ... 8
2.2 Verkehrliche Lage ... 9
2.2.1 Ruhr Universität Bochum (RUB) ... 9
2.2.2 Mark 51°7 ... 10
3 Überblick über die Funktionsweise und Betriebsformen automatisierter Minibusse ... 11
3.1 Begriffsklärung ... 11
3.2 Funktionsweise ... 12
3.3 Betriebsformen ... 14
3.4 Haltestellen ... 15
4 Entwicklung und Bewertung von Varianten ... 16
4.1 Grobkonzept ... 16
4.2 Varianten für den Streckenverlauf ... 16
4.3 Bewertungsverfahren ... 19
4.3.1 Verfahren ... 19
4.3.2 Interessengruppe ... 19
4.3.3 Bewertungskriterien ... 19
4.3.4 Bewertungsskala ... 22
5 Konzeptentwicklung ... 22
5.1 Vorbemerkungen zu Anforderungen der Leistungsbeschreibung ... 22
5.2 Streckenabschnitte ... 23
5.3 Varianten ... 26

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

5.3.1 Bewertung der Varianten und Auswahl einer Vorzugsvariante 26
5.4 Betriebskonzept 30
6 Handlungsbedarfe 30
6.1 Verkehrliche und infrastrukturelle Anforderungen 30
6.2 Abschätzung infrastruktureller Handlungsbedarfe 31
6.3 Organisatorische und rechtliche Rahmenbedingungen 31
6.3.1 Genehmigungsfähigkeit nach dem Personenbeförderungsrecht 31
6.3.2 Zulassungsfähigkeit nach dem Straßenverkehrsrecht 33
7 Kostenabschätzung 34
7.1 Allgemeines zur Kostenschätzung 34
7.2 Investitionsaufwand 35
7.3 Betriebskosten 36
Anlage 38

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

1 AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG

Autonom bzw. automatisiert verkehrende Fahrzeuge sind verfügbar und werden weltweit in vielen Anwendungsfällen und unterschiedlichen Anwendungsumgebungen getestet und oftmals auch bereits im Regelbetrieb eingesetzt. Damit ergeben sich für die interessierten Gebietskörperschaften, Gewerbebetriebe, Parkbetreiber, Institutionen mit großen Liegenschaften (wie bspw. Universitäten) und auch die Verkehrsunternehmen neue Möglichkeiten in der Konzeption und Durchführung von Verkehren insbesondere in innerstädtischen Gebieten, die einer neuen Nutzung zugeführt werden sollen.

Das vorliegende Kurzgutachten zum automatisierten bzw. autonomen Fahren im Rahmen des „Green City Plan BO“ soll maximal zwei Streckenvarianten abbilden und hat folgenden strategischen Hintergrund:

- Die Stadt Bochum lässt gegenwärtig durch raumkom einen GreenCity-Plan erstellen, der die Potenziale verschiedener Maßnahmen zur Senkung von Luftschadstoffen ermittelt. Gegenstand des Plans sind auch Kurzgutachten, die von raumkom vergeben werden. In diesem Zusammenhang soll die Machbarkeit eines autonom operierenden öffentlichen Verkehrssystems zur Verbindung des Areals des ehemaligen Opel-Werks, das heute Mark 51°7 genannt und als modernes Technologie- und Gründerzentrum entwickelt wird, und der Ruhr Universität Bochum (RUB) untersucht werden. Dieses System soll auf einer eigenen Trasse, welche gleichzeitig auch als Rad- und Fußwegverbindung genutzt werden soll, operieren.
- Es sollen mögliche Trassenverläufe für eine Verbindung zwischen Mark 51°7 und der RUB aufgezeigt werden. Im Zuge der Trassierung sind die Netze des ÖPNV und des Radverkehrs zu berücksichtigen, um dort weitere Schnittstellen zu schaffen. Es sollen mögliche Anschlüsse der Trasse an das bestehende Radverkehrsnetz dargestellt werden und ebenso potenzielle Umsteigemöglichkeiten auf weitere Verkehrsmittel des ÖPNV. Die Zielgebiete Mark 51°7 und der Campus der RUB sollen möglichst kleinteilig erschlossen werden. Es werden Ansätze aufgezeigt, die vorzugsweise auf die bereits bestehende Straßeninfrastruktur zurückgreifen.

2 GRUNDLAGENERMITTLUNG

2.1 Strukturen

2.1.1 Gesamtstädtische Einordnung

Die Ruhr Universität Bochum (RUB) und das Gelände Mark 51°7 befinden sich im südöstlichen Stadtgebiet von Bochum. Neben der RUB befinden sich dort auch die Hochschule Bochum, der Gesundheitscampus sowie der Botanische Garten. Zwischen der RUB und Mark 51°7 liegen zahlreiche Studentenwohnheime und viele private Wohnhäuser (Ein- und Mehrfamilienhäuser) sowie Einrichtungen der Daseinsvorsorge (Banken, Supermärkte) und städtische Infrastrukturen (verdichtetes Straßen- und Wegenetz, oberirdische U-Bahn, Schnellstraße).

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Unweit des betrachteten Gebiets verlaufen die BAB 43 in Nord-Süd-Richtung und die BAB 448 bzw. B226 in West-Ost-Richtung. Die BAB 448 wird derzeit Richtung Westen weitergebaut. Die Erschließung des Gebietes mit den Öffentlichen Verkehrsmitteln erfolgt durch die U-Bahnlinie 35, einen Schnellbus, zwei Straßenbahnlinien, elf Buslinien und zwei Nachtbuslinien. Lediglich die Nachtbuslinie NE 7 und die Buslinie 372 (Stundentakt, nachts zum Teil als Anrufsammeltaxi) verbinden Mark 51°7 mit der RUB. Alle übrigen Linien binden dieses Gebiet an die Bochumer Innenstadt (z. T. inkl. des Hauptbahnhofs) bzw. Nachbarkommunen (bspw. Witten) an.

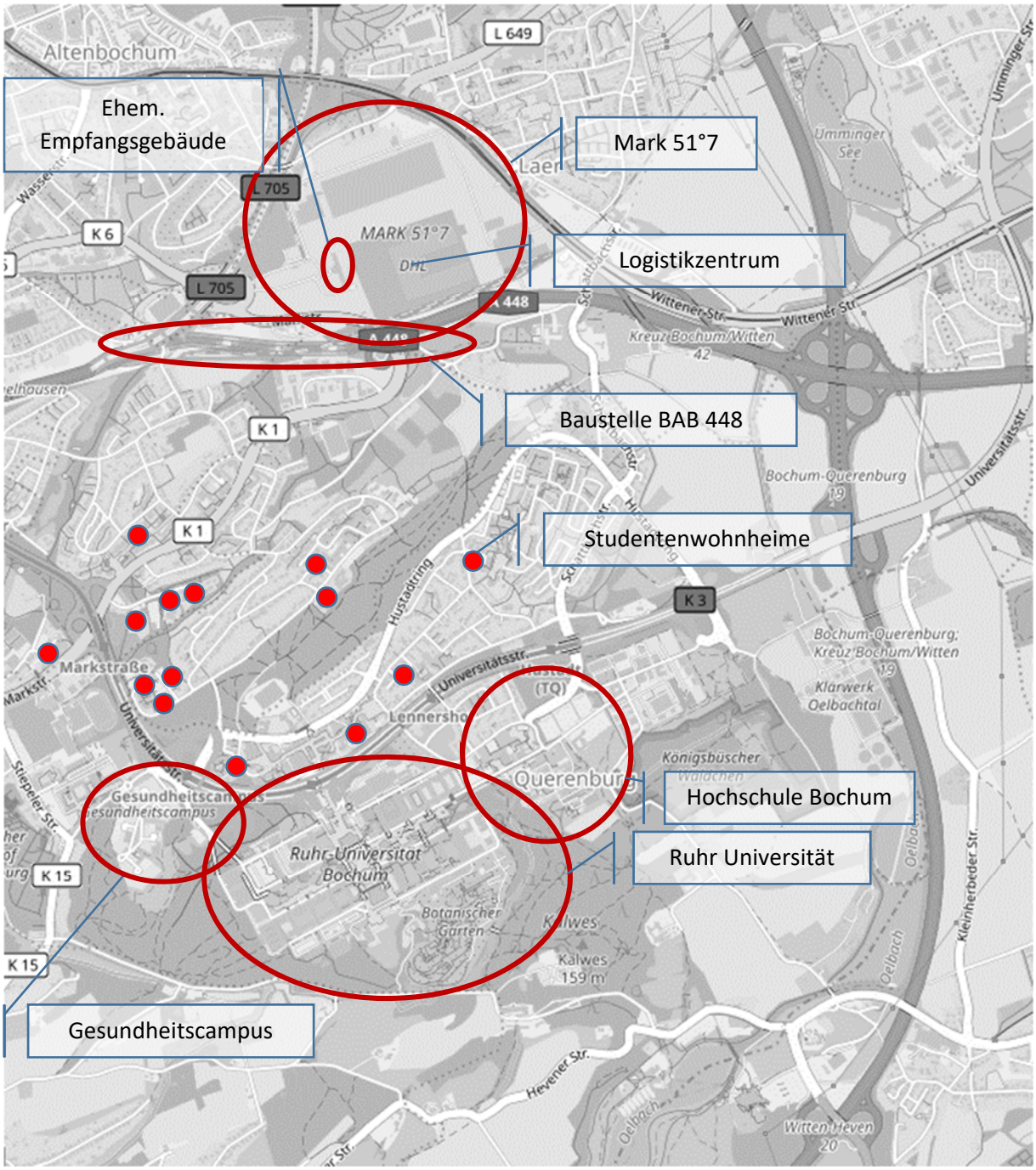


Abbildung 1: Gesamtgebiet; Quelle: www.openstreetmap.de

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

2.1.2 Ruhr Universität Bochum (RUB)

Die Ruhr Universität Bochum (RUB) beherbergt auf einer Fläche von 4,5 km² 20 Fakultäten mit etwa 43.000 Studierenden. Hinzu kommen noch 5.700 Beschäftigte. Direkt östlich der RUB befindet sich die Hochschule Bochum, auf dessen Campus 7.000 Studierende zu finden sind. Auf dem westlich angrenzenden Gesundheitscampus liegt u. a. die Hochschule für Gesundheit (1.300 Studierende), einige gesundheitswissenschaftliche Bereiche der RUB und weitere Forschungseinrichtungen. Zudem generiert der botanische Garten im südlichen Bereich der RUB auch am Wochenende und in der vorlesungsfreien Zeit einen gewissen Zustrom an Menschen (Besucher und Mitarbeiter).

Das „Mittelschiff“ bestehend aus dem Audimax, der Unibibliothek und der Mensa ist auf einer zweiten Ebene angelegt. Ob diese durch Fahrzeuge befahren werden kann, die immer auf der gleichen Spur verkehren, muss geprüft werden. Einzelne Gehwegplatten liegen locker auf und wackeln.

Die hier herrschende Bündelung an wissenschaftlichen Einrichtungen und Forschungsinstituten auf begrenzter Fläche macht ein Ausdehnen notwendig. Daher soll das nördlich gelegene ehemalige Opel-Werk (inzwischen in „Mark 51°7“ umbenannt) zu einem hochmodernen Wissenschafts-, Logistik und Dienstleistungscampus ausgebaut werden, der an den Campus der RUB angeschlossen werden muss.

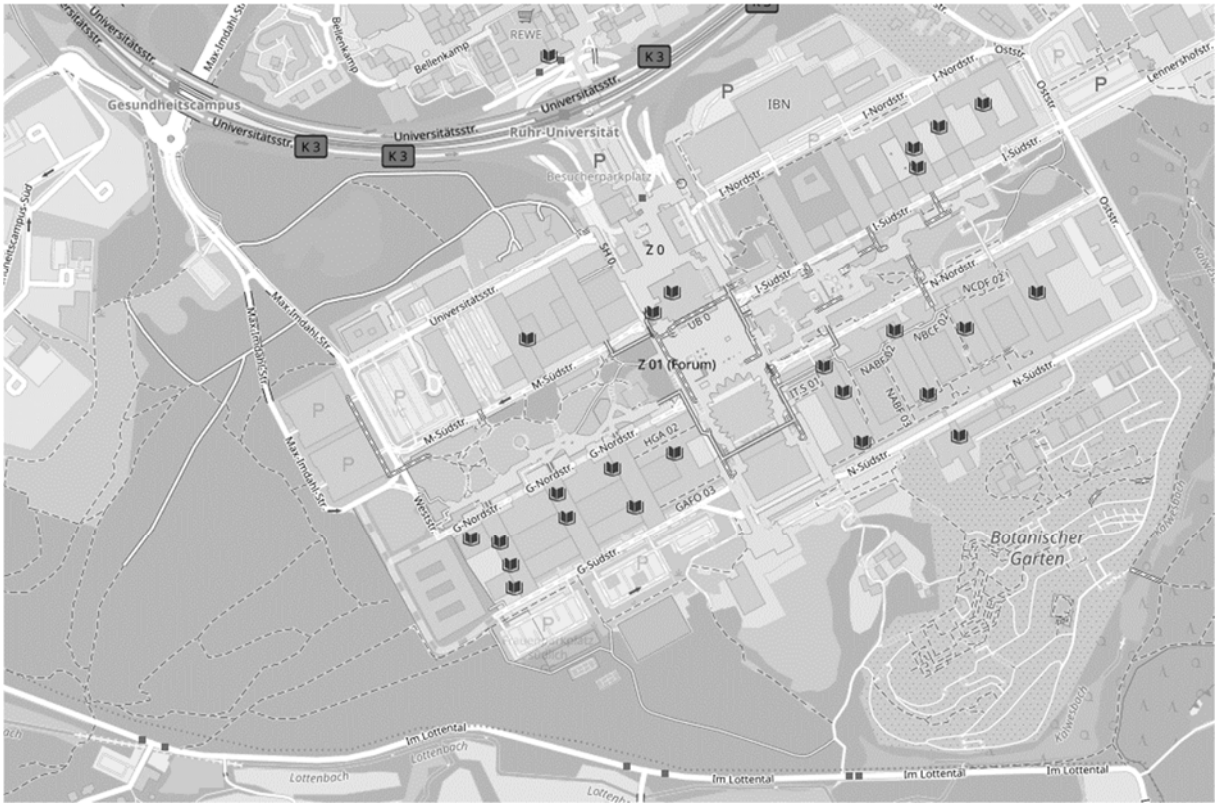


Abbildung 2: Geländeplan RUB, Quelle: www.openstreetmap.de

2.1.3 Mark 51°7

Nach der Schließung des Opel-Werkes im Dezember 2014 wurde das Gelände in den vergangenen Jahren beräumt und allmählig einer anderen Nutzung zugeführt. Neben dem Logistikkonzern „DHL“ wer-

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

den in den kommenden Jahren zahlreiche universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen Einzug halten. Damit diese Forschungseinrichtungen von der angrenzenden exzellenten Hochschullandschaft profitieren und universitäre Einrichtungen dem räumlichen Druck auf dem RUB-Campus entfliehen können, muss Mark 51°7 optimal mit dem RUB-Campus vernetzt sein.

Das Gelände hat eine Größe von 683.000 m², wobei 2/3 als Gewerbe- und Industriefläche und 1/3 als Straßen- und Grünfläche genutzt werden soll. In diesem Jahr wird als erster Betrieb der Logistikkonzern DHL ein hochmodernes Paketzentrum einweihen. Die RUB hat angekündigt, zeitnah mit Transfereinrichtungen wie dem Centrum für Entrepreneurship, Innovation und Transformation (CEIT), der Fakultät der Wirtschaftswissenschaften, der Akademie der RUB, dem Zentrum für angewandte Pastoralforschung (ZAP), dem Fab-Lab (Fabrication Laboratory Hightech-Werkstatt) auf das Gelände zu siedeln.

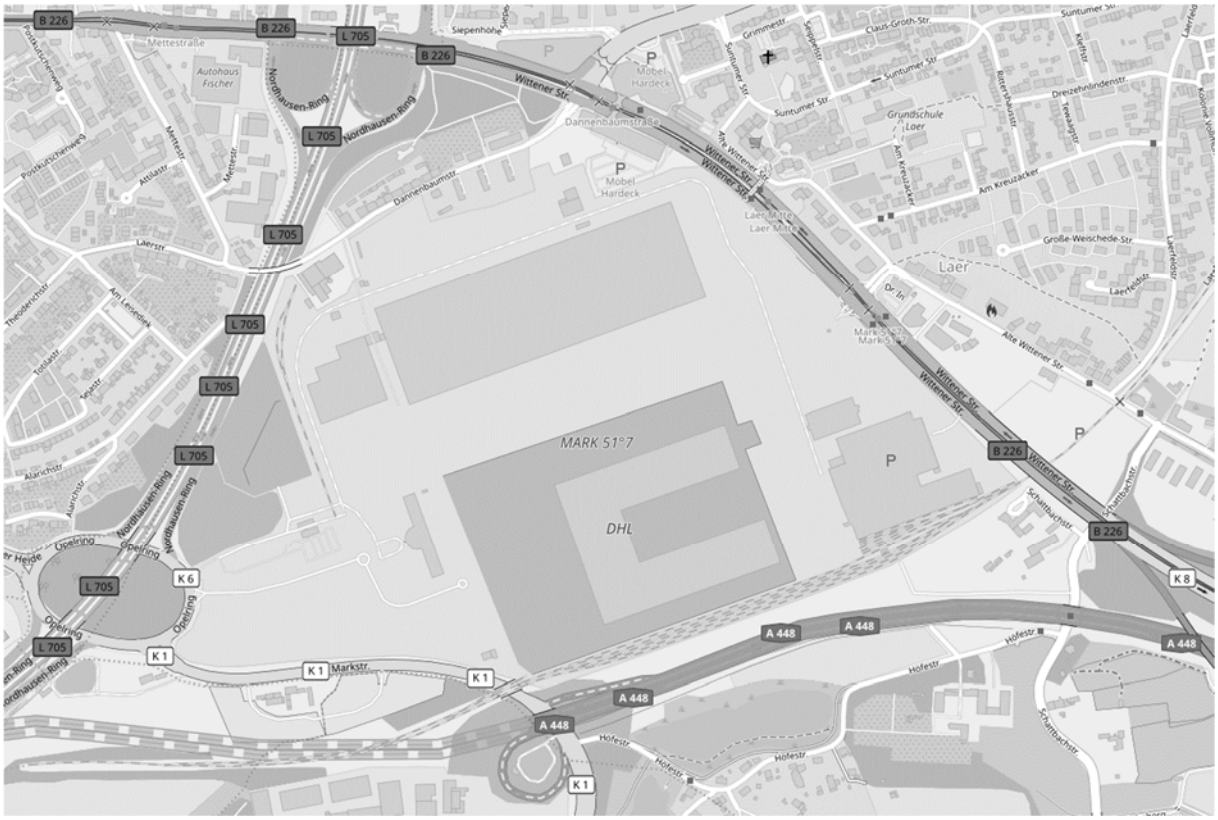


Abbildung 3: Gelände Mark 51°7. Quelle: www.Openstreetmap.de

2.1.4 Gebiet zwischen den beiden Geländen

Das städtische Gebiet zwischen den beiden Geländen umfasst eine Ausdehnung von etwa 3 km in Nord-Süd-Richtung. Markante Trennlinien sind die Universitätsstraße und die hier oberirdisch geführte Stadtbahn im Süden sowie die neue (bzw. in Bau befindliche) BAB 448 bzw. Markstraße im Norden. Die Siedlungsstruktur besteht aus einem klassischen Mischgebiet zwischen Einzelhandel und Wohnbebauung, durchbrochen von einigen Grüngebieten. Es herrscht Mischverkehr unterschiedlicher Intensität im Tagesverlauf. Die meisten untergeordneten Straßen und Wege sind für den Verkehr auf 30 km/h begrenzt.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

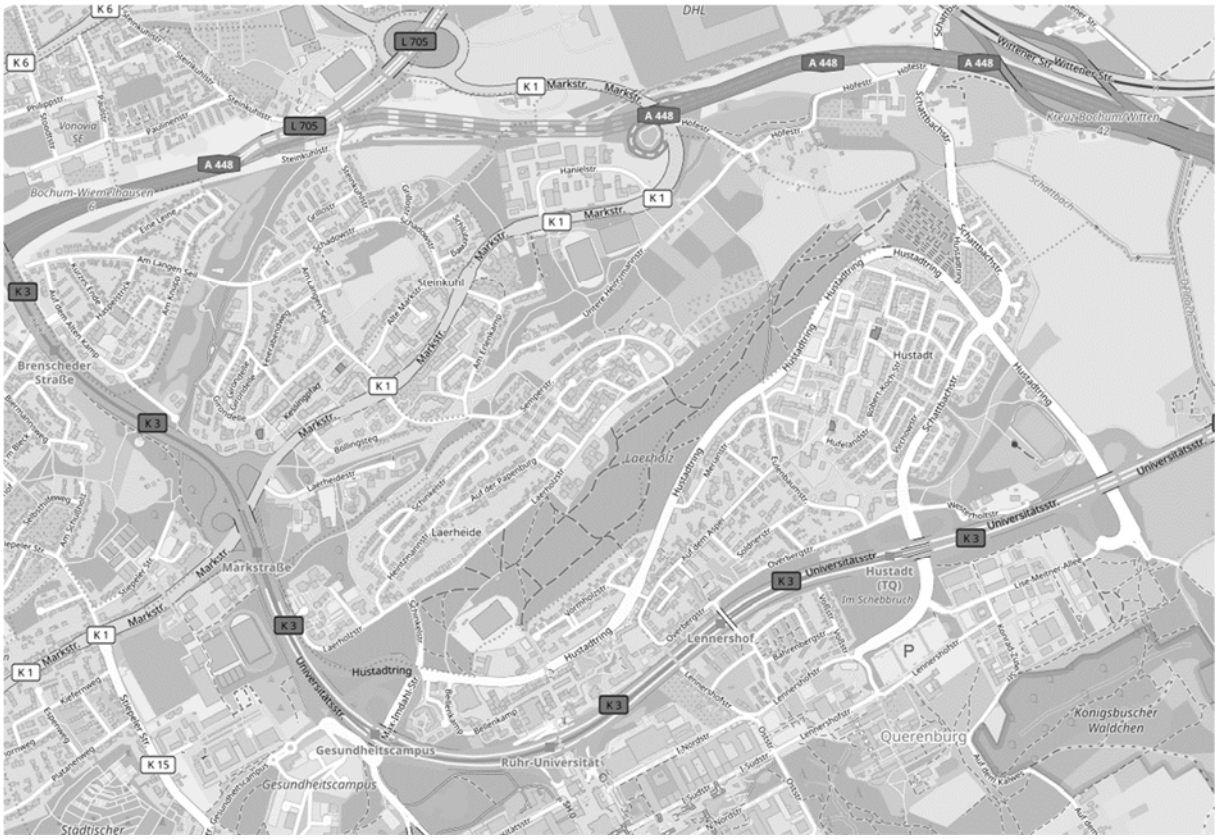


Abbildung 4: Gebiet zwischen den RUB und Mark 51°7, Quelle: www.openstreetmap.de

2.2 Verkehrliche Lage

2.2.1 Ruhr Universität Bochum (RUB)

Die RUB ist durch die U-Bahnlinie 35 im 5- bis 10- (abends 15-) Minutentakt an die Bahnhöfe Bochum und Herne angeschlossen. Neun weitere Buslinien verbinden den Campus mit der Bochumer Innenstadt und umliegenden Orten. Zudem ist der Campus durch eine Schnellbuslinie stündlich an Wuppertal angeschlossen. Außerhalb der Bedienzeiten der U-Bahn kann der Campus durch einen Nachtbus stündlich erreicht werden.

Der Campus selbst kann durch berechtigte Fahrzeuge auf der Nord-, Süd-, Ost- und Weststraße (fast) komplett in der unteren Ebene befahren werden. Ansonsten herrscht auf der oberen Ebene überwiegend Fußverkehr. Zufahrten in die untere Ebene befinden sich im Nordosten, Nordwesten und Norden. Große Parkplätze und -häuser befinden sich im Südwesten und Nordwesten des Geländes, sowie im Norden an der U-Bahnstation „Ruhr-Universität“.

Eine Erschließung des Geländes mit dem Fahrrad ist ebenfalls gegeben. Viele Zuwegungen weißen separate Radwege bzw. Fahrradschutzstreifen aus. Auf dem RUB-Campus selbst und in unmittelbarer Umgebung befinden sich knapp 20 Stationen vom „metropolradruhr Bochum“, an denen Fahrräder ausgeliehen oder zurückgegeben werden können. Die Räder sind für Studenten der RUB und der HS Bochum sowie der Hochschule für Gesundheit immer die ersten 60 Min. kostenlos.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Auf dem städtischen Gebiet zwischen der RUB und Mark 51°7 befinden sich ebenfalls einige Stationen von „metropolradruhr“ und Wege bzw. Straßen mit separaten Radweganlagen.

2.2.2 Mark 51°7

Die Zuwegung zum Gelände soll im Südosten (Haltestelle Mark 51°7) und Südwesten (Opelring) erfolgen. Angeschlossen an den Öffentlichen Verkehr ist das Gelände durch zwei Straßenbahnlinien, drei Buslinien und zwei Nachtbuslinien. Im südlichen Bereich des Geländes gibt bzw. gab es einen Gleisanschluss nach Bochum Langenwehr West. Umgeben ist das Gelände von großen Straßen, wie der B 226, der neuen BAB 448 und der L 705. Aussagen zur verkehrlichen Situation auf dem Gelände können noch nicht getroffen werden.

Das Gelände ist, aufgrund der Umrahmung von großen Straßen, nicht gut mit dem Fahrrad zu erreichen. Inwieweit auf dem Gelände selbst und im Rahmen der Erschließungsarbeiten Radwege und Verleihstationen von „metropolradruhr“ errichtet werden, ist abzuwarten.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

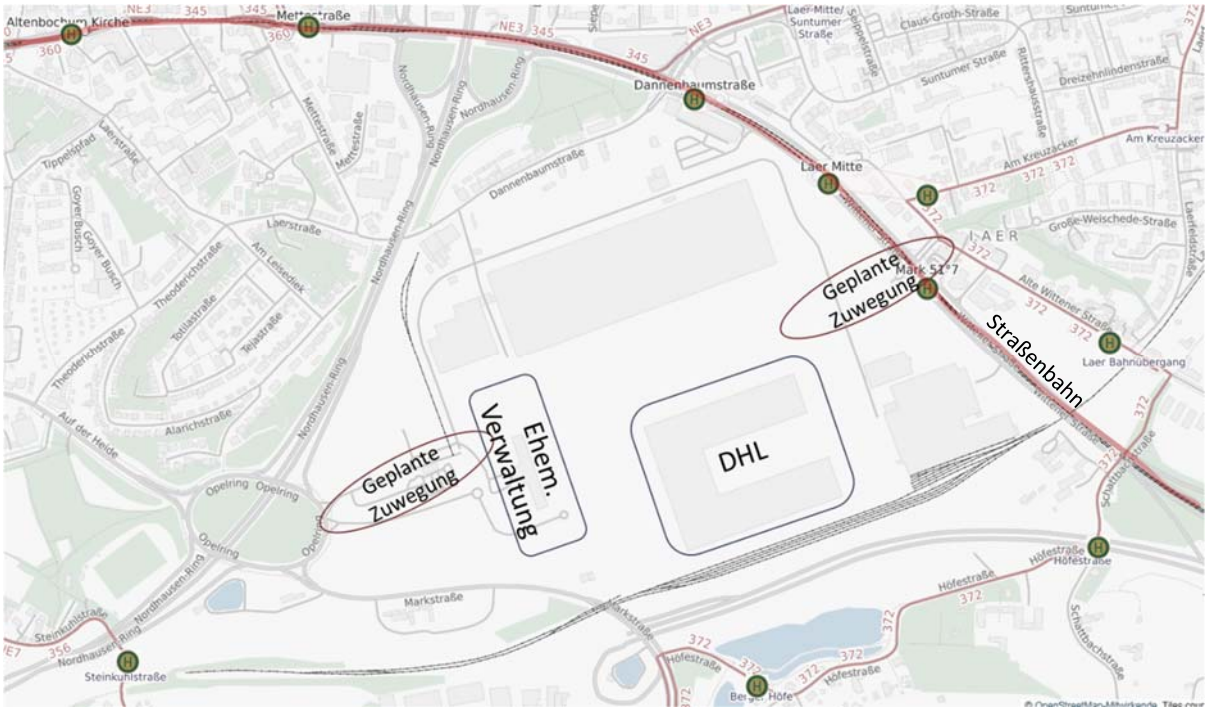


Abbildung 5: Mark 51°7, verändert nach www.openstreetmap.de

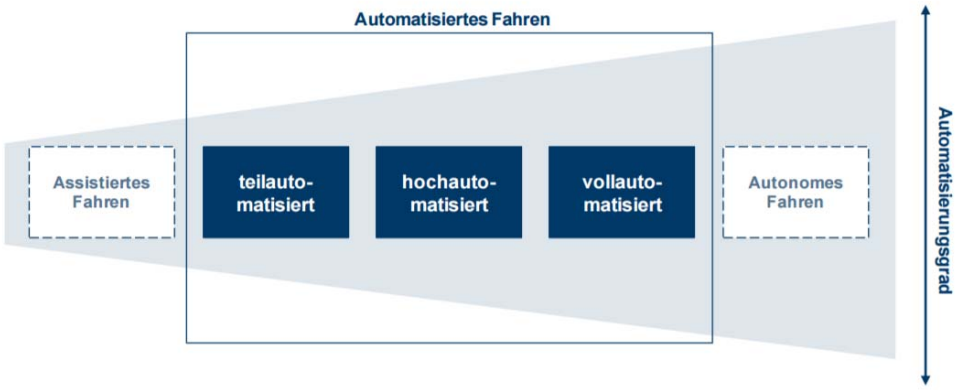
3 ÜBERBLICK ÜBER DIE FUNKTIONSWEISE UND BETRIEBSFORMEN AUTOMATISIERTER MINIBUSSE

3.1 Begriffsklärung

Für eine einheitliche Definition der Automatisierungsgrade wird das von der Bundesregierung gemeinsam mit dem „Runden Tisch Automatisiertes Fahren“ entwickelte Verständnis über die verschiedenen Automationsstufen und Formen der Vernetzung herangezogen.

Derzeit gibt es in Europa noch keinen Anwendungsfall auf öffentlichen Straßen, bei dem die Kleinbusse ohne Begleitpersonal („Sicherheitsfahrer“, „Steward“) unterwegs sind. Die Zulassungen sehen derzeit vor, dass dieser das System dauerhaft überwachen muss und jederzeit zur vollständigen Übernahme der Fahraufgaben in der Lage sein muss. Die Fahrzeuge sind demnach teilautomatisiert zugelassen. Vorgesehen ist jedoch, dass in dem gelernten Gebiet (definierter Anwendungsfall) das Fahrzeug vollständig alle darin vorkommenden Situationen automatisch bewältigt. Es kann demnach als vollautomatisiert bezeichnet werden. Erst, wenn Start und Ziel nicht auf ein vorher gelerntes Umfeld beschränkt sind, kann von autonomem Fahren gesprochen werden. In der Studie wird daher vom automatisierten Fahren gesprochen, da hier sowohl der Fall mit als auch ohne Begleitpersonal abgedeckt ist.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de



Klassifizierung der kontinuierlichen Fahrzeugautomatisierung[1]

Beim **teilautomatisierten Fahren** übernimmt das System sowohl die Längs- als auch die Querführung des Fahrzeugs für einen gewissen Zeitraum oder in spezifischen Situationen. Der Fahrer muss das System jedoch nach wie vor dauerhaft überwachen und jederzeit zur vollständigen Übernahme der Fahraufgabe in der Lage sein.	Wesentliches Unterscheidungsmerkmal **hochautomatisierter Fahrfunktionen** im Vergleich zu den vorangegangenen Automatisierungsstufen ist, dass das Fahrzeug die Längs- und Querführung für einen gewissen Zeitraum oder in spezifischen Situationen übernimmt und der Fahrer das System nicht mehr dauerhaft überwachen muss. Er muss dabei jedoch immer in der Lage sein, die Fahraufgabe nach Aufforderung mit einer angemessenen Zeitreserve wieder vollständig und sicher zu übernehmen.	Bei **vollautomatisierten Fahrfunktionen** übernimmt das System die Fahrzeugführung in einem definierten Anwendungsfall vollständig und bewältigt alle damit verbundenen Situationen automatisch.	Beim **autonomen (fahrerlosen) Fahren** als höchste Automatisierungsstufe übernimmt das System das Fahrzeug vollständig vom Start bis zum Ziel. Alle im Fahrzeug befindlichen Personen sind in diesem Fall Passagiere.

3.2 Funktionsweise

Die bereits heute verfügbaren automatisiert fahrenden Busse lassen sich als Bestandteil des öffentlichen Personennahverkehrs planen und einsetzen. Hergestellt wurden bisher ausschließlich Minibusse mit bis zu 15 Fahrgastplätzen. Fahrzeuge mit einer größeren Kapazität sind zwar angekündigt, aber aktuell noch in der Entwicklungsphase.

Die Navigation erfolgt auf Basis einer exakten digitalen Karte der unmittelbaren Umgebung, einem oder mehrerer programmierter Linienwege und der entsprechenden Technologien für die Ortung. Die Ortung erfolgt mittels differential GPS, Radar (Lidar), optischer Sensoren und Wegstreckenzähler. Die Fahrzeuge können nur dort fahren, wo zuvor ein Fahrweg festgelegt wurde. Hindernissen wird ausge-

1 Quelle: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren S. 5f

wichen, sofern die Fahrzeugsoftware dies ermöglicht, dem Fahrzeug dies innerhalb bestimmter Grenzen „gestattet“ wurde und die entsprechenden Parameter vorher fixiert wurden. Die Fahrzeuge von Easymile und Navya erlauben das selbsttätige Ausweichen noch nicht, dieses Feature ist für das zweite Halbjahr 2018 angekündigt.

Die aktuell verfügbaren automatisierten Busse sind darauf vorbereitet, verschiedene aus dem ÖPNV bekannte Betriebsformen umzusetzen, diese werden nachfolgend beschrieben. Zugrunde gelegt werden hier zunächst die heute in Kleinserie verfügbaren Kleinbusse der französischen Hersteller Navya („Arma“) und Easymile („EZ 10“). Weitere Fahrzeuge befinden sich in der Entwicklung, sind aber derzeit noch nicht auf dem Markt erhältlich. Exemplarisch für die ab Ende 2018 bzw. in 2019 verfügbaren Fahrzeuge ist in der nachfolgenden Tabelle der „CLOUI“ von Paravan aufgeführt. Die wesentlichen hier beschriebenen Planungsansätze sind jedoch fahrzeugunabhängig, so dass hier herstellerneutral und allgemeingültig beschrieben wird. Die wichtigsten Kennzahlen der verfügbaren Fahrzeuge sind nachfolgend aufgeführt. Das Aufladen erfolgt induktiv über Ladestationen oder konduktiv per Kabel und Steckdose.

Fahrzeug	Navya Arma (DL4)	Easymile EZ 10 (v. 2.4)	HFM/Paravan CLOUI
Antrieb	elektrisch	elektrisch	elektrisch
Ladevorgang	induktiv und konduktiv	konduktiv	Konduktiv, optional induktiv
Plätze	11 Sitz-, 4 Stehplätze	6 Sitz-, 6 Stehplätze	8 Sitzplätze
Länge	4,75 m	4,02 m	4,95 m
Breite	2,11 m	2,02 m	2,0 m
Höhe	2,65 m	2,87 m (mit Klimaanlage) 2,56 m (ohne Klimaanlage)	2,20 m
Wenderadius	< 4,50 m	5 m	< 10 m
Leergewicht	2.400 kg	1.800 kg	k. A.
Zulässiges Gesamtgewicht	3.450 kg	2.800 kg	3.500 kg
Höchstgeschwindigkeit	45 km/h	40 km/h	25 km/h (automatischer Modus) 80 km/h (als Pkw)
Reichweite ca.	130 km	k. A.	k. A.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

3.3 Betriebsformen

Linienverkehr mit obligatorischen Haltestellen

Auf Basis der einprogrammierten Strecken und der definierten Haltestellen ist ein Betrieb nach Fahrplan möglich. Bei der Planung der Fahrpläne sind die spezifischen Restriktionen, die sich aus der autonomen Steuerung ergeben, zu berücksichtigen. Dazu gehört die gegenüber dem sonstigen Verkehr reduzierte Höchstgeschwindigkeit.

Bei der obligatorischen Bedienung von Haltestellen hält der Bus an jeder im Fahrplan aufgeführten Haltestelle und öffnet die Tür. Dies erfolgt unabhängig von tatsächlichen Ein- und Aussteigewünschen.

Grundsätzlich sind beliebig viele verschiedene Linienwege und Fahrzeitprofile möglich, so dass eine Anpassung an Verkehrsnachfrage, Betriebskonzept und Betriebsform möglich ist. Diese Betriebsform wird als „Metro-Modus" bezeichnet.

Betriebsform fahrplangebundener Linienverkehr mit bedarfsabhängigen Haltestellen

Die Betriebsform mit bedarfsabhängigen Haltestellen unterscheidet sich von der Betriebsform „Linienverkehr mit obligatorischen Haltestellen" nur durch die Art der Bedienung der Haltestellen.

Im Fall der bedarfsabhängigen Bedienung der Haltestellen hält der Bus nur bei einer Anmeldung des Bedarfs an und öffnet dann die Tür. Die Anmeldung des Bedarfs erfolgt durch den an der Haltestelle wartenden Fahrgast mit Smartphone oder Tablet durch eine App oder per ortsfest installiertem Eingabegerät (z. B. Schalter, Knopf, ortsfestes Tablet) sowie durch den im Bus fahrenden Fahrgast durch Betätigen der Haltewunschtaste. Diese Betriebsform wird als „Bus-Modus" bezeichnet.

Betriebsform Rufbus

Entsprechend der Betriebsform Rufbus oder auch flächenhafter Rufbus im klassischen ÖPNV kann auch der autonom gesteuerte Bus eingesetzt werden. Auf Basis eines für diesen Bus freigegebenen Netzes aus Straßen und definierten Haltestellen (beispielsweise vor jeder Haustür) ist ein Betrieb ohne Fahrplan möglich. Dabei bündelt die hinterlegte Rufbus-Software Fahrtwünsche, damit sich möglichst viele Fahrtwünsche auf eine Fahrt konzentrieren.

Auch in dieser Betriebsform melden die Fahrgäste ihren Fahrtwunsch über eine App an.

Der völlige Verzicht auf einen Fahrplan entsprechend der im ÖPNV bekannten Betriebsform ermöglicht einen sehr bedarfsgerechten Betrieb. Diese Betriebsform wird als „Taxi-Modus" bezeichnet.

Mischen der Betriebsformen

Die beschriebenen Betriebsformen können zeitlich und räumlich differenziert eingesetzt werden.

Eine zeitliche Differenzierung kann sinnvoll sein, wenn in nachfragestarken Verkehrszeiten die Betriebsweise „Metro" ohne Anmeldezwang sinnvoll ist, aber in Schwachverkehrszeiten die Betriebsweise „Taxi" dem Bedarf besser entspricht.

Eine räumliche Differenzierung kann sinnvoll sein, wenn es einen nachfragestarken Streckenabschnitt gibt und abgelegene Streckenteile und abgelegene Haltestellen nur sporadisch angefahren werden

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

müssen. In diesem Fall kann eine Fahrt auf verschiedenen Streckenabschnitten unterschiedliche Betriebsweisen aufweisen.

Fahrtwunschanmeldung per App

Die verfügbaren Systeme der heute vorhandenen Hersteller ermöglichen eine Verknüpfung zwischen dem autonomen Bus und einer gängigen Rufbus-Software mit Anbindung an eine App für die Anmeldung von Fahrtwünschen. Nutzer des Systems können ihren Fahrtwunsch anmelden und im Fall von kurzfristigen Fahrtwünschen den Standort des Fahrzeuges auf einer Karte erkennen.

Empfehlung

Kein verfügbares System kann bzw. darf derzeit im öffentlichen Raum räumlich bedarfsorientiert fahren. Hierfür bedarf es zugelassener Korridore und einer entsprechenden Kommunikation zwischen Fahrzeug und Kunde. Daher wird derzeit empfohlen, ein System aufzubauen, welches in der Anfangsphase im Linienverkehr fährt, später aber insbesondere an den beiden Endpunkten nach Bedarf (räumlich wie zeitlich) verkehrt.

3.4 Haltestellen

Die Haltestelle hat verschiedene Anforderungen zu erfüllen: sie muss nah an Quelle oder Ziel der Fahrtwünsche liegen, sie muss baulich zum Fahrzeug und zur Nutzung des Umfelds passen und ordnungsrechtlich zulässig sein. Zudem soll sie barrierefrei genutzt werden können.

Es gibt Fälle, in denen die Anforderungen an die Gestaltung von Haltestellen für den Ausstieg oder sogar den Einstieg flexibel gehandhabt werden können. Haltestellen für den Einstieg sind im Fall von Anruf-Sammel-Taxen häufig nicht als Haltestellen nach §42 Personenbeförderungsgesetz (PBefG) genehmigt und folglich nicht mit dem Zeichen 224 StVO gekennzeichnet. Haltestellen für den Ausstieg sind im Fall von klassischen Linienverkehren oftmals gar nicht nötig, wenn die Genehmigungsbehörde den Halt auf dem Fahrweg zwischen Haltestellen für den Ausstieg zulässt.

Für die Festlegung von Haltestellen und Anforderungen an Haltestellen sind im PBefG klare Regeln enthalten. Durch entsprechende Genehmigungen durch die zuständige Genehmigungsbehörde können Orte für das Ein- und Aussteigen abweichend vom PBefG geregelt werden. Inwieweit infrastrukturelle Anforderungen an die Barrierefreiheit zu erfüllen sind, hängt auch von der Art des Verkehrs ab: ist es ein Sonderlinienverkehr, der nur von Mitarbeitern bestimmter Firmen genutzt werden kann/darf, ist es möglich, auf die Einhaltung dieser Anforderung zu verzichten. Ein Test der automatisierten Shuttles wäre damit ohne große Infrastrukturmaßnahmen möglich. Bei einem hohen Stellenwert der Barrierefreiheit, bspw. durch die zu erwartende Nutzung vermehrt durch Senioren oder Familien, sollte allerdings auch in einem Test die Barrierefreiheit (provisorisch) hergestellt werden. Die erforderlichen Abwägungen erfordern eine Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde für die Umsetzung nach PBefG.

Empfehlung

Wie oben bereits dargestellt empfehlen wir für den Betrieb die Nutzung von Haltestellen und erst dann den Aufbau eines zeitlich und/oder räumlich nach Bedarf verkehrenden Systems, wenn dies von den System geleistet werden kann und auch zugelassen ist.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

4 ENTWICKLUNG UND BEWERTUNG VON VARIANTEN

4.1 Grobkonzept

Die zwei Streckenvarianten sollen als Verbindung zwischen der RUB und Mark 51°7 dienen. Wobei folgende Prämissen berücksichtigt werden müssen:

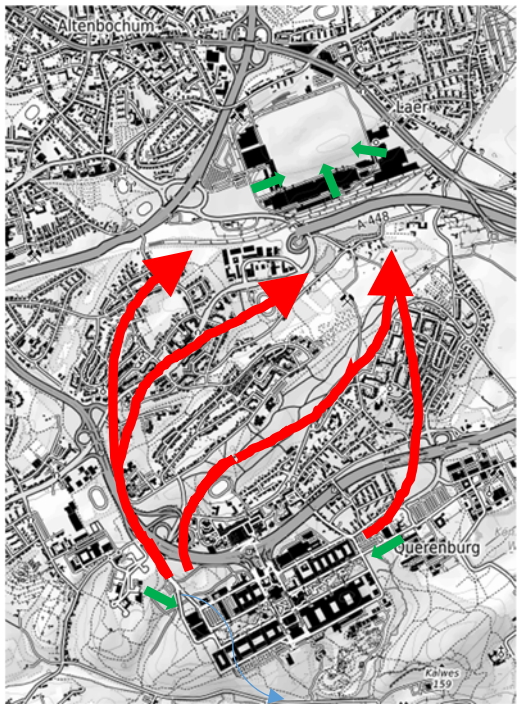
- Streckenverlauf auf eigener Trasse, die parallel als Fuß- und Radweg genutzt werden kann,
- Nutzung möglichst bereits vorhandener Infrastruktur,
- Integration von Schnittstellen zum bestehenden Nahverkehrs- und Radverkehrsnetz,
- Kleinteilige Erschließung der RUB und des Mark 51°7.

Für die beiden Zielgebiete wird eine Feinerschließung vorgesehen, ggf. perspektivisch auch teilflexibel aufgebaut. Es sind drei wesentliche Planungsschwerpunkte mit jeweils anderen Anforderungen vorhanden:

- der Campus der Ruhr Universität mit den beiden vorhandenen und nicht wegeseitig miteinander verbundenen Ebenen,
- das Gelände Mark 51°7, dessen Erreichbarkeit von Süden aus noch nicht endgültig ausgeprägt ist,
- das Gebiet zwischen den beiden Räumen mit seinen topographischen und infrastrukturellen Gegebenheiten.

Die sich ergebenden grundsätzlichen Planungskorridore sind in der nebenstehenden Skizze dargestellt.

4.2 Varianten für den Streckenverlauf



Die Varianten werden geprägt von den Möglichkeiten der Nutzung bzw. Umnutzung von Infrastruktur und Wegen an beiden Endpunkten und auf dem verbindenden Streckenabschnitt. Wir skizzieren nachfolgend für diese drei Orte bzw. Abschnitte die erkennbaren Möglichkeiten, daran anschließend werden diese zu Varianten zusammengebunden, im Anschluss erfolgt eine Bewertung und die Auswahl einer Vorzugsvariante.

Ruhr Universität Bochum

Wir gehen zunächst von einer Anbindung in der unteren Ebene aus. Auch wenn die obere Ebene wegen der kurzen und barrierefreien Zugänglichkeit anzustreben ist, entstehen dort zu viele Konflikte zwischen den Fußgängern und den Shuttles, verbunden mit entsprechenden Fahrzeitverlängerungen und erhöhtem Fahrzeugbedarf.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Die untere Ebene weist den Nachteil auf, dass sie im zentralen Teil der Anlage unterhalb der Gebäude führt, hier ist kein für die Fahrzeuge erforderlicher GPS-Empfang möglich, im Rahmen einer Feinplanung wären hier entsprechende technische Lösungen in Abhängigkeit vom ausgewählten Fahrzeug bzw. System vorzusehen.

Um das Gelände zu erreichen, sind grundsätzlich drei Wege möglich:

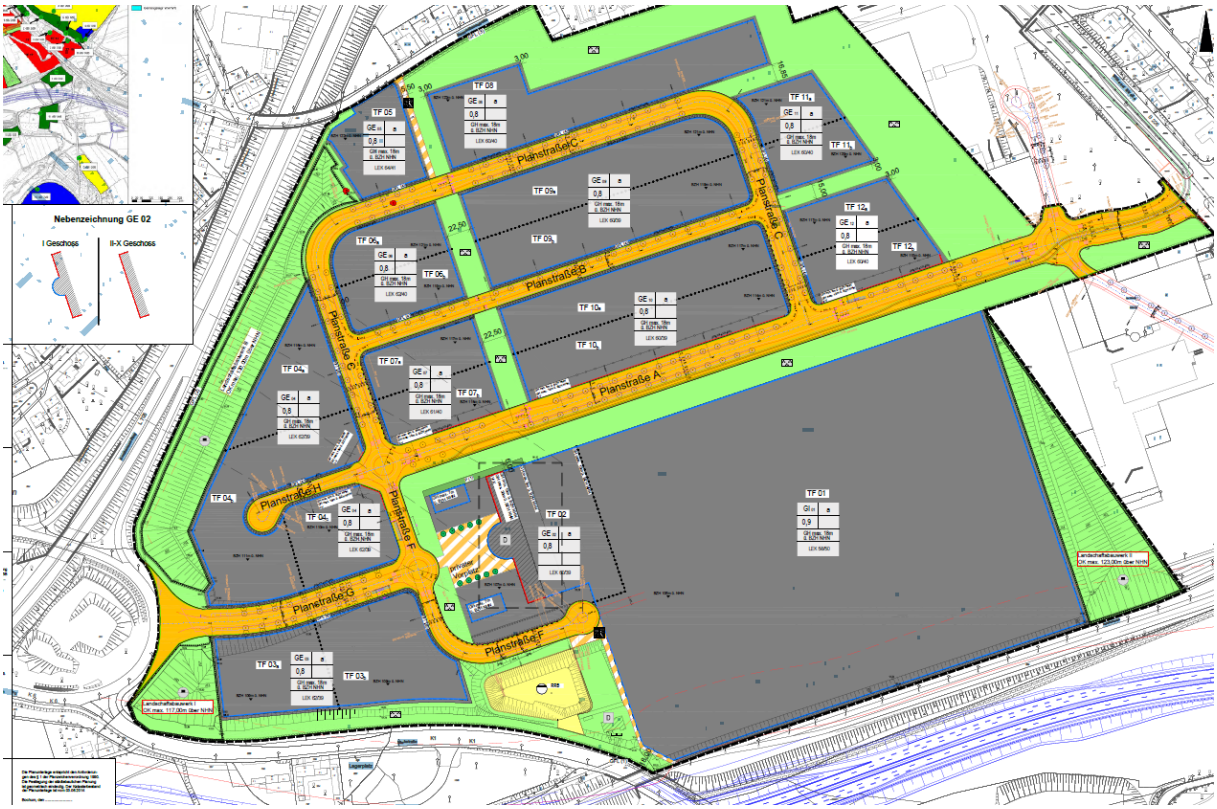
- von Nordwesten über die Max-Imdahl-Straße,
- von Norden zentral über die Universitätsstraße,
- von Nordosten über die Oststraße und Lennershofstraße.

Auch wenn die Bushaltestelle in der unteren Ebene unterhalb des zentralen Eingangsbereiches der Universität liegt und somit gute Bedingungen für den Ein- und Ausstieg sowie für die Verknüpfung aufweist, verzichten wir auf diese Variante der Anbindung. Die Zuführung ist sehr komplex und zwingt zur Nutzung der mit jeweils zwei Richtungsfahrstreifen versehenen Universitätsstraße mit hohem Verkehrsaufkommen und relativ höherer Geschwindigkeit. Daher wird nur noch der nordwestliche und der nordöstliche Zugang betrachtet.

Mark 51°7

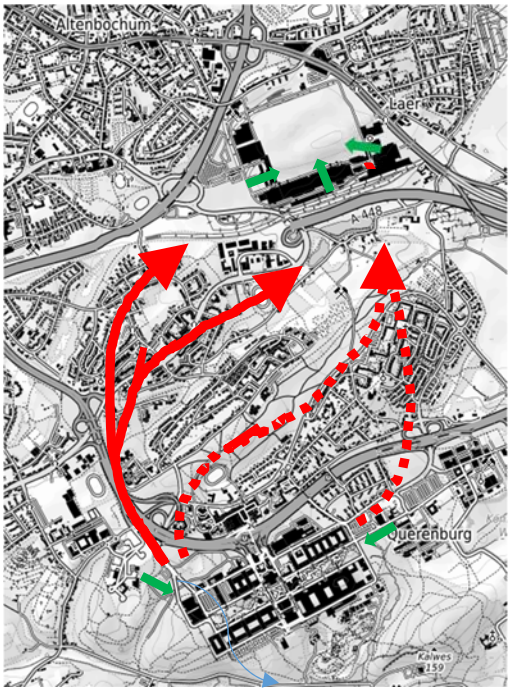
Das Gelände befindet sich in Entwicklung. Der Bebauungsplan 947 zeigt eine straßenseitige Anbindung im Westen über die Planstraße G und den vorhandenen Kreisverkehr „Opelring“ und eine Anbindung im Osten über die Wittener Straße. Ob weitere Zugänge insbesondere im Süden im Bereich der Brücke der Anschlussbahn über die Markstraße möglich sind, muss im Rahmen einer vertiefenden Umsetzungsplanung geklärt werden.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de



Querenburg

Grundsätzlich sind zwei Korridore zum Durchfahren denkbar, einer westlich (Markstraße/Kessingplatz), einer östlich (Hustadtring/Professorenviertel). Aufgrund der topographischen Ausprägung, des vorhandenen Grünzuges zwischen Laerholzstraße und Hustadtring sowie der nördlichen Begrenzung durch die BAB A 448 und das vorhandene DHL-Gebäude reduzieren sich die Freiheitsgrade bei der Wahl eines Korridors beträchtlich. Da im östlichen Korridor lediglich eine Einfahrt auf das Gelände Mark 51°7 über die vierstreifige Wittener Straße möglich ist und der Komplexitätsgrad zu hoch erscheint, wird im weiteren Bearbeitungsverlauf nur der westliche Korridor verfolgt.



Auf dieser Basis werden einige Varianten entwickelt und bewertet.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

4.3 Bewertungsverfahren

4.3.1 Verfahren

Auch wenn die Anwendung des hier beschriebenen Bewertungsverfahrens für den vorliegenden Anwendungsfall nicht erforderlich ist, wird nachfolgend – als Empfehlung für weitere Anwendungsfälle mit dann ggf. mehreren Varianten in der Streckenführung – das Verfahren beschrieben.

Ziel für Anwendung dieses Verfahrens ist die begründete Reduzierung von zu betrachtenden konzeptionellen Varianten. Die beschriebenen Konzepte werden kurz bewertet, um die weiteren Konkretisierungen anhand verschiedener Varianten und einer Vorzugsvariante durchführen zu können. Diese Bewertung folgt im Grundsatz dem "Formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahren" der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Dies führt zu folgender Vorgehensweise:

- Die Bewertung erfolgt aus der Sicht der Zielgruppen „Fahrgäste“, „Betreiber“, „Allgemeinheit/Nutzer des Geländes“ und „Stadt/Hochschule“, so dass alle Wirkungen berücksichtigt werden können. Dafür wurde ein Kriterienkatalog erstellt, anhand dessen die Wirkungen der jeweiligen Variante auf die ausgewählten Zielgruppen beurteilt werden können. Alle maßgeblichen Wirkungen werden betrachtet und deren Ausprägungen eingeschätzt. Auf diese Weise kann eine Bewertung nach einer festgelegten Bewertungsskala vorgenommen werden.
- Es erfolgt keine Gewichtung, weder zwischen den Interessengruppen noch zwischen den einzelnen Kriterien.
- Die Bewertung erfolgt anhand von Punkten innerhalb einer Skala.

4.3.2 Interessengruppe

Die Planungsvarianten wurden aus verschiedenen Blickwinkeln grob und qualitativ bewertet. Diese Blickwinkel schließen die unmittelbar betroffenen Akteure, aber auch die Stadt als übergeordnete Institution und die Allgemeinheit als Betroffene ein. Damit soll sichergestellt werden, dass der Anteil der berücksichtigten Belange bei einer Überplanung des ÖPNV-Angebotes möglichst hoch ist.

- Die Interessengruppe „Fahrgäste“ sind die potenziellen Nutzer der Shuttles.
- Die Interessengruppe „Betreiber“ steht für die BOGESTRA als Betreiber des ÖPNV in der Stadt.
- Die Interessengruppe „Allgemeinheit“ umfasst die von der zu bewertenden Planung betroffenen Personen (ohne die bereits in der Interessengruppe „Fahrgäste“ berücksichtigten Personen).
- Die Interessengruppe „Stadt/RUB/Mark 51°7“ steht für die Universität und dem Technologie- und Gründerzentrum als Einrichtungen sowie die Stadt Bochum als ÖPNV-Aufgabenträger und als Finanzierungsverantwortliche für den ÖPNV in der Stadt.

4.3.3 Bewertungskriterien

Die Bewertungskriterien decken die Hauptinteressen der Interessengruppen ab. Ein Kriterium wird über alle Interessengruppen hinweg nur einmal bewertet, um Mehrfachbewertungen (und damit vorrangig Überbewertungen) auszuschließen.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Interessengruppe	Kriterium
Fahrgäste	Erschließung
	Reisezeit
	Integration ÖPNV
Betreiber	Befahrbarkeit (auch Topographie)
	Störungsanfälligkeit
	Wirkungen auf übrigen ÖPNV
Allgemeinheit	Lärm und Erschütterungen
	Parkraum
	Verkehrsfluss (Knotenpunkte und Verbindungen)
Stadt/RUB/Mark 51°7	Kosten (Investition und Betrieb)
	Flächenverfügbarkeit
	Integration Radverkehr

Kriterien aus der Sicht der Fahrgäste

Die Fahrgäste wünschen sich ein attraktives Angebot mit kurzen Reisezeiten, möglichst wenigen Umstiegen, dichter Fahrtenfolge und hohem Komfort. Der Bewertung liegen daher drei Kriterien zugrunde:

- Kriterium „Erschließung"
  - Lage, Anzahl der ÖPNV-Haltestellen und die Länge der Zugangswege bestimmen die Erschließung des Verkehrsgebietes mit einem Verkehrsmittel. Für eine gute Erschließung ist eine entsprechende Bedienungshäufigkeit erforderlich. Bewertet wird hier die gesamte Stadt und nicht nur die autonome(n) Linie(n).
- Kriterium „Reisezeit"
  - Betrachtet wurden die Veränderungen der Reisezeit gegenüber heute. Die Reisezeit umfasst Fußwege vom Ausgangspunkt/zum Ziel, die Fahrzeiten in den Verkehrsmitteln, Warte- und Fußwegzeiten beim Umsteigen.
- Kriterium „Integration ÖPNV "
  - Mit Blick auf die möglichen Anschlüsse an den ÖPNV im Bedienungskorridor werden deren Anzahl und Qualitäten bewertet.

Kriterien aus der Sicht des Betreibers

Ein Verkehrsunternehmen muss sich vorrangig mit der betrieblichen Organisation und Durchführung des Verkehrs und dessen Wirkungen auf die anderen ÖPNV- und SPNV-Verkehre auseinandersetzen. Auch hier werden drei Kriterien ausgewählt:

- Kriterium „Befahrbarkeit“
  - Bei diesem Kriterium geht es um die Befahrbarkeit der vorgesehenen Wege und Straßen, zu jeder Tages- und Jahreszeit. Dabei wird auch die Topographie berücksichtigt.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

- Kriterium „Störungsanfälligkeit autonomer Verkehr“
  - Die "betriebliche Stabilität" einer Planungsvariante ist vor allem abhängig von Störpotenzialen im Linienverlauf und der Abhängigkeit der einzelnen Linien voneinander. Störungen des automatisierten Busses beispielsweise durch Blockierungen des Fahrweges wirken sich allerdings stärker auf den Betrieb aus, da ein Ausweichen aufgrund der erforderlichen Einschätzung der Situation durch das System und dessen „vorsichtige“ Herangehensweise mehr Zeit in Anspruch nehmen dürfte.
- Kriterium „Wirkungen auf übrigen ÖPNV“
  - Der hier zu bewertende Verkehr wird nur wenig Einfluss auf die Betriebsdurchführung der übrigen ÖPNV-Linien haben, umgekehrt jedoch durchaus Wirkungen haben (Fahrgäste von/zur ÖV-Haltestelle nutzen dieselben Wege und zwingen zur niedrigen Geschwindigkeit). Es wird eingeschätzt, wie groß diese Wirkungen für die Betriebsabwicklung des automatisierten Systems sind.

Kriterien aus der Sicht der Allgemeinheit

Die aus Sicht der Allgemeinheit betrachteten Kriterien betreffen die Stadt als Lebensraum. Die verschiedenen Planungsvarianten weisen unterschiedliche Wirkungen auf. Diese können anhand von zu erwartenden Qualitätsniveaus bei verschiedenen Kriterien (hier z. B. beim Parkraum oder dem Verkehrsfluss) abgeschätzt werden.

- Kriterium „Lärm und Erschütterungen“
  - Es wird bewertet, ob es zu mehr oder zu weniger Lärm im Planungsraum kommt, vorrangig bewirkt durch Verlagerungen in der Verkehrsmittelwahl.
- Kriterium „Parkraum“
  - Veränderungen in der Verfügbarkeit von Parkraum werden aus Sicht der Allgemeinheit bewertet. Wird dieser verringert durch das zu bewertende Verkehrsmittel, wird dies von der Allgemeinheit in der Regel als Abwertung empfunden.
- Kriterium „Verkehrsfluss“
  - Während mit dem Kriterium „Störungsanfälligkeit autonomer Verkehr“ bei der Interessengruppe „Verkehrsunternehmen“ die Wirkungen innerhalb des ÖPNV bewertet werden, wird hier unter „Verkehrsfluss“ die Wirkung auf den übrigen Verkehr in Knotenpunkten und auf den Verbindungen betrachtet, Erfahrungen aus anderen Anwendungen gehen hier ein.

Kriterien aus der Sicht der Stadt, RUB und Mark 51°7

Der ÖPNV-Aufgabenträger stellt die finanziellen Mittel für den Betrieb des Busverkehrs sowie die Errichtung von ggf. erforderlicher Infrastruktur zur Verfügung. Primär berücksichtigt wird dabei der Zuschussbedarf für den Betriebsaufwand.

- Kriterium „Kosten (Investition und Betrieb)“
  - Der investive und betriebliche Aufwand für Fahrzeuge, Systemkosten, Infrastruktur und Betriebsaufwand wird auf Basis einer qualitativen Abschätzung bewertet.
- Kriterium „Flächenverfügbarkeit“
  - Häufig führt die Einrichtung eines Verkehrssystems zu erforderlichen baulichen Maßnahmen, die auch Flächen in Anspruch nehmen, die vorher anderen Ansprüchen zur Verfügung

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

standen, z. B. Grünfläche. Die Wirkung der Nutzungsänderung wird hier versucht zu bewerten.

- Kriterium „Integration Radverkehr“
  - Die Verkehrswege werden beansprucht, es wird ggf. auch Fahrradstreifen geben, die von den Shuttles mitgenutzt werden sollen. Das Potenzial passfähiger Lösungen ohne zusätzliches Konfliktpotenzial wird hier bewertet.

4.3.4 Bewertungsskala

Bei der Bewertung wurden die Wirkungen der Planungsvarianten gegenübergestellt und bewertet. Die Wirkungen der Varianten werden auf einer Skala von „—“ („mangelhaft“) bis „++“ („sehr gut“) bewertet. Die Gesamtwertung ist die Summe oder alternativ das arithmetische Mittel der Wertungen der einzelnen Kriterien.

Bewertung	Interpretation	Wirkung bei Summenbildung
--	mangelhaft	-2 Punkte
-	ausreichend	-1 Punkt
O	befriedigend	0 Punkte
+	gut	+1 Punkt
++	sehr gut	+2 Punkte

5 KONZEPTENTWICKLUNG

5.1 Vorbemerkungen zu Anforderungen der Leistungsbeschreibung

Im Vorfeld zu den Ausführungen zur Konzeptentwicklung müssen wir auf Basis unserer Erfahrung mit der Konzeptentwicklung und der Umsetzung von Verkehren mit automatisierten Shuttles sowie aus einem stetigen Austausch u. a. mit den Herstellern und Entwicklern dieser Systeme auf einige Punkte hinweisen:

- Exklusivität der Trassen für Shuttles und Rad- und Fußverkehr
  - Wir raten davon ab, auf Basis exklusiver Trassen zu planen. Diese Anforderung Kann nicht bzw. nur abschnittsweise erfüllt werden, denn die kleinen Wege sind zu schmal für den erforderlichen Zweirichtungsbetrieb. Benötigt würde eine Breite von 5,5 bis 6,0 Metern, zudem sind diese Wege zu befestigen, eine wassergebundene Decke reicht nicht.
  - Eine geringere Fahrbahnbreite führt nicht nur zu betrieblichen Einschränkungen im Zweirichtungsverkehr mit den Shuttles, sondern führt auch zu potenziellen Konflikten mit dem Rad- und Fußverkehr. Dies ist soweit möglich zu vermeiden.
- Möglichst wenig Flächenerwerb

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

  - Der geringstmögliche Flächenerwerb entsteht durch die Nutzung öffentlichen Straßenraums. Dies ist ohnehin erforderlich, um Konflikte mit dem Rad- und Fußverkehr zu vermeiden und wird sich durch die nachfolgend beschriebene Konzeption ziehen. Sofern es sich aus Gründen der Linienführung oder der Umfahrung potenziell konfliktreicher Punkte im Straßen-/Wegenetz anbietet, werden auf einzelnen Streckenabschnitten auch Varianten verfolgt, die Flächenerwerb oder mindestens eine Umnutzung von Flächen nach sich ziehen.
- Möglichst wenig Konfliktpunkte mit dem Straßenverkehr
  - Die Minimierung von Konfliktpunkten sowohl mit dem Straßenverkehr (MIV, Rad, Fuß), aber auch mit anderen Nutzungen (z. B. Ein-/Ausfahrten oder temporäre Hindernisse im Streckenverlauf) ist ohnehin Ziel der Konzeption, da eine Betriebsgenehmigung nach geltendem Recht (StVZO) sonst gefährdet wäre. Dies im Detail zu planen und abzustimmen, wäre Gegenstand eines nachfolgenden Arbeitsschrittes zur Umsetzungsplanung.
  - Für die Genehmigung eines Verkehres mit automatisierten Shuttles ist insbesondere die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der befahrenen Straße und die Differenzgeschwindigkeit (zwischen Shuttle und umgebendem Verkehr) relevant. Eine bereits vorhandene Tempo-30-Regelung erleichtert dies.
- Schaffen von Schnittstellen Rad/Shuttle
  - Wir raten davon ab, einen Fokus auf Schnittstellen zwischen Fahrradverkehr und den automatisierten Shuttles zu legen. Die Höchstgeschwindigkeit dieser Shuttles liegt aktuell bei 15 bis 25 km/h, bei der systembedingt vorsichtigen und passiven Fahrweise entstehen durchschnittliche Geschwindigkeiten, die unterhalb der im Radverkehr üblichen liegen. Es wird niemand ein P&R-System zwischen diesen beiden Verkehrssystemen nutzen.
  - An einzelnen Haltestellen sollten bei besonderer Lagegunst und im Einzelfall dennoch Abstellmöglichkeiten für Fahrräder geschaffen werden.
- Schaffen von (teil-)flexiblen Angeboten
  - Die aktuell verfügbaren Systeme sind noch nicht in der Lage, einen bedarfsorientiert aufgebauten Betrieb durchzuführen, vorbereitet und geplant ist dies dennoch. Zudem ist dieser Betrieb (abseits der „virtuellen Schiene“ und innerhalb eines vorgegebenen Korridors) wieder gesondert genehmigungspflichtig. Selbst ein Halt auf Wunsch ist aktuell noch nicht umgesetzt, hierfür ist eine Kommunikation zwischen der Haltestelle bzw. den Einsteigewilligen und dem Fahrzeug erforderlich.
  - Auch dieses Feature ist absehbar in den kommenden Jahren verfügbar, kann dann aber auch flexibel z. B. auf dem Gelände Mark 51°7 und auf dem Gelände der RUB genutzt werden.

5.2 Streckenabschnitte

Die Varianten entwickeln sich aus den Festlegungen aus Kapitel 4.2 und werden nachfolgend kurz beschrieben. Allen Varianten gemeinsam ist das Umsetzen von Erfahrungen mit den am Markt verfügbaren Fahrzeugen, deren Anwendungsumgebungen und Grenzen sowie eine Einschätzung zur Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge, die ab 2019 verfügbar sein sollen. Einige der Letztgenannten werden im zweiten Halbjahr 2018 vorgestellt, erste Einsätze im Regelbetrieb sind für 2019 zu erwarten sein. Daher können hierzu nur vorsichtige Einschätzungen herangezogen werden, wesentliche Basis jedoch müssen die Erfahrungen mit den vorhandenen Fahrzeugen sein.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

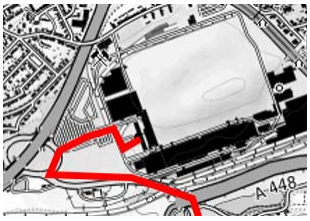
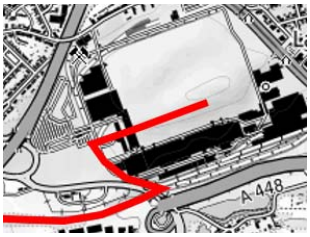
Drei wesentliche Merkmale bzw. Rahmenbedingungen seien der Variantenbeschreibung vorangestellt:

- Die Fahrzeuge dürfen im Fahrgastbetrieb in Europa aktuell Geschwindigkeiten von 15 bis 25 km/h erreichen. Die neuen Fahrzeuge sind für Geschwindigkeiten von 50 km/h ausgelegt, von der Zulassungsfähigkeit gemäß StVO und StVZO ist auszugehen. Welche Geschwindigkeit diese Fahrzeuge jedoch in der konkreten Anwendungsumgebung fahren dürfen, hängt von den Aussagen der jeweils eingeschalteten Prüforganisation und deren Sachverständigen sowie von der jeweils zuständigen Straßenverkehrsbehörde.
- Die Hersteller empfehlen maximale Streckenlängen von bis zu maximal 3,5 Kilometern, was mit der Leistungs- und Speicherfähigkeit sowie der Geschwindigkeit der Signalverarbeitung durch die auf dem Fahrzeug befindlichen Rechner zusammenhängt.
- Der Betrieb erfolgt aktuell und nach Einschätzung der Akteure bis auf Weiteres nur mit im Fahrzeug befindlichen Begleitern, die formal die Aufgabe des Fahrzeugführers übernehmen.

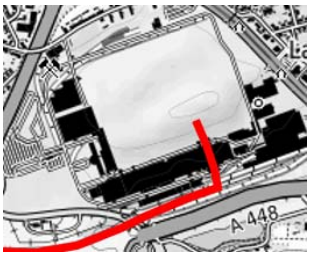
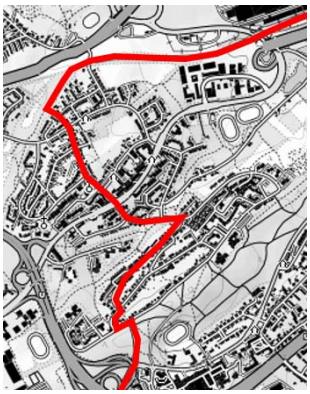
Daher empfehlen wir, den Komplexitätsgrad bei den jeweiligen Anwendungen möglichst zu begrenzen und auch potenzielle und zu berücksichtigende Konflikte im Fahrtverlauf durch eine geeignete Streckenauswahl zu vermeiden bzw. in der Anzahl zu reduzieren.

Die Varianten bestehen jeweils aus drei Abschnitten:

- im Norden der Abschnitt zwischen Mark 51°7 und den südlich angrenzenden Wohngebieten bzw. der Markstraße (in der Tabelle mit „N“ gekennzeichnet),
- im Süden der Abschnitt zwischen der Ruhr Universität und dem Knoten Hustadtring / Schinkelstraße (in der Tabelle mit „S“ gekennzeichnet) sowie
- dazwischen die Verbindung zwischen diesen beiden Zielen (in der Tabelle mit „M“ gekennzeichnet).

Bezeichnung	**Prinzip**	**Beschreibung**
N1		Zufahrt auf das Gelände über die Planstraße G, den Opelring und die Markstraße
N2		Zufahrt auf das Gelände über die Planstraße G und herzustellender Rampe auf das Niveau der Gleisanlagen und der Brücke über die Markstraße (wobei für den weiter westlich liegenden Teil nach vorliegenden Unterlagen keine Möglichkeit zur Querung der A448 besteht, ggf. Führung nördlich der A448 und Querung noch weiter westlich)

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Bezeichnung	Prinzip	Beschreibung
N3		Zufahrt auf das Gelände über das Baufeld TF 01, die umzubauenden Gleisanlagen und die Brücke über die Markstraße (für den weiter westlich liegenden Teil s. Anmerkung zu N2)
M1		Strecke führt auf der Trasse der Anschlussbahn 600 Meter lang bis westlich der Steinkuhlstraße (alternativ nördlich der A448), schwenkt dann nach Südwesten auf einem Fuß-/Radweg an, führt weiter nach Süden auf „Am Langen Seil“, Semperstraße und Schinkelstraße. Diese Variante funktioniert nur, wenn die in Bau befindliche A448 westlich der Markstraße unterfahren werden kann.
M2		Strecke führt von Norden kommend auf der Markstraße bis zum Kreisverkehr Semperstraße / Am Langen Seil / Markstraße, dann weiter auf Semperstraße und Schinkelstraße
S1		Strecke führt von Nordwesten kommend in die Max-Imdahl-Straße, an der Stadtbahnhaltestelle Gesundheitsampus vorbei, dann M-Südstraße (alternativ G-Nordstraße), unterhalb des Forums weiter zur I-Nordstraße (oder I-Südstraße), führt über die Lennershofstraße und Im Westenfeld bzw. in Gegenrichtung durch Zum Schebbruch zur Stadtbahnhaltestelle Lennershof

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Bezeichnung	Prinzip	Beschreibung
S2		wie S1, aber gegen den Uhrzeigersinn nur in einer Fahrtrichtung und über die Stadtbahnhaltestelle Lennershof hinaus durch die Overbergstraße und den Hustadtring zur Schinkelstraße
S3		Wie S1 und S2, aber beginnend am Parkplatz an M-Südstraße und in beiden Fahrtrichtungen fahrend, keine Anbindung Stadtbahnhaltestelle Gesundheitscampus

Für die Bewertung der Zufahrt im Norden ist der mittlere Abschnitt ausschlaggebend, abhängig von der Herstellung der Befahrbarkeit der Trasse der Anschlussbahn (sofern diese nach Bau der A448 mindestens in Teilen noch zur Verfügung steht oder eine alternative Streckenführung z. B. zwischen der A448 und dem Opelring genutzt werden kann) und der Möglichkeit, von dieser auf das Gelände Mark 51°7 zu gelangen. Aus den o. g. Gründen der Konfliktvermeidung empfehlen wir die Nutzung der Trasse der Anschlussbahn, da hier über einen längeren Abschnitt relativ zügig gefahren werden kann. Für die Auswahl der Varianten in den beiden Zielgebieten wird das bereits beschriebene vereinfachte Bewertungsverfahren angewandt.

5.3 Varianten

5.3.1 Bewertung der Varianten und Auswahl einer Vorzugsvariante

Die Varianten unterscheiden sich in Bezug auf Aufwand und Nutzen, Chance und Risiko. Daher werden sie nachfolgend aus den vier vorn beschriebenen Blickwinkeln grob bewertet. Die Vorzugsvariante wird dann den nachfolgenden Betrachtungen in Bezug auf Infrastruktur und Kosten zugrunde gelegt.

Bewertung Abschnitt Norden				
Betroffene	**Kriterium**	**Variante**		
		N1	**N2**	**N3**
Fahrgast	Erschließung	++	++	++
	Reisezeit	O	+	o

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Bewertung Abschnitt Norden				
Betroffene	**Kriterium**	**Variante**		
		N1	**N2**	**N3**
	Integration ÖPNV	o	o	-
Verkehrsun-ternehmen	Befahrbarkeit (auch Topographie)	+	++	++
	Störungsanfälligkeit	o	+	+
	Wirkungen auf übrigen ÖPNV	o	o	o
Allgemeinheit	Lärm und Erschütterungen	o	o	o
	Parkraum	-	+	+
	Verkehrsfluss (auch Knoten)	o	+	++
Stadt/RUB/ Mark 51°7	Kosten (Investition und Betrieb)	++	o	o
	Flächenverfügbarkeit	+	-	-
	Integration Radverkehr	+	o	o
Summe aller Kriterien		**+6**	**+7**	**+6**

Die Bewertungen sind im Ergebnis nahezu gleichwertig. Variante N1 bedingt ein Fahren auf der Markstraße, Varianten N2 und N3 auf der Trasse der Anschlussbahn (oder gleichwertig im Korridor). Wenn die Anschlussbahn (oder gleichwertige Alternative) nicht genutzt werden kann, bleibt allein Variante N1.

Bewertung Abschnitt Mitte				
Betroffene	**Kriterium**	**Variante**		
		M1	**M2**	
Fahrgast	Erschließung	++	++	
	Reisezeit	+	o	

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Bewertung Abschnitt Mitte				
Betroffene	**Kriterium**	**Variante**		
		M1	**M2**	
	Integration ÖPNV	+	+	
Verkehrsunternehmen	Befahrbarkeit (auch Topographie)	+	+	
	Störungsanfälligkeit	+	o	
	Wirkungen auf übrigen ÖPNV	+	o	
Allgemeinheit	Lärm und Erschütterungen	o	o	
	Parkraum	o	-	
	Verkehrsfluss (auch Knoten)	+	o	
Stadt/RUB/ Mark 51°7	Kosten (Investition und Betrieb)	o	+	
	Flächenverfügbarkeit	-	o	
	Integration Radverkehr	+	+	
Summe aller Kriterien		**+8**	**+5**	

Variante M1 weist mehr Vorteile auf als Variante M2, ist also die Vorzugsvariante für den mittleren Abschnitt. Wenn sich dieser wegen des Neubaus der A448 nicht realisieren lassen sollte, bleibt Variante M2.

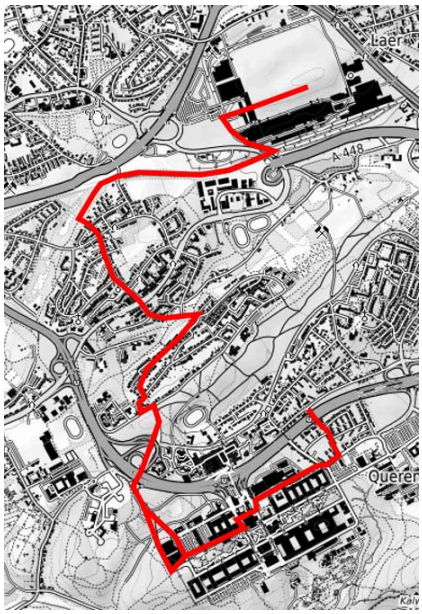
Bewertung Abschnitt Süden				
Betroffene	**Kriterium**	**Variante**		
		S1	**S2**	**S3**
Fahrgast	Erschließung	+	++	+
	Reisezeit	o	o	o
	Integration ÖPNV	++	+	o

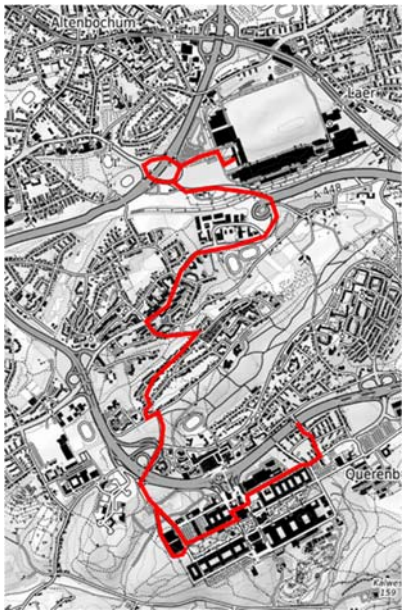
Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Bewertung Abschnitt Süden				
Betroffene	**Kriterium**	**Variante**		
		S1	**S2**	**S3**
Verkehrsunternehmen	Befahrbarkeit (auch Topographie)	o	+	o
	Störungsanfälligkeit	o	-	o
	Wirkungen auf übrigen ÖPNV	+	+	o
Allgemeinheit	Lärm und Erschütterungen	o	o	o
	Parkraum	o	-	-
	Verkehrsfluss (auch Knoten)	+	o	o
Stadt/RUB/ Mark 51°7	Kosten (Investition und Betrieb)	+	o	+
	Flächenverfügbarkeit	+	+	+
	Integration Radverkehr	+	+	+
Summe aller Kriterien		**+8**	**+5**	**+3**

Für den südlichen Abschnitt stellt sich Variante S1 als die günstigste Variante dar. Diese lässt sich mit beiden Varianten für den mittleren Abschnitt kombinieren.

Daher entsteht als Vorzugsvariante die Kombination N2-M1-S1 (Karte links) im Falle der Nutzbarkeit der Anschlussbahn-Trasse (oder gleichwertiges im Korridor), alternativ ohne Anschlussbahn N1-M2-S1 (Karte rechts). Das Betriebskonzept gilt für beide Varianten.





Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

5.4 Betriebskonzept

Die Vorzugsvariante über die Anschlussbahn (oder gleichwertig) ist 5,1 Kilometer lang (die Alternative 5,4 km), bei (angenommenen) zwölf Unterwegshaltestellen entsteht eine Fahrzeit von bei beiden Varianten geschätzt 30 Minuten zwischen den jeweiligen Endpunkten Mark 51°7 und Lennershof. Zwischen Mark 51°7 und der Ruhr Universität reduziert sich die Fahrzeit demgegenüber auf rund 25 Minuten.

Für die Fahrzeitberechnung wird eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 km/h angesetzt, grundsätzlich wird zudem unterstellt, dass an jeder Haltestelle gehalten wird. Für die Betriebszeiten wird folgendes angesetzt:

- Betrieb montags bis freitags (Werktage)
- Betriebszeit 7 Uhr bis 19 Uhr
- Fahrtenabstand rechnerisch 5 Minuten

Da die Stadtbahn in der Hauptverkehrszeit mo-fr alle drei Minuten fährt, wurden hier ebenfalls drei Minuten Fahrtenabstand angesetzt. Beachtet werden muss aber, dass die Shuttle-Fahrzeuge nur eine geringe Kapazität mit derzeit acht bis elf Sitzplätzen aufweisen (hier zunächst unabhängig davon, wie die Ausnahmegenehmigung für den Betrieb bezogen auf die maximale Anzahl Plätze formuliert ist) und sich das System nur in sehr begrenztem Maß als Zu- und Abbringer bei höherem Fahrgastaufkommen eignen wird.

Es wird eine Betriebspause zum Laden der (elektrischen) Fahrzeuge erforderlich sein, vorzugsweise nachts. Ein Betrieb von zehn bis zwölf Stunden Dauer sollte ohne Zwischenladung jedoch möglich sein, bedarf aber einer detaillierteren Prüfung im Rahmen einer Umsetzungsplanung und abhängig vom gewählten Fahrzeug.

6 HANDLUNGSBEDARFE

6.1 Verkehrliche und infrastrukturelle Anforderungen

Die automatisierten Minibusse haben grundsätzlich keine speziellen Anforderungen an Verkehr und Infrastruktur. Die einprogrammierten Wege fahren sie auf virtuellen Schienen ab. Jedoch sind einfache, geordnete Verkehrsverhältnisse mit wenig potenziellen Störfaktoren sehr vorteilhaft für einen reibungslosen Betrieb, da die Fahrzeuge passiv fahren und auf jede potenzielle Störung reagieren. Bei Kreisverkehren erkennen die Fahrzeuge z. B. derzeit noch nicht das Blinken anderer Verkehrsteilnehmer als Zeichen, dass diese die nächste Ausfahrt nehmen und brauchen eine größere Zeitlücke als menschliche Verkehrsteilnehmer, um diesen zu befahren.

Derzeit werden die Fahrzeuge in der Regel nur bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 15 bis 25 km/h zugelassen, erste neue Fahrzeuge kündigen sich für 2019 an mit höheren Geschwindigkeiten. Technisch können die Fahrzeuge Geschwindigkeiten bis 45 km/h und mehr erreichen.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

6.2 Abschätzung infrastruktureller Handlungsbedarfe

Die Infrastruktur im Busverkehr beinhaltet alle stationären Einrichtungen, die für das Funktionieren eines reibungslosen Betriebes erforderlich sind. Dazu gehören neben dem Fahrweg die Haltestellen und die Einrichtungen, die für das Fahrzeug und dessen Betrieb erforderlich sind wie z. B. die Ladeinfrastruktur. Der in der Anlage aufgeführte Infrastrukturbedarf bezieht sich auf punktuell bekannte Maßnahmen zur Herstellung eines geeigneten Fahrwegs im derzeitigen Planungsstadium. Diese sind noch unvollständig und zu einem späteren Zeitpunkt mit den Kommunen und der Straßenverkehrsbehörde abzustimmen. Die entstehenden Kosten werden in Kapitel 7 grob abgeschätzt. Neben diesen Maßnahmen ist im gesamten Bedienungsgebiet durch eine Beschilderung auf den automatisierten Betrieb aufmerksam zu machen.

Die erforderlichen Haltestellen können in ihrem Flächenbedarf aufgrund der geringen Länge (es reicht die Breite einer Fahrzeugtür sowie eine kleine Wartefläche, insgesamt ca. 2,50* 1,80 m und eine Höhe von ca. 25 bis 30 cm) mit geringem Aufwand ausgestaltet werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass bei einem längerfristigen Regelbetrieb eine barrierefreie Zuwegung existiert oder hergestellt wird und ein barrierefreier Einstieg möglich ist, Rampen mit maximal 6% Neigung zum Überwinden des Niveauunterschiedes zwischen Fahrbahn bzw. Gehweg und Haltestelle sind daher ebenfalls vorzusehen. Die weitere Ausstattung der Haltestelle ist teils abhängig von der gewählten Betriebsform: bei bedarfsgesteuertem Betrieb wird dazu geraten, den Einstiegswunsch per Taste an der Haltestelle einzurichten. Dies erfordert einen Mast mit Stromversorgung und Sendeeinrichtung und Display. Abhängig vom Komfortanspruch wäre das Schaffen von Unterstellmöglichkeiten für die wartenden Fahrgäste nötig. In einer ersten Umsetzungsstufe wird jedoch die einfachste Betriebsweise in Form eines Linienbetriebs mit Halten an festgelegten Haltestellen empfohlen.

Für das Fahrzeug ist neben der Ladestation auch eine Abstellmöglichkeit außerhalb der Betriebszeit erforderlich. Hier ist davon auszugehen, dass beides kombiniert innerhalb der Ruhr Universität Bochum bzw. Mark 51°7 möglich sein wird. Die Fahrt vom Linienwegende zur Abstellmöglichkeit wird automatisch bei Erreichen des Betriebszeitendes bzw. bei Erreichen eines (eingeplanten) Akkustandes durchgeführt. Die Ladestation bzw. Abstellung soll vor Witterung und Vandalismus geschützt werden und automatisiert durch das Fahrzeug zugänglich sein (bspw. durch ein funkgesteuertes Tor).

6.3 Organisatorische und rechtliche Rahmenbedingungen

6.3.1 Genehmigungsfähigkeit nach dem Personenbeförderungsrecht

Das Personenbeförderungsgesetz (PBefG) ist eine spezielle Ausprägung des Gewerberechts, das die entgeltliche oder geschäftsmäßige Beförderung von Personen regelt. Gemäß § 1 Abs.1 PBefG sind diese Beförderungen genehmigungspflichtig, wenn sie mit Kraftfahrzeugen erfolgen und keine Ausnahme nach § 1 Abs. 2 PBefG vom Anwendungsbereich vorliegt[2]. Als Kraftfahrzeuge im Sinne des § 4 Abs. 4 PBefG gelten Straßenfahrzeuge, die durch eigene Maschinenkraft bewegt werden, ohne an

[2] Weitere Ausnahmen definiert die Freistellungs-Verordnung – FrStllgV.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Schienen oder eine Fahrleitung gebunden zu sein. Für einen automatisierten Busverkehr ist das Personenbeförderungsgesetz damit einschlägig.

Im Gesetz werden Personenkraftwagen mit maximal acht Fahrgastplätzen, Kraftomnibusse mit mindestens neun Fahrgastplätzen sowie Lastkraftwagen zur Beförderung von Gütern unterschieden. Da die voranstehend erläuterten und derzeit auf dem Markt befindlichen automatisierten Kleinbusse Beförderungskapazitäten von bis zu 15 Fahrgästen haben, sind sie entweder als Personenkraftwagen, Kraftomnibus oder sonstiges Fahrzeug zuzulassen.

Ein Linienverkehr nach § 42 PBefG bedingt eine zwischen bestimmten Ausgangs- und Endpunkten eingerichtete regelmäßige Verkehrsverbindung, auf der Fahrgäste an bestimmten Haltestellen ein- und aussteigen können. Er setzt nicht voraus, dass ein Fahrplan mit bestimmten Abfahrts- und Ankunftszeiten besteht oder Zwischenhaltestellen eingerichtet sind.

Der autonome Kleinbusverkehr ist gemäß folgenden Betriebsmodi möglich:

- Metro-Modus: fahrplangebundener Linienbetrieb mit Halt und Türöffnung an jeder Haltestelle
- Bus-Modus: fahrplangebundener Linienbetrieb mit Halt und Türöffnung an Haltestellen nur bei Bedarf
- Taxi-Modus: fahrplanfreier Flächenbetrieb gemäß Bedarf mit Halt und Türöffnung an Haltstellen oder auf freier Strecke (Rufbus)

Die beiden linienbasierten Metro- und Bus-Modi entsprechen den Kriterien des Linienverkehrs gemäß § 42 PBefG und eine Genehmigung des automatisierten Kleinbusverkehrs zur Ausübung der Gewerbetätigkeit „Personenbeförderung“ als Linienverkehr ist daher unproblematisch.

Lediglich im fahrplanfreien Taxi-Modus mit einem Fahrgastwechsel an Haltestellen oder auf freier Strecke ergeben sich die gleichen Schwierigkeiten wie bei einem „konventionellen“ Rufbusverkehr im vollflexiblen Flächenbetrieb. Diese Flächenverkehre entsprechen in Gänze weder den Kriterien eines Linienverkehrs gemäß § 42 PBefG (regelmäßige Verkehrsverbindung, Fahrgastwechsel an Haltestellen) noch denen eines Gelegenheitsverkehrs in Form eines Mietomnibus- oder Mietwagenverkehrs gemäß § 49 Abs. 1 bzw. 4 PBefG (Anmietung im Ganzen, Fahrgast bestimmt Fahrtablauf, Rückkehrpflicht zum Betriebssitz).

§ 2 Abs. 6 PBefG in der seit 1. Januar 2013 gültigen Fassung besagt, dass anstelle der Ablehnung einer Genehmigung im Fall einer Beförderung, die nicht alle Merkmale einer Verkehrsart oder Verkehrsform erfüllt, eine Genehmigung nach denjenigen Vorschriften des Personenbeförderungsgesetzes erteilt werden kann, denen die Beförderung am meisten entspricht, soweit dem öffentliche Verkehrsinteressen nicht entgegenstehen. Insofern entscheidet die zuständige Genehmigungsbehörde im Rahmen ihres Beurteilungsspielraums, ob der automatisierte Betrieb im Taxi-Modus entweder als atypischer Linien- oder als atypischer Gelegenheitsverkehr mit Mietwagen- bzw. Mietomnibussen genehmigt werden kann.

Da der automatisierte Busverkehr auch im fahrplanfreien Taxi-Modus den Charakter eines öffentlichen Verkehrsangebots trägt und der Betriebs-Modus im Tagesverlauf möglicherweise zwischen Metro-, Bus- und Taxi-Modus wechselt, sollte eine Genehmigung als atypischer Linienverkehr in Verbindung mit § 2 Abs. 6 PBefG favorisiert werden, um mit einer Genehmigung alle Betriebsmodi abzudecken.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

6.3.2 Zulassungsfähigkeit nach dem Straßenverkehrsrecht

Die Grundlagen des deutschen Straßenverkehrsrechts bildet das Straßenverkehrsgesetz (StVG). Neben dem Straßenverkehrsgesetz ist in diesem Zusammenhang die Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) relevant. Diese wird zwar gegenwärtig abgebaut und in andere Verordnungen (Fahrerlaubnis-Verordnung, Fahrzeug-Zulassungsverordnung, Straßenverkehrs-Ordnung) überführt; derzeit regelt sie aber noch die formalen und technischen Voraussetzungen für die Zulassung von Fahrzeugen für den Verkehr auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen.

Das deutsche Straßenverkehrsrecht ist mit dem sogenannten Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr, einem internationalen Vertrag aus dem Jahr 1968 zur weltweiten Standardisierung grundlegender Verkehrsregeln, harmonisiert. Seit März 2016 erlaubt eine Ergänzung des Wiener Übereinkommens Systeme, mit denen ein Fahrzeug autonom fährt, sofern diese Systeme jederzeit vom Fahrzeugführer übersteuert oder ausgeschaltet werden können. Das deutsche Straßenverkehrsgesetz wurde 2017[3] in diesem Sinne angepasst und erklärt im § 1a Abs. 1 StVG, dass der Betrieb eines Kraftfahrzeugs mittels hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion zulässig ist. Fahrzeuge mit dieser Fahrfunktion sind gemäß § 1a Abs. 2 StVG solche, die die dort aufgeführten technischen Anforderungen erfüllen und deren Erfüllung vom Hersteller zugesichert wird.

Gegenwärtig ist noch unklar, ob der für die ggf. notwendige Übersteuerung oder Ausschaltung der Technik erforderliche Fahrzeugführer sich tatsächlich im Fahrzeug befinden muss („Steward“) oder - in Analogie zu autonomen Bahnsystemen - die Aufgaben des Fahrzeugführers auch durch eine Person in einer Betriebsleitzentrale übernommen werden kann, über die im Bedarfsfall in den Betriebsablauf eingegriffen werden kann. Die gegenwärtige Praxis bei autonomen Busverkehren mit anwesenden Begleitpersonen im Fahrzeug ist dieser Unklarheit einerseits und dem Informationsbedürfnis der Fahrgäste andererseits geschuldet, verbindlich vorgeschrieben ist sie aber nicht.

Bei der Wahl der Fahrzeuggröße und der Art der Fahrzeugzulassung ist unter Berücksichtigung der Verkehrsform gemäß Personenbeförderungsgesetz sowie der erlaubten Anzahl an Fahrgastplätzen (ggf. auch von Stehplätzen) die möglicherweise bestehende Gurtpflicht zu beachten. Im Ergebnis entfällt die Gurtpflicht grundsätzlich nur bei einer Zulassung der automatisierten Fahrzeuge als Kraftomnibus und deren Einsatz im Linienverkehr (vgl. Tabelle). Im Rahmen eines Probebetriebs mit Ausnahmeregelung bzw. bei Zulassung als sonstiges Fahrzeug sind Ausnahmen von der Gurtpflicht denkbar.

Fahrzeugart	Verkehrsform gemäß PBefG	Fahrgastplätze	Stehplätze	Gurtpflicht
Personenkraftwagen	Linien-/Gelegenheitsverkehr	max. 8 erlaubt	verboten	ja
Kraftomnibus	Gelegenheitsverkehr	min. 9 erlaubt	verboten	ja
Kraftomnibus	Linienverkehr	min. 9 erlaubt	erlaubt	nein

[3] Am 30. März 2017 stimmten die Fraktionen von CDU/CSU und SPD einem Entwurf der Bundesregierung zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes (18/11300) in der durch den Verkehrsausschuss geänderten Fassung (18/11776) zu.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Ausnahmeregelungen können grundsätzlich nach § 70 StVZO durch die obersten Landesbehörden, das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur oder durch das Kraftfahrt-Bundesamt erteilt werden; ob und unter welchen Umständen (insbesondere im Hinblick auf Haftungsfragen) Ausnahmeregelungen für einen autonomen Kleinbusbetrieb erforderlich sind bzw. erteilt werden, ist im Detail mit allen Beteiligten zu klären.

Zusammengefasst: Es sind zwei Schritte bei der Genehmigung von Verkehren mit automatisierten Fahrzeugen zu beachten: die Fahrzeuge müssen für den Betrieb zugelassen sein und der Betrieb der Fahrzeuge auf den vorgesehenen Strecken ist zu genehmigen. Die aktuell zur Verfügung stehenden Fahrzeuge sind vor kurzem zugelassen worden (im Rahmen einer Einzelzulassung und auf Basis von entsprechenden Sachverständigengutachten), der Einsatz in verschiedenen Umgebungen auch genehmigt worden (auf Basis von detaillierten strecken- und fahrzeugbezogenen Risikoanalysen). Diese beiden Schritte sind aktuell bei jedem Einsatz auf öffentlichen Straßen zu gehen. Auf privatem Gelände sind diese beiden Schritte nicht erforderlich, es empfiehlt sich hier aber eine rechtzeitige (informelle) Einbeziehung der den Einsatz im öffentlichen Straßenraum Genehmigenden.

7 KOSTENABSCHÄTZUNG

7.1 Allgemeines zur Kostenschätzung

Die Kosten für Einrichtung und Betrieb des Systems werden nachfolgend beschrieben. Nicht betrachtet werden Wirkungen (Einsparungen oder Leistungsverbesserungen) im heute betriebenen konventionellen Busverkehr.

Die Kosten werden in Investitionsaufwendungen und in Betriebskosten unterschieden und sind Schätzungen auf Basis bisheriger Betriebserfahrungen und vorliegender Preise. Die Preise können sich gerade in dem Fall verändern, wenn sowohl die Nachfrage nach automatisiert fahrenden Kleinbussen steigt oder wenn es zu einer Konkurrenzsituation zwischen mehreren Anbietern betriebsfähiger Fahrzeuge kommt. Die hier dargestellten Zahlen basieren auf einem Preis- und Kenntnisstand April 2018. Die Betriebskosten enthalten alle Kostenpositionen, die bei einem Betrieb entstehen (Abschreibungen für die Investitionen, ggf. Anmietung Garage, Wartungsverträge, Instandhaltungsaufwendungen, Verwaltungsaufwand) und beziehen sich auf jeweils ein Jahr. Eventuell mögliche Förderungen z. B. von Bund oder/und Land sind nicht berücksichtigt, ebenso keine Aufwendungen für eine eventuell erforderliche Fahrzeugzulassung.

Nachfolgend werden die für die Einrichtung des Betriebes erforderlichen investiven Maßnahmen für die ersten Umsetzungsstufen betrachtet. Weitergehende Umsetzungsstufen beinhalten Maßnahmen, die zwar vorstehend grob beschrieben wurden, eine Kostenkalkulation ist aber nicht seriös möglich und muss nach Abstimmung mit den zu Beteiligenden in einer folgenden Bearbeitungsstufe konkretisiert werden. Dies sollte im Rahmen weiterer Detaillierungen geklärt werden. Gleiches gilt für die Anpassung vorhandener Lichtsignalanlagen, damit die Signale vom Fahrzeug eindeutig identifiziert werden können. Das Fahrzeug und dessen Ausrüstung wird bei den Betriebskosten aufgeführt, unterstellt wird der Kauf des Systems und eine entsprechende jährliche Abschreibung.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Grundsätzlich sind hier folgende Einrichtungen berücksichtigt:

- Herrichtung oder Umbau einer ggf. vorhandenen Unterstellmöglichkeit in möglichst unmittelbarer Nähe der Strecke,
- Haltestellenmaste (einfache Ausstattung),
- Haltestellenplattformen inkl. Anrampung,
- Verkehrsschilder mit Hinweisen auf den Verkehr,
- einmaliges Ausmessen.

Die Betriebskosten umfassen die Aufwendungen, die direkt mit der Durchführung des Betriebes zusammenhängen und laufend anfallen. Das Fahrzeug und dessen Ausrüstung ist hier eingegangen, die Investition wurde (auf Basis Kauf) auf eine sinnvolle Abschreibungsdauer verteilt. Insgesamt sind folgende Themen hier berücksichtigt worden:

- Fahrzeuge (auf fünf Jahre abgeschrieben, Annahme Restwert nach fünf Jahren: 40%, übertragen aus der Preisentwicklung bei konventionellen Nutzfahrzeugen; reelle Werte können stark abweichen, je nach Abstimmung mit Finanzamt und Marktentwicklung),
- eine Antenne zur Unterstützung der Ortung und Kommunikation,
- Strom,
- Überwachung (Leitstelle),
- Reinigen,
- Wartung und Instandhaltung,
- Versicherung,
- Anmietung einer Garage,
- Lizenzkosten.

In den folgenden Berechnungen sind die Kosten auf Basis eines Fahrzeuges der Baureihe „Arma“ von Navya zugrunde gelegt worden. Der Einsatz von Fahrzeugen der aktuellen Anbieter führt nach jetzigem Stand zu vergleichbaren finanziellen Größenordnungen, muss aber im Rahmen einer Vorbereitung eines Betriebes bei den Herstellern aktuell angefragt werden. Zugrunde gelegt wird zunächst der Kauf von Fahrzeugen, möglich sind darüber hinaus grundsätzlich auch Leasing und Miete der Systeme.

Nicht berechnet und dargestellt sind Aufwendungen für Begleitpersonal auf den Fahrzeugen. Die heutige Rechtslage erfordert den jederzeit möglichen Eingriff in die Steuerung des Fahrzeugs. Dies wird bei den derzeitigen Betrieben durch die Mitfahrt von Begleitpersonal (mit Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung) gelöst, das gleichzeitig Aufgaben der Fahrgastinformation übernimmt. In vielen Fällen sind dies Fahrer vom Verkehrsunternehmen oder entsprechend geschulte Studenten, die auch gleich parallel eine Akzeptanzstudie erstellen. Beschrieben wird zunächst der Aufwand für einen Regelbetrieb mit käuflich erworbenen Fahrzeugen.

7.2 Investitionsaufwand

Betrachtet wird die beschriebene Vorzugsvariante. Für einen Betrieb wie beschrieben sind 22 Fahrzeuge (zzgl. Reserve) erforderlich, also etwa 25 Fahrzeuge. Beachtet werden muss, dass mit zunehmender Komplexität des Systems und zunehmendem Mischverkehr die Bandbreite der Kostenschätzung zunimmt. Dies ist vorrangig mit den geringen Erfahrungen im Umgang mit diesen Systemen sowie den sehr schnell sich entwickelnden technischen Entwicklungen zu begründen. Trotzdem können die

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

nachfolgenden Angaben als Anhaltswerte dienen. Die fahrzeugseitigen Investitionen sind bei den Betriebskosten in Form von Abschreibungen enthalten.

Investitionsaufwand Vorzugsvariante		
Bereich	**Maßnahme**	**Kostenschätzung**
Fahrweg	Aufstellen von Schildern	Annahme: 25 T€
Fahrweg	Herstellen/Sichern einer ausreichenden Befestigung an mehreren Stellen (Pauschalansatz)	Annahme: 25 T€
Fahrweg	Einbau per Funkansteuerung versenkbarer Poller im Bereich RUB und Mark 51°7	Annahme: 60 T€
Fahrweg	Herrichten Trasse Anschlussbahn incl. Anrampung bei Ansatz von 200 €/m², 600 Meter Länge, 6 Meter Breite	Annahme 720 T€ (nur bei dieser Variante, sonst Entfall dieser Position)
Haltestelle	26 (2+2*12) Haltestellenmaste mit Fahrgastinformation	Annahme: jeweils 250 € -> 7 T€
Haltestelle	Annahme: 10 neue Haltestellen inkl. barrierefreier Haltestellenplattform	Annahme: je Haltestelle 1.500 €; Summe: 15 T€
Summe	**einmalig**	**ca. 900 T€ (ca. 180 T€ bei Alternativvariante)**

7.3 Betriebskosten

Die Betriebskosten sind auf ein Jahr berechnet, die Angaben können von den Preisen zum Zeitpunkt der Umsetzungsvorbereitung abweichen, stellen aber den derzeitigen Stand dar.

Es werden insgesamt zwölf Betriebsstunden (etwa 7 bis 19 Uhr) unterstellt und ein Betrieb montags bis freitags. Jährlich ergeben sich daraus ca. 612.000 Betriebskilometer. Die fahrleistungsabhängigen Kosten sind bei den automatisierten Fahrzeugen ohne Einsatz von Personal jedoch vernachlässigbar. Hinzuzurechnen sind Personalkosten für die Begleiter, solange sie noch Voraussetzung für die straßenverkehrliche Genehmigung sind.

Bei einem 3-Minuten-Takt ergeben sich jährliche Kosten in Höhe von 3,1 Mio. €, bei einem 6-Minuten-Takt von etwa 1,6 Mio. €.

Betriebskosten Vorzugsvariante		
Bereich	**Maßnahme**	**Kostenschätzung [T€/a]**
Fahrzeug	Abschreibung 25 Fahrzeuge inkl. Ladeeinrichtung und 3 GNSS-Antennen und Abstellung	1.900 T€

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Betriebskosten Vorzugsvariante		
Bereich	**Maßnahme**	**Kostenschätzung [T€/a]**
Wartung / Lizenzkosten		1.200 T€
Energiekosten / Reinigung		70 T€
Personalkosten	Marketing, Betriebsleiter, Planer etc. (Begleiter nicht enthalten!)	30 T€
Summe	**Jährlich**	**ca. 3.100 T€**

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

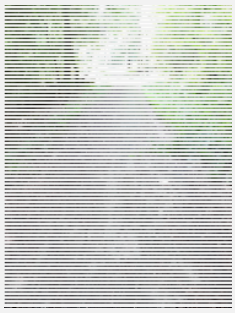
Anlage

Foto	Beschreibung
	Westliche Zufahrt zum Gelände Mark 51°7, keine weiteren Maßnahmen erforderlich
	Südlicher Bereich des Geländes Mark 51°7 im Bereich der Anschlussbahn
	Brücke der Anschlussbahn über die Markstraße, bei Führung über die Markstraße keine Maßnahmen erforderlich, Fahrzeuge fahren auf der für Kfz vorgesehenen Fahrspur
	Markstraße im weiteren Verlauf Richtung Süden, mehrstreifig, keine Maßnahmen erforderlich

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Foto	Beschreibung
	Markstraße im Bereich Hanielstraße mit Fahrbahnteilern, keine Maßnahmen erforderlich
	dto.
	aufgelassener Bahnübergang Steinkuhlstraße, wegen A448-Neubau von rechts kommend ggf. nicht nutzbar
	Schadowstraße / Am Langen Seil, keine Maßnahmen erforderlich

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Foto	Beschreibung
	Grillostraße, höhe Hausnummer 14, am Ausgang des Fußweges, keine Maßnahmen erforderlich
	Kreisverkehr Markstraße / Semperstraße mit jedem Arm vorgelagerten Fußgängerüberwegen, keine Maßnahmen erforderlich
	Einer der Wege im Grünzug zwischen Laerholzstraße und Hustadtring, Landschaftsschutzgebiet, nicht befestigt und in dieser Form nicht nutzbar
	dto.

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Foto	Beschreibung
	Overbergstraße, Fahrbahnkissen, verlangsamt die Fahrt, wäre ggf. umzubauen
	Fahrbahneinengungen am Buscheyplatz, Wartebereich für die Shuttles wäre ggf. gesondert festzulegen, ggf. auch Vorrangregelung für Shuttles
	Hustadtring / Auf dem Aspei, Blickrichtung Norden mit je Richtung einem Fahrstreifen und gesonderten Fahrradstreifen. Keine Maßnahme erforderlich, Shuttles fahren auf dem für Kfz vorgesehenen Fahrstreifen.
	Hustadtring, Parken am Fahrbahnrand neu organisieren, da Shuttles sonst stetig auf Teilen der Gegenfahrbahn fahren würden; volle Fahrbahnbreite erforderlich

Foto	Beschreibung
	Max-Imdahl-Straße, Fahrtrichtung Norden, Blickrichtung Süden, keine Maßnahme erforderlich, Shuttles fahren auf Kfz-Fahrbahn
	M-Südstraße, keine Maßnahme erforderlich, es ist genauer Fahrweg zu definieren und ggf. zu markieren
	unterhalb der Universitätsbibliothek, keine Maßnahmen erforderlich außer Schaffen einer GPS-Orientierung
	I-Nordstraße, ggf. Markierung für Sicherung des Fahrweges erforderlich

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

Foto	Beschreibung
	I-Nordstraße (vorn) / Lennershofstraße (hinten); hier wäre fahrzeuggesteuerte Öffnung (Schranke oder versenkbarer Poller) erforderlich
	Im Westenfeld, Einbahnstraße Richtung Norden, keine Maßnahme erforderlich
	Endstelle an der Haltestelle Lennershof der Stadtbahn, hier Schaffen einer Kehrmöglichkeit auf der Brückenplatte

Kontakt: Büro autoBus, Bearbeitung: Michelmann/Böckler/Krüger, Interlink GmbH, hm@buero-autobus.de

team red | Almstadtstr. 7 | 10119 Berlin | Fon (030) 138 986 – 35 | Fax – 36 | info@team-red.net | www.team-red.net

KURZKONZEPT

ELEKTROMOBILITÄT BOCHUM

Autoren:
Dr. Johannes Theißen
Thorsten Gehrlein

Berlin, den 08.06.2018
team red Deutschland GmbH – Almstadtstr. 7 – 10119 Berlin
Handelsregister Berlin HRB 121492 B, USt ID DE266370371

INHALTSVERZEICHNIS

1. KURZFASSUNG DES GUTACHTENS (ZUSAMMENFASSUNG) 4

2. ZIELSETZUNG DES KONZEPTS 6

3. STAND DER LADETECHNIK 6

3.1. ÜBERSICHT LADETECHNIK 6
3.2. ABSEHBARE ENTWICKLUNGEN LADEINFRASTRUKTUR 8

4. AP1: IST-ANALYSE ELEKTROMOBILITÄT 13

4.1. ALLGEMEINE ANALYSE 13
4.2. LADEINFRASTRUKTUR IN BOCHUM 13
4.2.1. ÜBERSICHT 13
4.2.2. VORHANDENE INFRASTRUKTUR DER STADTWERKE BOCHUM 14
4.2.3. GEPLANTE INFRASTRUKTUR DER STADTWERKE BOCHUM 14
4.2.4. HEUTIGE DC-INFRASTRUKTUR 15
4.2.5. BEWERTUNG DER LADEINFRASTRUKTUR 16

5. AP2: POTENZIALERMITTLUNG 17

5.1. MENGENGERÜST 17
5.2. POTENZIAL FÜR ELEKTROMOBILITÄT 18

6. AP 3: KONZEPTION 19

6.1. NUTZERGRUPPEN UND ANFORDERUNGEN 19
6.1.1. ÜBERSICHT 19
6.1.2. PRIVATE 19
6.1.3. GEWERBE 20
6.1.4. KOMMUNALE FUHRPARKS 21
6.1.5. E-CARSHARING 21
6.1.6. TOURISTEN 21
6.1.7. DURCHGANGSVERKEHR 21
6.2. MAßNAHMEN ZUR FÖRDERUNG VON ELEKTROMOBILITÄT 22
6.2.1. ÜBERSICHT: KOMMUNALER HANDLUNGSRAUM ELEKTROMOBILITÄT 22
6.2.2. EMPFOHLENE EINZELMAßNAHMEN 23
6.3. LIS-KONZEPT 28
6.3.1. TECHNIK 28
6.3.2. MENGEN 29
6.3.3. STANDORTE 30
6.3.4. BEISPIELHAFTE STANDORT-EMPFEHLUNGEN 31
6.3.5. BETREIBER 32
6.3.6. ÜBERGREIFEND 32
6.4. WASSERSTOFF 33

7. AP4: LEITLINIEN UND UMSETZUNGSPLAN 35

7.1. MARKTAUSBLICK 35
7.2. LEITLINIEN 35
7.3. UMSETZUNGSPLAN 36
7.4. AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN AUF DIE UMWELT 37

8. ANLAGEN **39**

8.1. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS **39**

8.2. VERZEICHNISSE **39**

1. KURZFASSUNG DES GUTACHTENS (ZUSAMMENFASSUNG)

In der Kürze der Zeit konnten nicht alle Aspekte dieses Gutachtens umfassend betrachtet werden. Insbesondere fehlt eine vertiefende Analyse der Strukturen in der Stadt Bochum (Soziodemografie, Verteilung des Fahrzeugbestandes auf Fahrzeugklassen, Ladeinfrastruktur außerhalb des öffentlichen Bereichs etc.).

Zusammenfassend sind folgende Ergebnisse festzuhalten:

- Die Zukunft des öffentlichen Ladens liegt stärker in der DC-Technik, der wegen der kurzer Ladezeit – hier werden annähernd gleiche Zeiten wie beim klassischen Tankstellenaufenthalt erreicht – große Bedeutung zukommt und die ein Treiber des Markthochlaufs der Elektrofahrzeuge sein wird.
- Beim privaten Laden und beim Laden am Arbeitsplatz wird weiterhin die AC-Technik vorherrschend sein, da diese auf das herkömmliche 230V-Netz zurückgreifen kann und keine wesentlichen Kosten bei der Installation der Ladeeinrichtungen anfallen.
- Auf Autobahnraststätten und in E-Tankstellen (Ladeparks) in den Städten wird Schnellladen mit über 50 kW (HPC) zum Standard werden. Daher sollte die Stadt Bochum frühzeitig Standorte für derartige Ladeparks, z.B. auf ehemaligen Tankstellengeländen, entsprechend vorhalten und frühzeitig zu Betreibern Kontakt aufnehmen.
- In den dichtbebauten städtischen Quartieren sind zur flächendeckenden Versorgung des zu erwartenden Ladebedarfs alternative Ladeformen erforderlich (einfache Ladetechnik, Nutzung Laternen oder Verteilerkästen, zentrale Ladeparkplätze). Hier würde sich als Testfeld der Bereich nördlich des Hauptbahnhofes anbieten.
- Die Marktdurchdringung der E-Fahrzeuge kann wesentlich durch einheitliche Zugangs- und Bezahlsysteme gefördert werden. Da in Bochum zunächst die Stadtwerke die Grundversorgung mit Ladeinfrastruktur aufbauen, kann auf diesem Wege eine Vereinheitlichung erfolgen, die aber auch Übereinstimmung mit den Systemen in den Nachbarstädten aufweisen sollte, um insbesondere den vielen Ein- und Auspendlern gleiche Bedingungen zu verschaffen.
- Die Altersstruktur sowie die Wohnsituation in der Stadt Bochum bieten gute Voraussetzungen für den verstärkten Einsatz der Elektromobilität, da hier viele junge Bürgerinnen und Bürger wohnen, die für nachhaltige Mobilität zu gewinnen sind und eine große Anzahl von Ein- und Zweifamilienhäusern das Zuhauseladen erleichtert.
- Die öffentliche Ladeinfrastruktur ist bei weitem nicht ausreichend, um die erwartete Zahl der Elektrofahrzeuge in den nächsten Jahren zu bedienen. In Bochum sollte pro 1.000 Einwohner ein öffentlicher Ladepunkt zur Verfügung stehen, das bedeutet den Aufbau eines Ladenetzes mit mindestens 360 Ladepunkten. Mit dem Ausbauprogramm der Stadtwerke Bochum wird derzeit die Zahl der Ladepunkte auf über 100 erhöht, von denen die meisten 24 Stunden erreichbar sind.
- Derzeit steht im Stadtgebiet nur eine öffentliche Schnellladestation zur Verfügung. Die Stadtwerke planen auch hier einen erheblichen Ausbau des Angebotes. Auch hier wird ein deutlich steigender Bedarf nach Schnellladen prognostiziert, dem die Stadt Rechnung tragen muss.
- Potenziale für den Einsatz von Elektrofahrzeugen bieten sich insbesondere in den Flotten der Stadt und der städtischen Gesellschaften. Diese haben auf diesem Gebiet

Vorbildfunktion und können so die Bürger zum Umstieg auf emissionsfreie Mobilität animieren.

- Ein wesentliches Element bei der Verbreitung der Elektromobilität ist die Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur. Bei den zunehmenden Reichweiten der neuen Elektro-Pkw verliert dieses Argument zwar an Bedeutung, spielt aber in der Psychologie der Autobesitzer immer noch eine wichtige Rolle. Es muss daher sichergestellt werden, dass Privatbesitzer von Elektroautos gesicherte Lademöglichkeiten in ihrem Wohnumfeld vorfinden.
- Im gewerblichen Bereich kann der Einsatz von E-Fahrzeugen durch die Stadt Bochum durchaus beschleunigt werden. So können z.B. die KEP-Dienste durch die Einführung von Zufahrtsbeschränkungen zur Innenstadt oder zu dichtbesiedelten Wohngebieten zum schnellen Austausch ihrer Flotten bewegt werden. Für Taxi-Unternehmen ist die Bereitstellung von DC-LIS für e-Taxis an Hauptstandplätzen sowie eine direkte Förderung der Umstellung und die Bevorrechtigung von e-Pkw bei der Standort-Zuordnung hilfreich.
- Eine wichtige Zielgruppe der Elektromobilität stellen Touristen und Besucher der städtischen Hotspots (Museen, Musical-Theater etc.) dar. Insbesondere die Niederländer, deren Anteil an den Bochum-Besuchern in 2017 um 18 % gestiegen ist, sind hier interessant, da die Niederlande bereits einen hohen Anteil an Elektrofahrzeugen aufweisen. Für diese und andere Besucher sind Ladesäulen an Hotels und den touristischen Einrichtungen unbedingt erforderlich.
- Im Rahmen der Maßnahmenvorschläge werden eine Vielzahl von Handlungsoptionen für die Stadt Bochum aufgezeigt, um ein schnelles Anwachsen der Elektromobilität zu fördern.
- Schwerpunkt des städtischen Handels muss ein Kommunikationskonzept sein, das neben der Zielgruppenansprache insbesondere die Erlebbarkeit der Elektromobilität ermöglicht. Weiter ist der Aufbau eines E-Mobility-Portals mit allen wichtigen Grundinformationen zur Elektromobilität sowie die Einrichtung einer Lotsenstelle Elektromobilität erforderlich.
- Die von den Stadtwerken Bochum konzipierte LIS muss auf weitere Standorte, insbesondere an besucherintensiven Hotspots, ausgeweitet werden. Die Standortauswahl ist in einem späteren Prozess zu verfeinern und sollte alle Stadtteile umfassen. Um den Zugang zur LIS zu erleichtern ist ein Betreiberkonzept zu entwickeln, das einen einheitlichen Zugang zu allen Ladestationen ermöglicht.
- Wasserstoff ist eine – wenn auch noch teure – Alternative zum batterieelektrischen Fahrzeug. Da die Wasserstofftechnologie zunehmend an Bedeutung gewinnt und auch wieder mehr Fahrzeuge mit Brennstoffzelle etc. angeboten werden, ist auch dir entsprechende Infrastruktur z.B. unter Nutzung des „NRW Hydrogen Hyway“ bereitzustellen.
- Alle Maßnahmen zusammen tragen zu einer deutlichen Reduzierung der verschiedenen, die Menschen zunehmend belastenden Emissionen bei.

2. ZIELSETZUNG DES KONZEPTS

Im Rahmen dieses Kurzgutachtens soll aufgezeigt werden, mit welchen Maßnahmen der Anteil der Elektromobilität auf der Straße in Bochum schnell und effizient gesteigert werden kann. Dabei sollen Nutzungsszenarien und geeignete Zielgruppen identifiziert und mögliche Maßnahmen zu deren Aktivierung aufgezeigt werden. Die Stadt Bochum soll in die Lage versetzt werden, einen möglichst hohen Anteil der Fahrleistungen von Verbrennungsmotoren im Stadtgebiet auf lokale emissionsfrei zu betreibende elektrische Antriebe zu verlagern. Weiterhin soll aufgezeigt werden, wie ein möglichst großer Kreis an Personen die Möglichkeit bekommt, Erfahrungen mit (Pkw-) E-Mobilität zu gewinnen. Hierfür sollen auch Erfahrungen des betrieblichen Carsharings berücksichtigt werden, sodass etwaige Hemmnisse und Lösungsansätze für eine weitere Übertragung dieses Ansatzes identifiziert werden können.

3. STAND DER LADETECHNIK

3.1. ÜBERSICHT LADETECHNIK

Das Laden von Elektroautos kann prinzipiell durch Wechsel-, Dreh- oder Gleichstrom erfolgen. Die meisten der heute installierten Säulen geben Wechsel- oder Drehstrom ab (AC-Säulen).

Zunehmend werden aber auch deutlich teurere Gleichstrom- bzw. DC-Säulen aufgebaut, die insbesondere für das schnelle Laden von Elektroautos konzipiert sind.

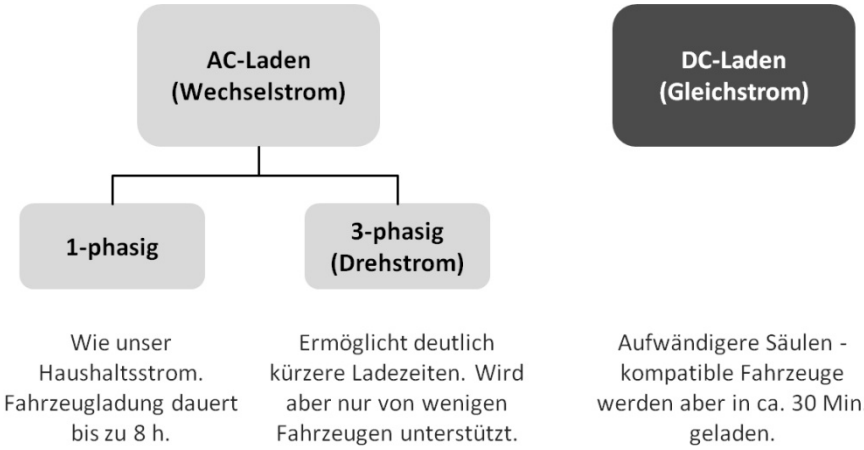


ABBILDUNG 1: LADEN MIT WECHSEL-, DREH UND GLEICHSTROM

Alle Fahrzeuge können 1-phasiges Laden mit Wechselstrom nutzen. Hier betragen die Ladezeiten jedoch ca. acht Stunden und mehr. Diese Ladeform ist daher insbesondere für das Über-Nacht-Laden oder für das Laden am Arbeitsplatz geeignet. Für schnellere Ladeformen per Dreh- oder Gleichstrom verfolgen die Automobilhersteller unterschiedliche Konzepte.

AC-Laden

Der Standard–Stecker für AC-Laden mit hoher Leistung ist in Europa der „Typ 2-Stecker“.

Aus technischer Sicht wurde er von einem CEE-Stecker abgeleitet, zusätzlich wurde ihm aber ein Signal-Pin hinzugefügt. Der Typ 2-Stecker ist für die Ladung von Drehstrom im 400 V-Netz bis 43,5

kW (bei 63 A) konzipiert, es ist aber auch eine einfache Ladung von 230 V-Einphasen-Wechselstrom bis 3,7 kW möglich.

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Ladeleistungen nach der entsprechenden Norm (IEC 62196-2:2011):

AC	230 V	400 V
13 A	3.0 kW	9,0 kW
16 A	3,7 kW	11,0 kW
32 A		22,0 kW
63 A		43,5 kW

TABELLE 1: AC-LADELEISTUNGEN

Fast alle Fahrzeuge, Ladesäulen und Wallboxen arbeiten mittlerweile mit dem Typ 2-Stecker. Das entsprechende Kabel für das Laden an Ladesäulen muss im Auto mitgeführt werden, bei manchen Wallboxen dagegen ist ein Kabel fest integriert („angeschlagenes Kabel“).

ABBILDUNG 2: TYP 2-STECKER (MENNEKES)

DC-Laden

Der Vorteil von Gleichstrom zum schnellen Laden von Elektroautos liegt darin, dass die Fahrzeugbatterie auf der Basis von Gleichstrom arbeitet. Bei Gleichstrom-Säulen, häufig „DC-(Schnell-)Lader“ genannt, ist der Gleichrichter für die Transformation von AC in DC in der Säule verbaut, eine entsprechende Komponente ist im Elektroauto nicht mehr erforderlich.

Combo 2 Stecker (CCS) CHAdeMO Stecker

ABBILDUNG 3: DC-LADESYSTEME

Derzeit konkurrieren folgende Standards:

- CCS (Combined Charging System): Ein von deutschen Automobilherstellern entwickelter und seit 2014 EU-weit bindender Standard, der das Laden mit AC und DC beschreibt. Der Stecker für AC-Laden ist der Typ 2-Stecker, für DC-Laden der Combo 2-Stecker.
- CHAdeMO ist ein Standard, der u. a. von Nissan, Mitsubishi und Toyota entwickelt wurde.
- Supercharger: eine proprietäre Technologie von Tesla für das Laden seiner Fahrzeuge.

DC-Säulen ähneln im Aufbau und bei der Bedienung den AC-Säulen. Auffälligste Unterschiede sind ihre Größe sowie die Tatsache, dass das Ladekabel in die Säule integriert ist.

Die Gutachter gehen davon aus, dass DC-Laden in Zukunft eine steigende Bedeutung haben wird. Weitere Hintergründe werden im folgenden Kapitel dargestellt.

3.2. ABSEHBARE ENTWICKLUNGEN LADEINFRASTRUKTUR

Bei der Ermittlung einer geeigneten und auch in den kommenden Jahren bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur (LIS) müssen folgende, zum Teil gegensätzlich wirkende Faktoren berücksichtigt werden:

Steigende Batteriekapazitäten

Steigende Batteriekapazitäten führen tendenziell dazu, dass Elektroauto-Besitzer seltener im öffentlichen Raum laden müssen, die Ladefrequenz pro Monat wird im Vergleich zu heute sinken. Für die kommenden Fahrzeuggenerationen wird gleichzeitig der Ladebedarf an Langstrecken-Standorten an Autobahnen und gut ausgebauten Bundesstraßen an Bedeutung gewinnen.

Ob und in welchem Umfang künftig Ladesäulen in Innenstädten und Wohngebieten nachgefragt werden, ist Gegenstand intensiver fachlichen Diskussion. Trotz einer sinkenden Ladefrequenz sollte aber davon ausgegangen werden, dass große Segmente der potenziellen Privatkäufer in den kommenden Jahren erwarten, dass weitgehend gesicherte Lademöglichkeiten in ihrer unmittelbaren Nähe zur Verfügung stehen.

Entwicklung im Bereich Schnellladen

Die Dauer eines Ladevorgangs hängt von der Ladetechnik, der Ladeleistung, der Ladesäule und vom Elektrofahrzeug ab. Stark vereinfacht kann festgehalten werden, dass die meisten Elektroautos an den meisten heute aufgebauten AC-Ladesäulen etliche Stunden für eine Vollladung benötigen. Für das Laden im öffentlichen Raum, insbesondere für Pendlerstrecken oder Langstreckenfahrten, ist dies nicht akzeptabel.

Aus diesem Grund haben Hersteller von Elektroautos und Ladesäulen in den vergangenen Jahren mit unterschiedlichen Lösungen für das sogenannte Schnellladen experimentiert. Es kann heute davon ausgegangen werden, dass sich das Schnellladen mit Gleichstrom (DC) nach dem sog. CCS-Standard mit Ladeleistungen von über 50 kW durchsetzen wird. Dieser Standard ermöglicht das Laden eines kompatiblen Elektroautos in maximal 30 Minuten.

Aktuelle DC-Säulen (50 kW) kosten mit ca. 30 Tsd. € ein Mehrfaches einer konventionellen AC-Ladesäule und benötigen je nach Standort kostenintensive Stromzuleitungen. Aus wirtschaftlichen Gründen werden diese nur an sehr gut ausgelasteten Standorten installiert werden.

Wie bereits beim Thema Batteriekapazitäten ausgeführt, wird auch die Auswirkung dieser Entwicklung auf die heutige Ladeinfrastruktur in Fachkreisen kontrovers diskutiert. Die Befürworter von DC-Säulen verweisen auf deren Praxistauglichkeit im Fernverkehr und sehen für herkömmliche

AC-Säulen bereits in wenigen Jahren keinen Bedarf mehr. Andere wiederum mahnen, den Bedarf nach einer kostengünstigen Infrastruktur in Räumen mit geringer Auslastung nicht aus den Augen zu verlieren.

ABBILDUNG 4: DC-SÄULE HAMBURG, QUELLE: DR. THEIßEN

Prinzipiell besteht aber mittlerweile die Tendenz, den teuren DC-Säulen bei Ladeinfrastruktur-Konzepten einen größeren Stellenwert einzuräumen. Dies zeigt sich auch in den Ausbauzielen der Bundesregierung, die einen DC-Anteil von 30 % plant.

High-Power-Charging (HPC)

Inzwischen sind auch HPC-Lader vorgestellt worden, die Schnellladungen mit bis zu 350 kW ermöglichen sollen (Tesla, Porsche, IONITY). Hiermit kann innerhalb weniger Minuten genügend Strom für weitere 100 Km Fahrleistung geladen werden. Porsche hat 2017 in Berlin den ersten öffentlichen Schnellladepark eröffnet, auf dem zwei Ladepunkte der 800-Volt-Technologie zur Verfügung stehen.

An anderen Orten wurden in den letzten Monaten die ersten Schnellladeinfrastrukturen mit Ladeleistungen von 150 kW und mehr installiert. Ziel ist die Errichtung von Hochleistungs-Ladeparks, die an mehreren Ladepunkten auch Fahrzeuge mit großen Batterien in kurzer Zeit laden können. Die Anforderungen an die netzseitige Zuleitung (Mittelspannung) sind hier beträchtlich, man kalkuliert mit Investitionskosten in Größenordnungen von mehreren 100.000 €. Es ist davon auszugehen, dass diese Anlagen nicht von Kommunen und nur selten von regionalen Stadtwerken, sondern von großen Konzernen errichtet und betrieben werden.

Diese Ladeparks können als elektromobile Entsprechung der klassischen Tankstellen angesehen werden. Als Standorte kommen Autobahnen und Schnellstraßen in Betracht. Es gibt aber bereits konkrete Überlegungen, auch in den Städten Ladeparks zu errichten. Aus Sicht einer Kommune ist es empfehlenswert, sich auf Anfragen gewerblicher Investoren (z.B. große Energieversorger und Tankstellenketten) einzustellen und sich frühzeitig über geeignete Standorte Gedanken zu machen. Gegebenenfalls bieten sich hier bisherige Tankstellengelände an, die im Zuge der Umstrukturierung des Tankstellennetzes freigeworden sind bzw. demnächst aufgegeben werden sollen.

Ladezeit als Standortfaktor

Trotz der Entwicklung modernster Schnellladesäulen mit Ladeleistungen von mehr als 50 kW wird auf absehbare Zeit das „Volltanken“ eines Elektroautos deutlich länger als der herkömmliche Tankvorgang dauern. Stehen Ladesäulen nicht in Wohngebieten sondern an automobilen Hotspots,

ist es sehr wichtig, Standorte auszuwählen, an denen sich die Kunden adäquat beschäftigen können bzw. zu beachten, dass diese Standorte mit Gastronomie oder sonstigen Beschäftigungsmöglichkeiten ausgestattet werden können.

Zugangs- und Bezahltechnik

Insbesondere wenn der Ladevorgang gegenüber dem Endkunden abgerechnet werden soll (worauf derzeit noch in vielen Fällen aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet wird), ist eine Zugangstechnik mit Authentifizierung des Kunden erforderlich. Am Markt haben sich hierfür kartenbasierte Systeme oder Authentifizierung per Smartphone-App durchgesetzt. Diese Systeme unterscheiden sich jedoch häufig je nach Ladesäulen-Betreiber. Die Folge ist, dass ein Elektroauto-Besitzer sich bei einer Reise durch Deutschland mit einer Vielzahl unterschiedlicher Zugangs- und Bezahltechniken konfrontiert sieht. Derzeit existieren bundesweit ca. 250 verschiedene Kartensysteme.

Dieser Zustand zählt zu den bedeutendsten „Kinderkrankheiten" der Elektromobilität. Es existieren zwar Dienstleister, die betreiberübergreifende Plattformen anbieten (in Analogie zum Mobilfunk „Roaming" genannt), die Situation konnte dadurch jedoch bislang noch nicht entscheidend verbessert werden.

Derzeit sind auch noch keine massenmarkttauglichen und sowohl für Betreiber als auch Endkunden kostengünstige Lösungen in Sicht.

Wesentlicher Bestandteil von tragfähigen Ladesäulen-Konzepten muss also sein, ein mit den benachbarten Regionen abgestimmtes Zugangs- und Bezahlsystem zu entwickeln – oder vorerst auf Bezahlung und die damit erforderlichen Zugangstechniken zu verzichten.

Plug & Charge auf Basis ISO 15118

Die Problematik unterschiedlicher Zugangs- und Bezahlverfahren wird wahrscheinlich in einigen Jahren der Vergangenheit angehören.

Auf Basis des Protokolls ISO 15118 wird gegenwärtig von Automobilherstellern das sog. Plug & Charge entwickelt werden, bei dem nach Anschließen des Fahrzeugs an die Ladesäule automatisiert die Autorisierungsdaten des Fahrzeugbesitzers ausgetauscht werden. Auf eine Identifikation per RFID-Karte oder App kann dann verzichtet werden. Konkrete Erfahrungen zur Praktikabilität des Verfahrens und zu den Auswirkungen auf die heutige LIS liegen noch nicht vor, aber einige der in den kommenden zwei Jahren verfügbare Volumenmodelle werden entsprechende Funktionen vermutlich schon integriert haben.

Eichrecht

Gemäß Mess- und Eichgesetz (MessEG) sowie der Mess- und Eichverordnung (MessEV) müssen Messgeräte korrekte Messwerte garantieren. So werden Tankstellen regelmäßig auf ihre entsprechende eichrechtliche Konformität hin überprüft.

Für Ladesäulen gilt analog, dass bei einer Verwendung von Messgrößen bei der Lieferung von Elektrizität (kWh oder Zeit) eine Konformität mit den eichrechtlichen Anforderungen sichergestellt sein muss. Geregelt sind u. a. die Anzeige von Messergebnissen und ihre dauerhafte Aufzeichnung.

Aus technischer Sicht können die Anforderungen des Eichrechts auf verschiedenen Ebenen einer Lösungsarchitektur umgesetzt werden. „Schlüsselfertige" und umfängliche Lösungen sind derzeit noch nicht bzw. nur eingeschränkt im Markt verfügbar. Aus diesem Grund sind Betreiber bestehender kostenpflichtiger Infrastrukturen dazu übergangen, bis auf weiteres nur noch pauschale Abrechnungen durchzuführen. Gleichzeitig muss geprüft werden, ob und mit welchem Aufwand

bestehende Infrastruktur mit den erforderlichen Komponenten umgerüstet werden kann. Weitere Besonderheiten sind im Umfeld von DC-Infrastruktur zu beachten.

Ist eine Abrechnung von Ladevorgängen geplant, muss mit potenziellen Ladesäulen- und Backend-Anbietern im Detail geklärt werden, ob eine eichrechtskonforme Lösung bereitgestellt werden kann.

Alternative Ladetechniken

Die bei weitem vorherrschende Ladetechnik besteht heute aus AC-Säulen und Ladesteckern vom sog. Typ2. Daneben werden zudem die oben erwähnten DC-Ladesäulen an Standorten mit hoher Auslastung aufgebaut.

Weitere Ladetechniken werden derzeit auf ihre Praxistauglichkeit erprobt. Zu nennen sind insbesondere:

- Das sog. Laternenladen, bei dem die Stromzuführung von Laternen-Masten zur Ladung genutzt wird. Prinzipiell ist dies insbesondere für Ballungsräume interessant. Aus unterschiedlichen Gründen hat die Technik noch keine große Verbreitung gefunden, die weitere Entwicklung muss aber beobachtet werden. Um hier Erfahrungen zu sammeln und die Praktikabilität des Systems zu erproben, sollte in einem dichtbebauten Stadtbezirk nördlich des Hauptbahnhofes ein erster Feldtest zusammen mit den Stadtwerken Bochum unternommen werden.
- Laden an Verteilerkästen: Seit geraumer Zeit prüft die Deutsche Telekom, ob ihre Verteilerkästen im Straßenraum auch als Ladesäulen genutzt werden können. Dies würde die Zahl der vorhandenen Ladepunkte auf einen Schlag verdoppeln. Ein ähnlicher Ansatz wurde auch in München geprüft, dort aber wieder verworfen.
- Laden per Induktion wird bereits heute im Bereich der Elektrobusse (z.B. in Braunschweig und Mannheim) und der Spezialfahrzeuge (z.B. am Flughafen Frankfurt) erfolgreich praktiziert. Auch Automobilhersteller und universitäre Einrichtungen arbeiten an Lösungen, um das induktive Laden auch für Elektroautos zu ermöglichen. Bisher steht jedoch, bis auf ein erstes Pilot-Produkt von BMW, noch kein System für das PKW-Laden vor der breiten Markteinführung.

Wirtschaftlichkeit

Es gibt derzeit nur sehr wenige Ladesäulen, die wirtschaftlich betrieben werden können. Hierzu ein vereinfachtes Zahlenbeispiel:

- Eine AC-Ladesäule für den öffentlichen Raum kostet inkl. Installation ca. 10.000 €.
- Beispiel: An einer relativ gut ausgelasteten Säule findet an ca. 200 Tagen im Jahr ein Ladevorgang á 10 kWh zu 3 € statt. Dies entspricht einem Jahresumsatz von 600 €.
- Von diesem Betrag sind u. a. Abschreibung und Stromkosten sowie der Betrieb der Säule zu bezahlen, der ggf. mit 10 - 20 % der Investitionskosten / Jahr angesetzt werden kann.

Es ist sofort ersichtlich, dass der Betrieb einer Ladesäule derzeit (noch) ein Zuschussgeschäft ist.

Unter Umständen kann die Rechnung künftig unter folgenden Bedingungen günstiger ausfallen:

- Die Anzahl der Ladevorgänge erhöht sich deutlich. Diese Entwicklung ist auch langfristig wahrscheinlich.

- Die Preise für Autostrom liegen künftig über dem von Haushaltsstrom. Auch diese Entwicklung ist möglich, wenn künftig Elektroautos nicht mehr über den Preis konkurrieren müssen und so die Kosten für die im öffentlichen Raum teurere Stromabgabe an den Verbraucher weitergereicht werden können.

DC-Ladesäulen können an den stark frequentierten Standorten und aufgrund höherer Abrechnungsbeträge (höheres Ladevolumen) prinzipiell heute schon kostendeckend betrieben werden.

Zu beachten ist auch, dass mittlerweile die meisten großen Einzelhandelsketten in DC-Ladeinfrastruktur investieren, die zudem noch kostenlos bereitgestellt wird. Hier ergibt sich die Wirtschaftlichkeit über die Motivation der Kundenbindung.

Zusammenfassung:

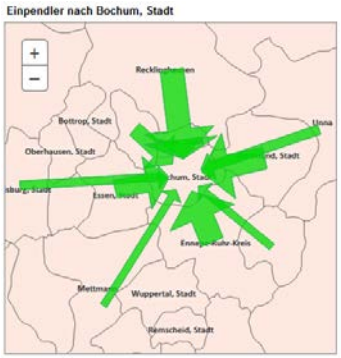
- **Beim öffentlichen Laden wird DC-Technik künftig eine größere Rolle spielen.**
- **Beim privaten Laden und beim Laden am Arbeitsplatz wird weiterhin die AC-Technik vorherrschend sein.**
- **Auf Autobahnraststätten und in E-Tankstellen (Ladeparks) in den Städten wird Schnellladen mit über 50 kW (HPC) zum Standard werden.**
- **Neue Ladeformen für eine flächendeckende Versorgung werden insbesondere in dichtbebauten städtischen Quartieren erforderlich werden.**
- **Die Marktdurchdringung der E-Fahrzeuge kann durch die Etablierung einheitlicher Zugangs- und Bezahlsysteme deutlich gefördert werden.**

4. AP1: IST-ANALYSE ELEKTROMOBILITÄT

4.1. ALLGEMEINE ANALYSE

Die Stadt weist über 371.000 Einwohner auf mit einem Durchschnittsalter von 44.4 Jahren. 2017 kamen über 390.000 Besucher in die Stadt, die in der Regel 1,7 Tage blieben. Das Stadtgebiet erstreckt sich auf einer Fläche von 145,4 Km^2 auf dem „Bochumer Landrücken“ und weist eine Höhendifferenz von 153 m auf (niedrigster Punkt 43 m über NN, höchster Punkt 196 m über NN). Die Geländeform in Bochum ist durch gleichmäßige Steigungen und Gefälle, die selten mehr als 3 % betragen, geprägt, so dass z.B. Radverkehr (auch mit Pedelecs) vor keine größeren Herausforderungen gestellt ist. Auch Elektrofahrzeuge jeder Art können hier problemlos eingesetzt werden.

Ende April 2018 waren in der Stadt 239.650 Fahrzeuge in der Stadt registriert, davon 305 Elektrofahrzeuge. Die 194.204 Pkw bedeuten eine Quote von 523 Pkw pro 1.000 Einwohner.



In der Stadt Bochum wohnen 126.595 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Stand Juni 2017). Von ihnen pendeln 61.866 oder 48,9% zur Arbeit in einen anderen Kreis (Auspendler). Gleichzeitig pendeln 65.284 Beschäftigte aus anderen Kreisen zur sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in die Stadt. Der Saldo von Aus- und Einpendlern beläuft sich auf +3.418 (Pendlersaldo). Dieser hohe Pendleranteil bedeutet, dass für eine erhebliche Anzahl von elektromobilen Pendlern Lademöglichkeiten am Arbeitsplatz bereitgestellt werden müssen, wie auch die etwas weiter entfernten Herkunftsorte Duisburg, Mettmann, Unna und Hagen belegen.

In den 57.900 erfassten Wohngebäuden stehen insgesamt 197.500 Wohnungen zur Verfügung, davon befinden sich 32.700 in Ein- und Zweifamilienhäusern. Dieser Personenkreis verfügt damit in der Regel über die Möglichkeit, Elektrofahrzeuge über Nacht zu laden.

Die großen Verkehrsachsen in Bochum sind neben der A 40 (Ost-West-Verbindung, Zählstelle Bochum 2016: 109.142 Fahrzeuge pro Tag, darunter 7.850 Fahrzeuge des Schwerlastverkehrs) und der A 43 (Nord-Süd-Verbindung, Zählstelle Herne fast 100.000 Fahrzeuge) die A 448, die B 226, die die Innenstadt als Ring umschließt, sowie die B 235, die die Stadt im Osten (Stadtteil Langendreer) von Nord nach Süd durchquert.

4.2. LADEINFRASTRUKTUR IN BOCHUM

4.2.1. ÜBERSICHT

Zum Zeitpunkt der Untersuchung in 05/2018 findet sich in Bochum eine im Vergleich zu anderen Städten relativ heterogene Infrastruktur, die von verschiedenen Betreibern im öffentlichen und halböffentlichen Raum angeboten wird. Hierzu gehören, um einige Beispiele zu nennen, Ladesäulen von innogy, ein halböffentlicher CHAdeMO-Lader auf dem Gelände von Umweltservice Bochum, diverse Parkhaus-Installationen mit Infrastruktur unterschiedlicher Ausstattung und Hersteller sowie Ladesäulen, die überwiegend von RUHRAUTOe genutzt werden.

Das Laden ist derzeit an den meisten Säulen kostenlos, ggf. unter Nutzung einer beliebigen RFID-Karte möglich. Insofern bestehen derzeit keine Kompatibilitätsprobleme bezüglich der Nutzung der Infrastruktur.

4.2.2. VORHANDENE INFRASTRUKTUR DER STADTWERKE BOCHUM

Die Stadtwerke Bochum betreiben seit einigen Jahren Ladestationen mit unterschiedlicher Ausstattung. Die Standorte sind jedoch im „weiteren Sinne“ halböffentlich, d.h. nicht durchgängig und nur bei Abholung einer Zugangskarte beim Pförtner etc. zugänglich. Weiterhin bestehen die Ladepunkte z.T. nur aus einer Schukodose, die gerade für künftige Fahrzeuggenerationen nicht mehr ausreichend leistungsfähig ist[1]:

Ladesäulen-Standort	Typ	Ladepunkt
Parkhaus P3 Rathaus (BVZ)	Halböffentlich	Schukodose und Typ 2
Parkhaus P6 Hauptbahnhof, Buddenbergplatz 1	Halböffentlich	Schukodose und Typ 2
Parkhaus P1 Husemannplatz, Viktoriastraße	Halböffentlich	Schukodose und Typ 2
Parkhaus P8 Konrad-Adenauer-Platz	Halböffentlich	Schukodose und Typ 2
Parkhaus Westpark/Jahrhunderthalle	Halböffentlich	Schukodose und Typ 2
Fa. Elspermann, Steiger-Stein-Str. 1	Halböffentlich	Schukodose
Stadtwerke Bochum, Scharnhorststr. 6	Halböffentlich	Schukodose
Hannibal Center, Riemker Str. 13	Halböffentlich	Schukodose
Kreishandwerkerschaft, Springorumallee 10	Halböffentlich	Schukodose
Matthias Claudius Str. 25	Halböffentlich	Schukodose
Viktoriastr. 10	Nutzung RUHRAUTOe	Typ2
Hauptbahnhof Bochum - Vorplatz	Nutzung RUHRAUTOe	Typ2

TABELLE 2: AKTUELLE LIS STADTWERKE BOCHUM

4.2.3. GEPLANTE INFRASTRUKTUR DER STADTWERKE BOCHUM

In diesem Umfeld planen die Stadtwerke Bochum im Laufe des Jahres 2018 ihre bereits vorhandene öffentliche Ladeinfrastruktur auf knapp 40 Normalladesäulen und je nach Förderbescheid 5 - 9 Schnelllader im Bochumer Stadtgebiet auszubauen. Damit wird die Stadt über ca. 100 Ladepunkte verfügen.

Das Management der Infrastruktur wurde bereits in 2017 an das Unternehmen Trianel vergeben, das Unternehmen nutzt die weit verbreitete Backendlösung der smartlab GmbH.

Konkret geplant sind folgende AC-Standorte[2]:

Stettiner Straße	Amtsstraße	Bismarckplatz	Viktoriastraße	Hattinger Straße
Eschweg	Marktplatz Linden	Springerplatz	Thorpeplatz	Matthias-Claudius-Straße
Kollegstraße	Hauptstraße	August-Bebel-Platz	Gerard-Mortier-Platz	Ostring
Eulenbaumstraße	Werner Markt	Hans-Ehrenberg-Platz	Springorumallee	Steiger-Stein-Straße
Dr.-C.-Otto-Straße	Gerther Straße	Universitätsstraße	Konrad-Adenauer-Platz (2 Säulen)	Riemker Straße

TABELLE 3: GEPLANTE AC-STANDORTE

[1] Quelle: www.stadtwerke-bochum.de/privatkunden/energie_zukunft/Mobilitaet/elektromobilitaet/nutzungshinweise.html
[2] Quelle: www.bochum.de/C125708500379A31/vwContentByKey/W2AS9AME364BOCMDE

Eine geografische Übersicht der vorhandenen (grün) und geplanten Standorte (blau) findet sich auf folgender Karte[3]:

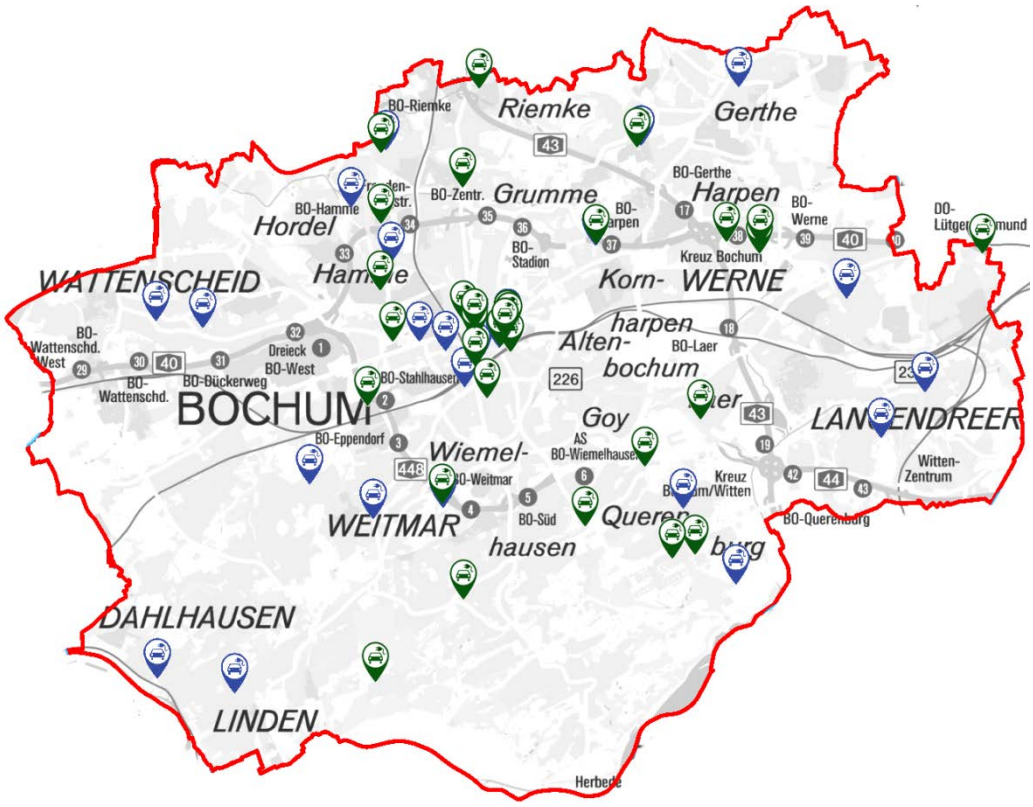


ABBILDUNG 5: VORHANDENE U. GEPLANTE INFRASTRUKTUR

4.2.4. HEUTIGE DC-INFRASTRUKTUR

In Bochum sind einige Schnellladesäulen von gewerblichen Anbietern vorhanden. Diese sind teilweise öffentlich oder aber nur zu den jeweiligen Geschäftszeiten verfügbar. In zwei Fällen verfügen diese jedoch nicht über den in Europa bindenden CCS-Anschluss[4]:

[3] Quelle: geoportal.bochum.de/mapapps/resources/apps/elektro_ladestationen/index.html?lang=de
[4] Quelle: www.goingelectric.de

Ladesäulen-Standort	Betreiber	Typ	Ladepunkte	Bemerkung
Herne, Holsterhauser Straße	A.T.U (allego)	Öffentlich	1 x Typ 2 43 kW 1 x CHAdeMO - 50 kW 1 x Combined Charging - 50 kW	Knapp außerhalb der Stadtgrenze
Bochum, Christstraße 9	GLS-Bank	Öffentlich	1 x Typ 2 43 kW 1 x CHAdeMO - 50 kW 1 x Combined Charging - 50 kW	
Herne, Holsterhauser Straße	Lidl Markt	Halböffentlich	1 x Typ 2 43 kW 1 x CHAdeMO - 50 kW 1 x Combined Charging - 50 kW 3 x Schuko	Knapp außerhalb der Stadtgrenze
Bochum, Porschestr.	Nissan Autohaus	Halböffentlich	1 x CHAdeMO - 44 kW	
Bochum, Hanielstr.	USB	Halböffentlich	1 x CHAdeMO - 50 kW	

TABELLE 4: VORHANDENE DC-LADEPUNKTE

Zu der durch die Stadtwerke Bochum geplanten DC-Infrastruktur liegen zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie keine Daten vor.

4.2.5. BEWERTUNG DER LADEINFRASTRUKTUR

Vorbemerkung

Die folgende Bewertung bezieht sich überwiegend auf die Infrastruktur der Stadtwerke Bochum, da diese direkt durch den Auftraggeber dieser Studie beeinflusst werden kann. In Einzelfällen (DC-LIS) wurde hiervon abgewichen.

Betrachtet wurde die vorhandene und, soweit mit den vorliegenden Daten möglich, auch die geplante Infrastruktur.

Technische Ausstattung

Gerade im AC-Bereich ist die Standardisierung so weit fortgeschritten, dass es bei der rein technischen Ausstattung von LIS keine gravierenden Unterschiede mehr gibt. Ein AC-Ladepunkt vom Typ 2 mit 11 – 22 kW erfüllt heute in nahezu allen Fällen die Anforderungen der Kunden.

Wie bereits dargestellt sind aber etliche aktuelle Ladepunkte lediglich mit Schukodosen ausgestattet. Dies ist in Parkhäusern aufgrund der normalerweise begrenzten Netzanbindung häufig die einzig mögliche Lösung. Angesichts der Kapazitäten neuer Fahrzeugbatterien sollte eine öffentliche LIS jedoch auch ausreichend Typ2-Ladepunkte mit 11 – 22 kW Ladeleistung bereitstellen.

Mit der Ausbauplanung der Stadtwerke sollte dies jedoch gegeben sein.

DC-Anteil

Es ist davon auszugehen, dass Schnellladesäulen zunehmend an Bedeutung gewinnen werden. Derzeit ist das Angebot in Bochum noch sehr begrenzt, d.h. nur teilweise öffentlich zugänglich und nicht immer mit einem CCS-Ladepunkt ausgestattet. Mit den geplanten 5-9 DC-Ladern der Stadtwerke Bochum wird sich das Angebot aber deutlich verbessern.

Ob derzeit schon Planungen zu HPC-Standorten vorliegen ist nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass in wenigen Jahren entsprechender Bedarf in allen größeren Kommunen bestehen wird.

Kompatibilität

Da an den meisten Säulen nicht abgerechnet wird, können auch hier die sonst häufig anzutreffenden Probleme mit unterschiedlichen Zugangs- und Bezahlverfahren derzeit noch nicht konstatiert werden.

Wir vermuten, dass auch künftig die LIS durch Trianel auf Basis der Backendlösung von ladenetz.de betrieben wird. Damit würde eine etablierte Zugangs- und Abrechnungstechnik zur Verfügung stehen.

Standorte und Standortcharakteristik

Zum aktuellen Zeitpunkt sind die meisten Ladepunkte in Parkhäusern installiert und nicht rund um die Uhr verfügbar. Auch müssen an unterschiedlichen Stellen Ladekarten besorgt werden. Dies entspricht nicht mehr den Anforderungen an eine moderne öffentliche Infrastruktur.

Eine erste Analyse der geplanten neuen Standorte (s.u.) zeigt aber, dass diese überwiegend im öffentlichen Raum verfügbar sind und somit dem heutigen Standard entsprechen.

Zusammenfassung:

- **Die Altersstruktur sowie die Wohnsituation in der Stadt Bochum bieten gute Voraussetzungen für den verstärkten Einsatz der Elektromobilität.**
- **Die öffentliche Ladeinfrastruktur ist bei weitem nicht ausreichend.**
- **Mit dem Ausbauprogramm der Stadtwerke Bochum wird die Zahl der Ladepunkte auf über 100 erhöht, von denen die meisten 24 Stunden erreichbar sind.**
- **Derzeit steht im Stadtgebiet nur eine öffentliche Schnellladestation zur Verfügung. Die Stadtwerke planen auch hier einen erheblichen Ausbau des Angebotes.**

5. AP2: POTENZIALERMITTLUNG

5.1. MENGENGERÜST

Für die Ermittlung einer angemessenen Anzahl von Ladesäulen in einer Kommune existieren keine etablierten Standards. Eine entsprechende Bewertung unterliegt somit immer der persönlichen Einschätzung des Gutachters.

Hilfreich sind aber ggf. folgende Zahlen:

- Im Rahmen einer EU-Richtlinie wurde vor einigen Jahren ein Verhältnis von 1 : 10 festgelegt, d.h. 10 Elektroautos sollten sich einen öffentlichen Ladepunkt teilen. Für die in Bochum gemeldeten Fahrzeuge mit E-Kennzeichen wären nach dieser Richtlinie somit für den aktuellen Bestand weniger als die bereits vorhandenen Ladepunkte erforderlich. Je nach Markhochlauf kann der Bedarf jedoch sehr schnell ansteigen – während der Aufbau neuer Ladestandorte mit einem erheblichen Vorlauf verbunden ist.
- Eine Berechnung des Duisburger CAR-Instituts setzt Ladepunkte zu Einwohnern ins Verhältnis. In den „Elektromobilitäts-Hochburgen“ Oslo und Amsterdam teilen sich ca. 250 – 300 Einwohner einen Ladepunkt. Hier liegt Bochum im aktuellen Ausbau im unteren

Drittel deutscher Städte[5]. Bei den derzeit geplanten 100 Ladepunkten würden sich bei 360.000 Einwohnern also 3.600 Personen einen Ladepunkt teilen müssen.

Unter öffentlichen Ladepunkten sind Ladestationen zu verstehen, die an sieben Tagen pro Woche 24 Stunden nutzbar sind. Diese müssen nicht von der Kommune oder den Stadtwerken bereitgestellt werden, dürfen aber nicht auf zeitweise unzugänglichen Flächen liegen (Parkhäuser, Parkplätze von Supermärkten etc.).

Mit der in 2018 installierten Anzahl neuer Ladepunkte erreicht Bochum wieder ein mit anderen deutschen Städten vergleichbares Maß an Ladesäulen. Wir erwarten aber, dass die Anzahl der Elektroautos mit dem Vorliegen neuer Volumenmodelle in den nächsten 2 -3 Jahren deutlich steigen wird. In diesem Fall wird die geplante LIS nicht ausreichen, um z.B. Wohngebiete im Innenstadt-Bereich zu versorgen, in dem Fahrzeugbesitzer überwiegend auf öffentlichen Parkraum angewiesen sind.

Aufgrund der bislang geplanten Ausbaustufe und der entsprechenden Zeitbedarfe für Planung, Genehmigung und Installation ist ein deutlicher Engpass an Ladepunkten in Bochum absehbar. Für Bochum wäre nach unserer Einschätzung ein Verhältnis von 1:1.000 anzustreben, da ein Teil des Ladebedarfs über das private Laden an den Ein- und Zweifamilienhäusern sowie am Arbeitsplatz abgedeckt werden sollte. Die Zielgröße für den Aufbau des Ladenetzes sollte daher bei etwa 360 öffentlichen Ladepunkten liegen. Bei der Versorgung der dichtbebauten Stadtteile sind dabei auch andere Lösungen (siehe ober: Alternative Ladetechniken) anzustreben.

5.2. POTENZIAL FÜR ELEKTROMOBILITÄT

Die Stadt Bochum bietet aufgrund ihrer Stadt- und Bevölkerungsstruktur und ihres hohen Pendleranteils gute Voraussetzungen für die Steigerung des Anteils elektrischer Fahrzeuge. Hier bieten sich einerseits die Flotten der Stadtverwaltung und der städtischen Gesellschaften zur Umstellung auf Elektrofahrzeuge an, aber auch die Flotten der in Bochum ansässigen Unternehmen wie z.B. die ARAL AG, die Vonovia SE und die Wollschläger Group könnten teilweise oder ganz auf Elektrofahrzeuge umgestellt werden. Alle genannten Flottenbetreiber würde so auch eine Vorreiterrolle für die private Nutzung der Elektromobilität übernehmen.

Zusammenfassung:

- **Die Anzahl der öffentlichen Ladepunkte in Bochum (derzeit geplant 100) wird in absehbarer Zeit nicht mehr ausreichen. Im Vergleich zu anderen Städten sind mindestens 360 öffentliche Ladepunkte erforderlich.**
- **Für dichtbebaute Stadtteile müssen alternative Ladetechniken vorgesehen werden.**
- **Weitere Potenziale für den Einsatz von Elektrofahrzeugen bieten sich insbesondere in den Flotten der Stadt und der städtischen Gesellschaften.**

[5] www.zeit.de/mobilitaet/2017-10/elektromobilitaet-ladestationen-deutschland-staedte

6. AP 3: KONZEPTION

6.1. NUTZERGRUPPEN UND ANFORDERUNGEN

6.1.1. ÜBERSICHT

Eine wesentliche Grundlage für die Ableitung elektromobiler Handlungsempfehlungen ist die Analyse der Zielgruppen und ihrer Anforderungen und Bedürfnisse. In der Tabelle findet sich eine Zusammenstellung relevanter Zielgruppen und Akzeptanz-Aspekte:

Zielgruppe	Akzeptanz-Aspekte (Auswahl)
Private	• Übernachtladen muss gewährleistet sein. Ist derzeit nur bei eigenem Parkplatz gesichert, ggf. auch tagsüber beim Arbeitgeber • Parkbevorrechtigung als wichtiger Motivator
Klein-Gewerbe	• Umfangreiches Detailwissen erforderlich: diverse steuerliche Vorteile, komplexe Fuhrpark-LIS • Unsicherheit bezüglich Alltagstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit
Unternehmen	• Ähnlich Klein-Gewerbe, je nach Branche aber besondere Fuhrpark-Anforderungen • Image als relevanter Motivator
KEP-Dienste	• Wie oben, Zufahrtsbevorrechtigung (EmoG) als wichtiger Motivator
Taxi	• Wie oben, aber benötigen Schnellladeinfrastruktur • Bevorrechtigung bei Standort-Vergabe als wichtiger Motivator
Kommunale Fuhrparks	• Politischer Wille zur Umstellung erforderlich • Berührungsängste der Fuhrpark-Manager und Mitarbeiter
E-Carsharing	• Besondere Anforderung an eigene LIS
Touristen	• Verlangen LIS an Hotspots • Wichtig: Lademöglichkeit in Hotels
Durchgangsverkehr	• Benötigt DC-, bzw. High Power Charging

TABELLE 5: ZIELGRUPPEN UND NUTZUNGSSZENARIEN

Im Folgenden werden die Nutzungsaspekte erläutert, die abgeleiteten Maßnahmen werden im Folgekapitel dargestellt.

6.1.2. PRIVATE

Die Zielgruppe der privaten Autofahrer benötigt derzeit insbesondere eine gesicherte Möglichkeit, ein Elektroauto zu laden. Idealerweise passiert das über Nacht auf dem eigenen Parkplatz.

Steht dieser nicht zur Verfügung, insbesondere für Bewohner von Innenstadtlagen, bleibt nur das Ausweichen auf einen öffentlichen Ladepunkt oder das Laden beim Arbeitgeber. Öffentliche LIS ist derzeit aufgrund der geringen LIS-Dichte und der Unsicherheit, einen freien Ladepunkt zu finden, eine wenig attraktive Option. Erst in kommenden Jahren wird sich für diese Zielgruppe die Situation

entspannen, wenn bei ausreichenden Batteriekapazitäten und der Verfügbarkeit von Hochleistungsladeparks das Nachladen vergleichbar zum heutigen Tanken möglich ist.

Somit sind die Zielgruppen-Bedürfnisse wie folgt zu adressieren:

Private mit eigenem Parkplatz am Einfamilienhaus

Diese Zielgruppe ist derzeit am ehesten geneigt ein Elektroauto zu kaufen. Zur Förderung der Elektromobilanschaffung in dieser Zielgruppe ist es wesentlich, professionell aufbereitete Informationen über die Vorteile von Elektroautos bereitzustellen und insbesondere beim Erwerb einer Wallbox zu unterstützen (z.B. Händler-und Dienstleisterverzeichnis, Angebote durch die regionalen Stadtwerke).

Private mit Parkplatz an Mehrfamilienhäusern

Diese Zielgruppe hat einen freien oder fest zugeordneten Parkplatz auf einem Freigelände oder in einer Tiefgarage. Unter den aktuellen rechtlichen Bestimmungen kann es für einen potenziellen Käufer eines Elektroautos schwierig sein, die Zustimmung des Hauseigentümers bzw. der Eigentümergemeinschaft zur Installation von LIS zu erhalten. Auch die Bereitstellung der elektrischen Zuleitungen und einer Abrechnungstechnik ist eine komplexe Materie.

Seitens einer Kommune kann hier eine Anpassung der Stellplatzsatzung die Verbreitung von „Ladeparkplätzen“ fördern. Auch sollte auf Wohnungsbaugesellschaften zugegangen werden, um sie zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur zu motivieren. Besonders hilfreich ist die Vermittlung von Dienstleistern, die Lösungen zum Lastmanagement und zur individuellen Abrechnung des Fahrstroms anbieten.

Private ohne eigenen Parkplatz

Bisher noch wenig behandelt wird der künftige Bedarf an öffentlicher LIS für Elektroauto-Besitzer, die über keinen eigenen Parkplatz verfügen. Massenmarkttaugliche Lösungen für diesen Nutzerkreis sind noch nicht absehbar.

In der aktuellen Marktsituation können folgende Möglichkeiten in Wohngebieten geprüft werden:

- Bereitstellung einer „Grundausstattung“ an Ladesäulen
- Die Machbarkeit von Laternenladen prüfen (häufig aber nicht umsetzbar)
- Umwidmung öffentlicher Einzelparkplätze oder von Großparkplätzen zu Ladeparkplätzen

Übergreifende Maßnahmen

- Im Fokus von Elektromobilitätskonzepten ist häufig die Zielgruppe der Pendler. Wesentlich ist es hier, Arbeitgeber zur Bereitstellung von Lademöglichkeiten auf den Mitarbeiterparkplätzen zu motivieren.
- Für die gesamte Zielgruppe der privaten Autobesitzer sind kommunikative Maßnahmen zielführend. Diese sind im folgenden Kapitel dargestellt.

6.1.3. GEWERBE

Die Zielgruppe „Gewerbe“ ist je nach Größe und Branche differenziert zu betrachten, besitzt aber auch wesentliche Gemeinsamkeiten. Zentrales Merkmal besteht darin, dass der Bedarf an öffentlicher LIS gering ist, weil das Laden der Fahrzeuge auf dem Fuhrparkgelände stattfindet. Die technischen Anforderungen hierzu sind relativ komplex. Wesentlich zur Förderung elektromobiler Fuhrparks ist es deshalb, geeignete Dienstleister mit entsprechenden Produkten vermitteln zu

können. Dies betrifft insbesondere die Verfügbarkeit geeigneter Elektrofahrzeuge für die jeweiligen Einsatzgebiete.

Ebenfalls komplex aus Sicht eines Gewerbetreibenden sind die detaillierten steuerlichen Rahmenbedingungen. Hierzu gehört insbesondere der Bereich der Überlassung von LIS und Strom an Arbeitnehmer oder die Dienstwagenbesteuerung. Deshalb kann diese Zielgruppe besonders effektiv gefördert werden, wenn die Materie übersichtlich aufbereitet ist und Informationsveranstaltungen angeboten werden. Auch Multiplikatoren wie Kammern und Verbände können eine wesentliche Rolle spielen.

Zielgruppenspezifische Maßnahmen sind insbesondere für folgende Branchen sinnvoll:

- KEP-Dienste: Einführung von Zufahrtsbevorrechtigungen bzw. Einfahrtsbeschränkungen in die Innenstadt für Dieselfahrzeuge
- Taxi-Unternehmen: Bereitstellung von DC-LIS für e-Taxis, direkte Förderungen, Bevorrechtigung bei der Standort-Zuordnung
- Parkhausbetreiber und Wohnungsbau: Vermittlung von technischen Dienstleistern

6.1.4. KOMMUNALE FUHRPARKS

Die Aspekte sind in einem Folgekapitel beschrieben.

6.1.5. E-CARSHARING

Hierzu hat die Stadt Bochum bereits eigene Erfahrungen gesammelt. Möglicher Optimierungsbedarf sollte im Rahmen eines eigenen Konzepts erörtert werden.

6.1.6. TOURISTEN

Die Zielgruppe Tourismus ist bezüglich ihres Ladeinfrastruktur-Bedarfs differenziert zu betrachten.

Tagesbesucher erwarten an prominenten Zielen mit den zugehörigen Großparkplätzen, dass dort prinzipiell Lademöglichkeit gerade zu Stoßzeiten in ausreichendem Umfang zur Verfügung steht.

Aus Betreibersicht ist dabei kritisch, dass der Stoßzeitenbezogene Infrastrukturbedarf nicht wirtschaftlich bereitgestellt werden kann, weil die Ladesäulen außerhalb der z.T. nur wenigen Besuchstage im Jahr wenig bis überhaupt nicht genutzt werden.

Ggf. ist es sinnvoll, in diesem Umfeld kostengünstigere Wallboxen zu installieren. Dabei muss aber darauf geachtet werden, dass diese den Anforderungen des öffentlichen Raums genügen.

Übernachtungsgäste legen i.d.R. weitere Strecken zurück und benötigen eine Möglichkeit zum Nachladen. Idealerweise werden hierfür Ladepunkte der Hotels genutzt, wo das Fahrzeug problemlos über Nacht geladen werden kann. Es ist davon auszugehen, dass die Bereitstellung von Ladepunkten zunehmend zu einer Standardleistung im Hotelgewerbe wird. Somit reduziert sich der Investitionsbedarf der öffentlichen Hand für diese Zielgruppe.

Dennoch kann eine Kommune proaktiv auf Hotels zugehen und diese zur Errichtung von LIS motivieren.

6.1.7. DURCHGANGSVERKEHR

Durchreisende benötigen Schnellladesäulen mit möglichst hohen Ladeleistungen und erwarten diese vorwiegend an Autobahntankstellen, Autohöfen und großen Tankstellen. In der Regel bringt diese

Kundengruppe keine nennenswerte Wertschöpfung in die Region und ist insbesondere an einer schnellen Weiterreise interessiert.

Ob öffentliche Ladeinfrastruktur für den Fernverkehr finanziert und bereitgestellt werden soll, muss im Einzelfall entschieden werden. Dabei ist u.a. zu prüfen, ob an Autobahntankstellen bereits Schnelllader vorhanden sind oder ein Aufbau geplant ist. Auch an Autohöfen, großen Tankstellen oder in Gewerbegebieten können gewerbliche Unternehmen Interesse haben, in Schnelllader zu investieren.

Auch die Autohersteller werden zunehmend in diese Richtung aktiv, insbesondere die Hersteller von hochwertigen Fahrzeugen, wie Porsche und Daimler-Benz. Hier ist zu prüfen, welche Autohäuser vor Ort im Rahmen der Konzernstrategie mit Ladesäulen oder Ladeparks ausgestattet werden sollen.

6.2. MAßNAHMEN ZUR FÖRDERUNG VON ELEKTROMOBILITÄT

6.2.1. ÜBERSICHT: KOMMUNALER HANDLUNGSRAUM ELEKTROMOBILITÄT

Für die Förderung von Elektromobilität steht Landkreisen und Kommunen ein umfangreiches Instrumentarium zur Verfügung. Um hier eine Übersichtlichkeit und Struktur zu schaffen hat der Auftragnehmer mit dem „Kommunalen Handlungsraum Elektromobilität“ eine prototypische Gliederung entwickelt, deren Inhalte in folgender Grafik dargestellt sind:

ABBILDUNG 6: KOMMUNALER HANDLUNGSRAUM ELEKTROMOBILITÄT

Der Handlungsraum Elektromobilität ist ein Referenzrahmen für Aktivitäten, die auf kommunaler Ebene zur Förderung von Elektromobilität ergriffen werden können. Er umfasst die Summe aller bisher bekannten Einzelmaßnahmen und ordnet diese thematischen Schwerpunktfeldern zu.

Dieser Referenzrahmen kann für folgende Aufgabenstellungen verwendet werden:

- Konzeption von Maßnahmen-Paketen (ex ante): Priorisierung und Auswahl in Abhängigkeit von den jeweiligen kommunalen Zielsetzungen und Ausgangsbedingungen.
- Evaluierung von Maßnahmen-Paketen (ex post): Abgleich bereits durchgeführter kommunaler Maßnahmen zur Ermittlung von möglicherweise vorhandenen thematischen Lücken.

Zusammenfassend werden folgende Schwerpunktthemen unterschieden:

Schwerpunktthema	Inhalt
Übergreifende Maßnahmen, Planung & Koordination	Übergreifende Steuerung aller Aktivitäten. Projektmanagement, organisatorische Verankerung, übergreifende Ziele und Zielgruppen-Konzepte.
Kommunale Werkzeuge	Nutzung der kommunalen Gestaltungsspielräume, z. B. in den Bereichen Bevorrechtigung (s. Elektromobilitätsgesetz - EmoG) und Bebauung. Bereitstellung finanzieller Mittel / Förderung.
Ladeinfrastruktur	Planung einer Zielstruktur inkl. Standortplanung, Definition technischer Standards. Förderung privatwirtschaftlicher Investitionen, Abstimmung mit umliegenden Regionen, Einbindung der Energiewirtschaft.
Kommunale Flotte	Elektromobilität öffentlichkeitswirksam nutzen. Umstellung auf E-Fahrzeuge in kommunalen Fuhrparks, Formulierung von Beschaffungsrichtlinien. Einführung von Elektrobussen im ÖV-Betrieb, Prüfung des Einsatzes von E-Nutzfahrzeugen.
E-Verkehre & Verknüpfung	Elektromobilität in Verkehrsketten einsetzen. Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von E-Carsharing, Schaffung elektromobiler Umsteigemöglichkeiten an ÖV-Knotenpunkten, Pedelec-Förderung.
Kommunikation	Erfolgsfaktor Öffentlichkeitsarbeit, Marketing durchführen, Lotsenstelle einrichten als zentrale Anlaufstelle für alle Akteure. Veranstaltungen, Ansprache geeigneter Zielgruppen, Partnerschaften mit Organisationen und Multiplikatoren.

TABELLE 6: SCHWERPUNKTTHEMEN KOMMUNALER HANDLUNGSRAHMEN

Die hier vorgestellte Gliederungsstruktur wurde im Folgenden für die Beschreibung der empfohlenen Maßnahmen übernommen.

6.2.2. EMPFOHLENE EINZELMAßNAHMEN

Aus dem dargestellten Gesamtportfolio empfehlen wir der Stadt Bochum insbesondere die Prüfung folgender Einzelmaßnahmen:

6.2.2.1. PLANUNG UND KOORDINATION

Maßnahme: Einrichtung einer Steuerungsgruppe Elektromobilität

Dauerhafte Einrichtung einer Steuerungsgruppe, die die weitere Förderung von Elektromobilität langfristig gestaltet. Zu den beispielhaften Aufgaben können gehören:

- Planung, Steuerung und Überwachung aller Einzelaktivitäten

- Koordination der Aktivitäten in den einzelnen Ämtern
- Abstimmung mit benachbarten Kommunen
- Abstimmungen mit Land, Bund und Fördermittelgebern
- Ansprechpartner für gewerbliche Investoren in Ladeinfrastruktur
- Abstimmung mit der Lotsenstelle (s.u.: Kommunikation)
- Bereitstellung von Fachinformationen zur Elektromobilität für Bürger, Gewerbe etc.

Maßnahme: Zielgruppen-Konzepte erstellen

Erstellung von zielgruppenbezogenen Detailkonzepten (z.B. Pendler, Innenstadtbewohner, Gewerbe) unter Beachtung der in der Zielgruppendarstellung angegebenen Aspekte.

6.2.2.2. KOMMUNALE WERKZEUGE

Maßnahme: Einführung von Bevorrechtigungen gemäß Elektromobilitätsgesetz

Das „Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz - EmoG)“ vom 05.06.2015 ermöglicht den zuständigen Behörden, Bevorrechtigungen für elektrisch betriebene Fahrzeuge auf Grundlage der Straßenverkehrsordnung einzuführen.

Der zentrale § 3 Absatz 4 regelt, dass Bevorrechtigungen insbesondere möglich sind

- für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen,
- bei der Nutzung von für besondere Zwecke bestimmten öffentlichen Straßen oder Wegen oder Teilen von diesen,
- durch das Zulassen von Ausnahmen von Zufahrtbeschränkungen oder Durchfahrtverboten,
- im Hinblick auf das Erheben von Gebühren für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen.

Gerade die Möglichkeit in Innenstadtlagen mit hohem Parkdruck kostenlos zu parken, stellt derzeit wohl eine der attraktivsten Möglichkeiten zur Förderung von Elektromobilität dar. Hiervon sollte in allen großen Kommunen Gebrauch gemacht werden.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, auf Basis des EmoG dem elektromobilen Lieferverkehr Bevorrechtigungen beim Anfahren von Innenstadtzielen zu gewähren. Dies schafft einen wesentlichen Anreiz z.B. für KEP-Dienste (KEP = Kurier-, Express-, Paketdienste), ihre Fahrzeuge auf elektrisch betriebene Lieferwagen umzustellen.

Maßnahme: Berücksichtigung der Elektromobilität in der Bebauungsplanung und in der Parkplatzsatzung

Die Bauleitplanung liegt in der Hoheit der Kommunen, über Flächennutzungs- und Bebauungspläne bestimmt sie die Rahmenbedingungen für die Nutzung der kommunalen Flächen.

Es ist empfehlenswert, künftig im Rahmen der Bauleitplanung auch die Belange und Anforderungen der Elektromobilität und insbesondere der Bereitstellung von Ladeinfrastruktur zu beachten. Konkret betrifft dies den Ausweis und die Integration von Ladesäulen inkl. der Stromzuführung sowie den Ausweis entsprechender Stellplätze.

Analog kann die Anpassung von Parkplatzsatzungen dahingehend geprüft werden, dass künftig die Bereitstellung elektromobiler Infrastruktur verpflichtend wird.

Beim Neu- oder Umbau von öffentlichen Parkeinrichtungen (Parkhäuser, Tiefgaragen) sollte darauf geachtet werden, dass Vorrichtungen für den Anschluss von LIS bereits beim Bau oder Umbau eingefügt und Ladeparkplätze gut sichtbar angeordnet werden.

6.2.2.3. LADEINFRASTRUKTUR

Die Maßnahmen im Bereich der öffentlichen LIS sind in einem eigenen Folgekapitel beschrieben.

Maßnahme: Förderung gewerblicher Ladeinfrastruktur

Wie in der Zielgruppen-Analyse dargestellt, kommt Gewerbetreibenden eine wesentliche Rolle bei der Bereitstellung von LIS zu. Dies betrifft einerseits die Infrastruktur des eigenen elektromobilen Fuhrparks, aber auch die Bereitstellung von Ladepunkten für Mitarbeiter, die ggf. zu Hause über keine Lademöglichkeit verfügen.

Eine direkte Einflussnahme auf die Investitionsentscheidungen von Unternehmen ist nur begrenzt möglich. Dennoch sollten Unternehmen im Rahmen von Kommunikationskampagnen oder auch der direkten Ansprache motiviert werden, in LIS auf ihren Parkplätzen zu investieren.

Aufgrund der Komplexität der Materie, insbesondere im Bereich der Netzzuleitung, des Lastmanagements und der individuellen Abrechnung ist es wesentlich, hier kompetente Dienstleister vermitteln zu können.

6.2.2.4. KOMMUNALE FLOTTEN

Maßnahme: Förderung der Umstellung der kommunalen Flotten

Die Stadt Bochum hat bereits Aktivitäten zur Umstellung ihrer kommunalen Flotte auf E-Fahrzeuge unternommen. Wir empfehlen hierbei die Berücksichtigung folgender Punkte:

- Für die Umstellung sollte ein übergreifendes Ziel gesetzt und kommuniziert werden (z.B. „Vollständige Umstellung der PKW-Flotte bis 2025“.
- Begleitend sollten die Beschaffungsrichtlinien dahingehend angepasst werden, dass künftig eine Begründungspflicht für die Anschaffung von Verbrennerfahrzeugen besteht.
- Ein wesentliches Ziel der Umstellung kommunaler Fuhrparks besteht nicht nur in der Verringerung verkehrsbedingter Emissionen, sondern auch in der Außenwirkung für Private und Gewerbe. Deshalb sollten die umgestellten Fahrzeuge deutlich gekennzeichnet bzw. foliert sein.
- Um Akzeptanzhürden bei den Mitarbeitern zu vermeiden sollte der Umstellungsprozess sorgfältig begleitet werden. Dazu gehört auch eine Einführung in die Bedienung und Besonderheiten von Elektrofahrzeugen.
- Die Stadt Bochum sollte zudem auf ihre Tochtergesellschaften einwirken, hier ebenfalls die Umstellung der Flotten auf Elektrofahrzeuge voranzutreiben.

6.2.2.5. E-VERKEHRE & VERKNÜPFUNG

Die Förderung von Elektromobilität sollte sich nicht nur auf Maßnahmen im Bereich des automobilen MIV beschränken, sondern alle Mobilitätsformen mit einbeziehen. Etliche Kommunen haben bereits erfolgreich Einzelmaßnahmen in folgenden Bereichen durchgeführt:

Maßnahme: Pedelec-Verkehr fördern

Eine der effektivsten Maßnahmen zur Reduzierung verkehrsbedingter Emissionen besteht in der Förderung des Pedelec-Verkehrs. Viele Kommunen in den Niederlanden zeigen, wie durch konsequenten Ausbau der Infrastruktur der Modalsplit signifikant geändert werden kann. Hierzu gehört die Bereitstellung Pedelec-geeigneter Rad- und Schnellwege ebenso wie die Schaffung gesicherter Abstellmöglichkeiten an Hotspots und Verkehrsknotenpunkten.

Maßnahme: Einführung von Elektrobussen und Umstellung des kompletten Fuhrparks

Nicht nur im In- sondern auch im Ausland werden mit Hochdruck Busflotten auf Elektromobilität umgestellt. Neben der Reduzierung entsprechender Emissionen besteht ein weiterer Vorteil darin, dass die Vorteile von Elektromobilität einer breiten Bevölkerungsschicht demonstriert werden. Uns ist bekannt, dass die BOGESTRA den Einstieg in die Elektromobilität bereits beschlossen hat. In diesem Jahr wird die BOGESTRA gleich zehn Solo-E-Busse beschaffen mit dem Ziel, in Bochum und Gelsenkirchen jeweils eine erste „grüne Linie“ komplett mit E-Bussen zu bedienen. 2020 sollen dann weitere 20 Elektrobusse beschafft werden. Als erste „grüne Linie“ soll die Linie 354 in Bochum auf Elektrobusse umgestellt werden. Bei insgesamt 228 Bussen, die die BOGESTRA in ihrem Betriebsgebiet einsetzt, ist dies bereits ein erheblicher Anteil, der jedoch zur Erreichung der Klimaziele noch deutlich gesteigert werden müsste. Ziel sollte sein, bis 2028 den gesamten Busfuhrpark umgestellt zu haben.

Maßnahme: Förderung elektromobiler KEP-Dienste

Die Umstellung des Gewerbeverkehrs auf Elektromobilität wird angesichts hoher Schadstoffbelastungen in Innenstädten einen immer größeren Stellenwert einnehmen. Schon heute betreibt z.B. DHL eine große elektromobile Lieferflotte. Die kommunale Einflussnahme auf Entscheidungen von Gewerbeunternehmen ist naturgemäß begrenzt, dennoch können die Gestaltungsmöglichkeiten des EmoG (Zufahrtsbeschränkungen) und kommunikative Maßnahmen durchgeführt werden. Hierzu sind intensive Gespräche mit den Dienstleistern erforderlich, die zu entsprechenden Maßnahmen auch bereit sein, wie die Beispiele in Berlin und Hamburg zeigen.

Maßnahme: Förderung des Einsatzes von E-Taxis

Die Förderung von E-Taxis wird in Deutschland bereits in einigen Kommunen durch Förderprogramme begleitet (München, Stuttgart). Das Beispiel Amsterdam zeigt, wie durch eine Kombination geeigneter Einzelmaßnahmen das Umfeld so gestaltet werden kann, dass die Umstellung auf E-Taxis für das Taxigewerbe wirtschaftlich ist. Die Stadt Amsterdam hat eine Vereinbarung mit den Taxiunternehmen geschlossen, wonach ab 2025 sämtliche Taxis emissionsfrei sein werden. Schon in diesem Jahr wurde eine Umweltzone für Taxis eingeführt. Nur noch saubere Taxis können die Taxistation am Hauptbahnhof (Amsterdam CS) anfahren.

Mit der Auslieferung größerer Elektro-Pkw durch die Automobilhersteller wird auch das Angebot größer und damit die Bereitschaft der Taxibetreiber steigen, E-Fahrzeuge in größeren Mengen einzusetzen.

Maßnahme: Prüfung der weitergehenden Förderung von E-Carsharing

Die Stadt Bochum hat bereits eine längere Historie im Bereich des elektromobilen Carsharings (RUHRAUTOe). Ob und in welchem Umfang weitere Maßnahmen sinnvoll sind sollte im Rahmen einer eigenständigen Analyse geprüft werden.

Maßnahme: Einführung von Mobilitätsstationen

Einige Kommunen in Deutschland haben in den vergangenen Jahren umfangreiche Erfahrungen im Aufbau und Betrieb von Mobilitätsstationen gesammelt: Hamburg, München, Leipzig, Bremen, Offenburg. Diese bieten – je nach Größe und Ausstattungsstandard – verschiedene nachhaltige Mobilitätsformen zur Nutzung an, in erster Linie in enger Verknüpfung mit den öffentlichen Verkehrsmitteln (S-Bahn, U-Bahn, zentrale Busknoten, Fernbushaltepunkte etc.).

An diesen Mobilitätsstationen demonstriert die Integration elektromobiler Verkehre (LIS, E-Carsharing und Pedelec-Infrastruktur) den Bürgern das breite Einsatzgebiet nachhaltiger Verkehrsmittel.

6.2.2.6. KOMMUNIKATION

Für die Einführung neuer Mobilitätsformen ist immer eine umfangreiche Kommunikation und Information der geeigneten Zielgruppen erforderlich. Dies gilt insbesondere dann, wenn Mobilitätsgewohnheiten geändert werden müssen oder die Nutzung von Verkehrsmitteln mit Technik und Prozessen verbunden ist, die neu zu lernen sind. Eine bereits bestehende Plattform für die Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung der Elektromobilität ist das Bochumer Netzwerk „ruhrmobil-E“, in dem Interessenvertreter aus Industrie, Wirtschaft, Politik und Forschung intensiv an Themen wie Infrastruktur und Fahrzeugentwicklung arbeiten. Dieses Netzwerk könnte die Grundlage für den Aufbau einer breitangelegten Informationsplattform bieten.

Die Notwendigkeit umfassender Kommunikation trifft in hohem Maße für Elektroautos zu, weil diese sowohl im Bereich des Ladens, als auch bei einigen technischen Details (z.B. anderes Bremsverhalten durch Rückgewinnung von Bremsenergie) sich von herkömmlichen Verbrennern unterscheiden. Hinzu kommen Neuerungen beim Erwerb von Ladeinfrastruktur sowie bezüglich der Kosten und der steuerlichen Auswirkungen.

Kommunikation umfasst aber nicht nur die genannten Besonderheiten von Elektromobilität, sondern soll generell die Bürger und Akteure darüber aufklären, welche Aktivitäten zur Förderung von Elektromobilität geplant sind oder bereits unternommen werden.

Im Bereich der Kommunikation haben sich folgende Maßnahmen bewährt:

Maßnahme: Elektromobilität erfahrbar machen

Die Erfahrungsberichte vieler (Schaufenster-) Projekte zeigen, dass es wesentlich ist, den Verkehrsteilnehmern die Möglichkeit zu geben Elektrofahrzeuge auszuprobieren. Hier kommen viele der bereits genannten Maßnahmen zum Tragen:

- Nutzung elektromobiler Fahrzeuge im Bereich E-Busse und E-Taxis
- Nutzung von E-Carsharing-Fahrzeugen
- Veranstaltung von Elektromobilitätstagen in Zusammenarbeit mit örtlichen Autohändlern

Maßnahme: Aufbau eines E-Mobility Portals

Aus Sicht der einzelnen Zielgruppen ist die Umstellung auf Elektromobilität mit teilweise erheblichem Aufwand verbunden, um die relevanten Informationen zu beschaffen. Beispielhaft sei hier genannt:

Private:	Basisfragen zum Laden, Kosten und Reichweiten. Beschaffung und Installation einer Wallbox

Gewerbe:	LIS für größere Fuhrparks, Arbeitnehmerüberlassung, umfangreiche steuerliche Detailregelungen
Parkhausbetreiber:	Aufrüstung des Stromnetzes
Wohnungsbau:	Elektrifizierung der Parkflächen, Lastmanagement, Abrechnung, Parkbevorrechtigung für Besitzer von E-Autos

Um diesen Informationsbedarf zu decken sollte ein prominenter Internet-Auftritt mit den entsprechenden Informationen bereitgestellt und gepflegt werden.

Maßnahme: Einrichtung einer Lotsenstelle E-Mobilität

Eine der wesentlichsten Maßnahmen im Bereich der Kommunikation und eng verbunden mit der Bereitstellung eines E-Mobility-Portals ist die Einrichtung einer Lotsenstelle für Elektromobilität.

Diese fungiert nach außen als zentrale Anlaufstelle für alle Akteure, die sich für elektromobile Themen interessieren. Ihre Funktion entspricht somit der eines „Elektromobilitätsbotschafters“ oder der eines „Pressesprechers für Elektromobilität“.

Zu den konkreten Aufgaben gehören:

- Auftreten als Ansprechpartner und Berater für alle Akteure (Kontaktdaten werden offensiv kommuniziert)
- Verteiler von E-Mobility Informationen (z.B. auch über Mailing-Liste)
- Steuerung der Kommunikationskanäle inkl. der Pressearbeit
- Verantwortlichkeit für Marketing und Marketing-Material
- Begleitung der E-Mobility Konzepte und Maßnahmen

Lotsenstellen können themenverwandten Agenturen oder dem mit der Förderung von Elektromobilität betrauten Amt (Verkehr, Umwelt, Wirtschaftsförderung, Tourismus) zugeordnet werden.

6.3. LIS-KONZEPT

Wie bereits im Rahmen der Ist-Analyse dargestellt existieren konkrete Planungen der Stadtwerke Bochum, die vorhandene Infrastruktur bis Ende 2018 weiter auszubauen. Wir gehen davon aus, dass im Rahmen dieser Planung viele der folgenden Punkte bereits berücksichtigt sind. Diese sind somit zur Prüfung und als zusätzliche Handlungsempfehlung zu verstehen.

6.3.1. TECHNIK

AC-Säulen

An AC-Ladesäulen sollten, wie heute marktüblich ist, jeweils zwei Typ 2 Ladepunkte á 11 oder 22 kW verfügbar sein.

Wesentlich ist es, dass Zugang und Abrechnung einheitlich möglich sind. Idealerweise wird ein Verfahren – und damit ein Backend-Betreiber - gewählt, der sowohl überregional als auch in den Nachbarregionen etabliert ist.

Sollte in den benachbarten Regionen eine andere Zugangslösung vorherrschend sein, muss darauf geachtet werden, dass ein Roaming zwischen beiden Systemen problemlos möglich ist.

Für Spontan-Kunden, wie z.B. Besucher und Touristen, sollte die Möglichkeit der Direktbezahlung per App vorhanden sein.

Potenzielle Lieferanten der Hardware und des Backend-Systems sollten sorgfältig dahingehend geprüft werden, ob ihre Lösung eichrechtskonform ist.

DC-Säulen

Schnellladeinfrastruktur erlebt derzeit auf zwei Ebenen einen Technologiewandel:

Häufig eingesetzt werden bisher sogenannten Tripple-Lader mit Ladepunkten für CCS, CHAdeMO und AC 43 kW. Während CCS der europäische DC-Ladestandard ist und asiatische Hersteller weiter auf CHAdeMO setzen, wird heute kein Fahrzeug mehr ausgeliefert, welches AC 43 kW aufnehmen kann. Selbst der Anteil an Fahrzeugen mit einer Ladeleistung von 22 kW ist begrenzt. Zumindest auf einen Ladepunkt mit AC 43 kW kann in absehbarer Zeit zugunsten einer zweiten 22 kW-Version verzichtet werden.

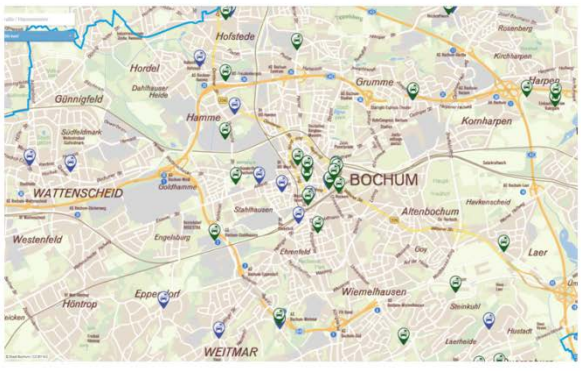
In den letzten Jahren vorherrschend waren DC-Säulen mit einer Ladeleistung von 50 kW. Derzeit arbeiten aber Automobil- und Ladesäulenhersteller an High Power Chargern mit Ladeleistungen von 150 kW und mehr. Diese sind jedoch aus technischer Sicht weitaus komplexer und somit deutlich teurer. Ob DC 50 kW als eigenes Leistungssegment aus Kostengründen weiterhin bestehen bleibt, ist derzeit noch nicht absehbar.

Prinzipiell empfehlen wir in diesem Umfeld, bei der Auswahl von DC-Standorten auch die Anschlussmöglichkeit von HPC-Anlagen zu prüfen bzw. schon vorzubereiten.

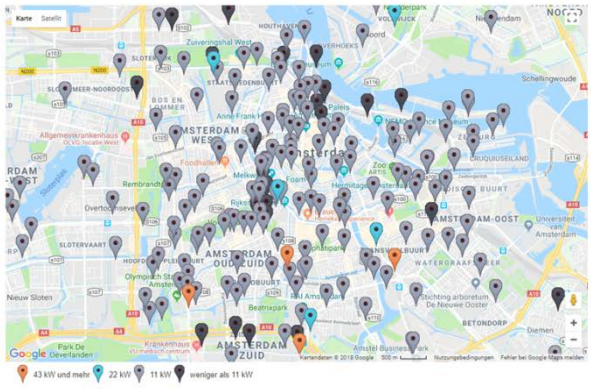
6.3.2. MENGEN

Wenn auch die derzeitige Ausbauplanung der Stadtwerke Bochum zu begrüßen ist gehen wir davon aus, dass der Umfang der LIS bereits in naher Zukunft nicht ausreichen wird.

Die folgende Grafik zeigt zur Begründung jeweils Kartenausschnitte von ca. 10 km Breite der Stadt Bochum mit den vorhandenen und geplanten Standorten sowie der Stadt Amsterdam mit dem heutigen Ausbaustatus:



LIS-Dichte Bochum (Plan 2018) Quelle: Geoportal Bochum



LIS-Dichte Amsterdam Quelle: goingelectric

ABBILDUNG 7: VERGLEICH LIS-DICHTE

Hierzu sei angemerkt, dass die in Amsterdam gewählten Standorte nicht über ein Planverfahren, sondern über das Nachfrageverfahren ermittelt wurden. Käufer eines Elektroautos können dort Ladesäulen in ihrer unmittelbaren Umgebung beantragen. Die Karte bildet somit weitgehend die tatsächlich vorhandene Nachfrage ab und zeigt zudem, dass etliche Ladesäulen erwartungsgemäß in Wohngebieten installiert wurden. Schon 2016 überschritt die Anzahl der vorhandenen Ladesäulen die 2.000er Marke.

Aktuelle EV-Bestandszahlen liegen für Amsterdam derzeit nicht vor. Unter Berücksichtigung der nationalen Bestandszahlen von Deutschland (12/2017: 62.000) und Niederlande (4/2018: 114.000) könnte vereinfacht die These aufgestellt werden, dass die aktuelle EV-Situation in Amsterdam die LIS-Nachfrage von Bochum in 2020 abbildet. Somit wäre in wenigen Jahren ein deutlich höherer Bestand an LIS erforderlich.

Fundierte Schätzungen zum tatsächlichen Bedarf z.B. für die Jahre 2020 oder 2022 halten wir derzeit für nicht möglich. Um angesichts dieser Schätzungsrisiken zielgerichtet investieren zu können empfehlen wir vergleichbar wie in Amsterdam oder auch Berlin ein Nachfrageverfahren einzuführen, bei dem Besitzer eines Elektroautos die Möglichkeit haben, in der Nähe ihres Wohnorts einen Ladepunkt zu beantragen.

6.3.3. STANDORTE

Für die in 2018 geplante Ladeinfrastruktur wurde bereits eine konkrete Bestimmung von Standorten durchgeführt. Im Gegensatz zur vorhandenen LIS ist es zu begrüßen, dass dabei überwiegend öffentliche Standorte, z.B. an großen Parkplätzen gewählt wurden (s. Auswahl folgende Grafik). Unbedingt zu beachten ist, dass diese Standorte im 24/7er Modus zur Verfügung stehen, eine Lademöglichkeit also jederzeit gegeben ist.

ABBILDUNG 8: GEPLANTE STANDORTE 2018

Für die Ermittlung von Standorten hat sich ein mehrstufiges Verfahren als sehr hilfreich erwiesen:

In einem ersten Schritt sollten die generellen Rahmendaten und Ziele der Ausbaustrategie bestimmt werden. Für die Stadt Bochum empfehlen wir insbesondere folgende Ziele:

- Bestimmung und Aufbau von Schnellladestandorten (bereits für mind. 150 kW) an den zentralen Verkehrsachsen.
- Ausstattung automobiler Hotspots wie Großparkplätze, große Bahnhöfe, Universitäten und Institute überwiegend mit 22 kW AC-Säulen. Dies soll auch der Sichtbarmachung von Elektromobilität dienen.
- Ebenso Ausstattung touristischer Hotspots (z.B. DBM, Kemnader See, Kunstmuseum). Hier kann der Bedarf aber ggf. auch in angrenzenden Parkhäusern über Wallbox-Lösungen befriedigt werden.
- Ausstattung von Wohngebieten, ggf. über das oben skizzierte Antragsverfahren mit einfachen AC-Säulen (ggf. bis 11 kW).

Im Folgenden kann dann über entsprechende Makro- und Mikrokriterien im Rahmen eines detaillierten Standortkonzepts eine genaue Verortung der Standorte vorgenommen werden. Hierzu gehören beispielsweise die Sichtbarkeit, die Möglichkeit der einfachen Netzanbindung, der Abstand zu Straßenecken und Radwegen oder die Bestimmungen des Denkmalschutzes. Bei der Planung ist es auch empfehlenswert, neben den zuständigen Ansprechpartnern (Ämter, Energieversorger) auch lokale Akteure und Bezirksvertretungen eng in die Standortfindung einzubinden.

6.3.4. Beispielhafte Standort-Empfehlungen

Bezüglich touristischer Sehenswürdigkeiten fällt auf, dass diese teilweise auch gemäß der neuen Ausbauplanung nicht über LIS verfügen. Zu nennen sind z.B.:

- Deutsches Bergbau-Museum
- Kunstmuseum
- Starlight Express Theater
- RuhrCongress Bochum
- Kemnader See

Weitere Lücken in der LIS-Ausstattung sind, auch unter Berücksichtigung der Ausbauplanung 2018:

- Altenbochum und Wiemelhausen
- Ruhr-Universität Bochum mit Audimax und Veranstaltungszentrum (eine Ladesäule erscheint auf Dauer nicht ausreichend)
- Weite Bereiche rund um Brenschede und Stiepel (nur eine Ladesäule auf einem Gewerbegelände), in Sundern nur ein Schuko- und CEE-Ladepunkt
- Die Gegend rund um Höntrop, Munscheid und Westenfeld

Generell empfehlen wir darüber hinaus, auch in bereits mit einer Ladesäule versorgten Wohngebieten eine weitere Verdichtung zu planen.

Schnelllade-Standorte könnten beispielsweise geprüft werden für:

- B226 (Innenstadt Richtung A448)
- Langendreer Wittener Str. – Unterstraße
- Rund um das Kreuz Bochum
- Rund um das Kreuz A40 – A448
- Königsallee Richtung A448
- Ruhruniversität Bochum

Diese Standort-Empfehlungen beruhen auf einer ersten Recherche und sollten im Rahmen eines eigenständigen, mehrstufigen Standortkonzepts detailliert werden.

6.3.5. BETREIBER

Die Ermittlung geeigneter Betreiber von LIS ist immer eng mit der Tatsache verbunden, dass die Bereitstellung von LIS bis auf gut ausgelastete DC-Standorte in großen Bereichen defizitär ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn man die z.T. erheblichen Kosten für Netzanschluss und Netzausbau mit einberechnet.

Bochum hat wie viele andere Kommunen den Aufbau an die entsprechenden Stadtwerke übertragen. Diese wiederum haben den Dienstleister Trianel mit Teilen des operativen Betriebs betraut.

Aus unserer Sicht sollte es immer das Ziel sein, LIS weitmöglich gewerblich von leistungsfähigen und kompetenten Unternehmen betreiben zu lassen. Dies kann der lokale Energieversorger, aber auch ein überregional tätiger Konzern sein. Als Vorbild kann hier naheliegenderweise der klassische Tankstellenmarkt dienen.

Die heutige Praxis zeigt bereits, dass DC-Standorte überwiegend von spezialisierten Unternehmen betrieben werden. Aber auch am Betrieb von städtischen AC-Säulen zeigen etliche Unternehmen Interesse. Ggf. ist es erforderlich, an wenig profitablen Wohngebiets-Standorten mit einem kommunalen Betreiberzuschuss zu arbeiten.

6.3.6. ÜBERGREIFEND

In den vorherigen Kapiteln wurden überwiegend technische und betriebliche Belange einer LIS erörtert. Wesentlich für die erfolgreiche Bereitstellung und die Förderung von Elektromobilität ist es aber, dass die LIS auch weitmöglich zugänglich für Elektroautofahrer ist.

Insbesondere ist darauf zu achten, dass das Zuparken von Ladesäulenparkplätzen durch Verbrennerfahrzeuge vermieden wird. Die Erfahrung zeigt, dass hier eine konsequente Ahndung und das Abschleppen von Falschparkern unvermeidlich sind. Zudem müssen Ladeparkplätze deutlich ausgezeichnet und entsprechend beschildert sein.

Darüber hinaus ist es auch hier empfehlenswert, die LIS im Rahmen der o.g. Kommunikationsmaßnahmen einzubinden. So sollten professionell gestaltete Karten der Standorte und Bedienungsanleitungen bereitstehen. Diese Informationen sollten auch den regionalen Autoherstellern zur Verfügung stehen, damit diese auf Fragen rund um LIS und Reichweitenangst adäquat antworten können.

6.4. WASSERSTOFF

Neben der batteriebasierten Elektromobilität werden auch alternative Antriebstechniken auf Basis von Wasserstoff erprobt.

Wasserstoff (H_2) ist ein Energieträger, der grundsätzlich in chemischen Verbindungen wie Wasser, Kohlenwasserstoffen und anderen organischen Verbindungen vorliegt. Aus diesen chemischen Verbindungen kann er extrahiert werden. Wasserstoff ist dann ein sehr leichtes Gas das sich rasch mit der Umgebungsluft mischt. Bei der kontrollierten Reaktion mit Sauerstoff in einer Brennstoffzelle entstehen Strom, Wärme und Wasser. Wird reiner Wasserstoff in Brennstoffzellen-Systemen verwendet, entstehen lokal keinerlei Schadstoffe. Selbst beim Einsatz von Erdgas oder Methanol, aus denen mit Hilfe eines Reformers Wasserstoff für die Brennstoffzellen erzeugt wird, fallen wesentlich niedrigere CO_2-Emissionen als bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen an. Darüber hinaus hat Wasserstoff den Vorteil, dass er beispielsweise aus Wasser überall dort erzeugt werden kann, wo er benötigt wird. Anders als fossile Energien ist Wasserstoff damit nicht an bestimmte geografische Vorkommen gebunden.

Wasserstoff wird seit Jahrzehnten großtechnisch hergestellt und unter anderem in der Lebensmittelindustrie (bei der Herstellung von Fetten) eingesetzt. In der chemischen Industrie fällt er darüber hinaus als Nebenprodukt an. Dieser Nebenprodukt-Wasserstoff steht kurzfristig für die Verwendung in Brennstoffzellenanwendungen zur Verfügung.

Die Verwendung von Wasserstoff als Energieträger in Massenmärkten wie Verkehr und Energieversorgung ist dagegen relativ neu und stellt andere Anforderungen an Herstellung, Verteilung und Nutzung des Energieträgers. Häufig umgesetzte Einsatzgebiete sind Elektrobusse, allerdings bei deutlich höheren Kosten im Vergleich zu einer batteriegetriebenen Version. Viele Hersteller arbeiten zudem an entsprechenden PKW-Modellen bzw. haben erste Serienmodelle auf den Markt gebracht.

Insgesamt spielt derzeit aber Wasserstoff, selbst noch im Vergleich zu den ebenfalls marginalen Zulassungszahlen Batteriegetriebener Fahrzeuge eine sehr untergeordnete Rolle.

Aus kommunaler Sicht wesentlich ist es, für Wasserstoff-Fahrzeuge die entsprechenden Wasserstoff-Tankstellen bereitzustellen.

Diese bestehen hauptsächlich aus der klassischen Zapfsäule, die auch weiterhin die Schnittstelle zum Endnutzer und damit zum Tank der verschiedenen Fahrzeugtypen (Pkw, Busse, Flurförderzeuge) bildet. Der Zapfsäule vorgelagert ist der Bereich, an dem der Wasserstoff für die Abgabe an der Zapfsäule aufbereitet wird, da unterschiedliche technische Anforderungen für die Abgabe von flüssigem oder gasförmigem (wahlweise 200, 350 oder 700 bar) Wasserstoff bestehen. So wird beispielsweise für eine schnelle Betankung (< 5 Minuten) Wasserstoff nach der SAE-Norm J2601 auf – 40°C heruntergekühlt (Cold Filling), um eine Überhitzung des Fahrzeugtanks zu verhindern.

Darüber hinaus muss ausreichend Wasserstoff bis zum Verbrauch an der Tankstelle zwischengelagert werden. Dieser Bereich bildet gegebenenfalls die Schnittstelle zum Wasserstofflieferanten, wenn nicht vor Ort an oder in der Nähe der Tankstelle selbst Wasserstoff erzeugt wird (Beispiele Chemiepark Hürth, Industriepark Höchst). In letzterem Fall kommen außerdem noch die Installationen für die H_2-Produktion hinzu bzw. der H_2 wird über ein Leitungssystem aus der Industrieproduktion zugeführt.

1938 wurde im Ruhrgebiet ein weit verzweigtes, rund 230 Kilometer langes, Pipeline-Netz für Stadtgas (das früher einen hohen Wasserstoffanteil enthielt) gebaut, das heute im Rahmen des Projektes NRW Hydrogen HyWay für die Verteilung von Wasserstoff genutzt wird. Der H_2 entsteht

als Nebenprodukt aus lokalen Industrieprozessen. Durch die Anbindung von H_2-Tankstellen an diese Pipeline könnten die Kosten für den Wasserstoff durch den Wegfall des Transports deutlich gesenkt werden. Hier sollte ein Anschluss der Stadt Bochum an dieses Netz, das bereits eine Tankstelle in Herten betreibt, gesucht werden.

Ansonsten ist das Tanken an einer klassischen Tankstelle oder einer Wasserstofftankstelle aus Nutzersicht in weiten Teilen vergleichbar. Gleiches gilt auch für die Standortwahl. Hier sollten wie bei klassischen Tankstellen oder HPC-Ladeparks ebenfalls die zentralen Verkehrsachsen gewählt werden. Im Rahmen des Pilotprojektes „H2 MOBILITY – MISSION INFRASTRUKTUR" wurden bis Ende 2016 erste Tankstellen mit zusätzlichen H_2-Zapfsäulen ausgestattet. So kann seit dem 15.06.2016 neben Benzin und Diesel direkt am Autobahnkreuz Wuppertal-Nord (Nordrhein-Westfalen) an der Shell Tankstelle Schmiedestraße gasförmiger Wasserstoff (H_2) getankt werden. Sie ist die erste H2 MOBILITY-Station und ein Meilenstein für die Wasserstoff-Mobilität: Die vom Technologiekonzern Linde errichtete, serienmäßig produzierte Anlage gilt als Modell für den weiteren Ausbau des deutschen H_2-Tankstellennetzes – auf zunächst 100 und bald auf bis zu 400 Wasserstoff-Tankstellen. Die Station besteht überwiegend aus standardisierten Komponenten für Speicherung, Kompression und Betankung bei 700 bar. Der H_2-Dispenser ist, wie die Zapfsäulen der anderen Kraftstoffe, direkt im Tankfeld der Station untergebracht.

Ggf. ist es empfehlenswert, bei der Suche nach HPC-Standorten zusätzlich Standorte für Wasserstofftankstellen zu identifizieren.

Zusammenfassung:

- **Privatbesitzer von Elektroautos brauchen gesicherte Lademöglichkeiten in ihrem Wohnumfeld.**
- **Im gewerblichen Bereich kann der Einsatz von E-Fahrzeugen durch die Stadt Bochum beschleunigt werden: bei den KEP-Diensten könnte die Einführung von Zufahrtsbevorrechtigungen für E-Autos, für Taxi-Unternehmen die Bereitstellung von DC-LIS für e-Taxis, eine direkte Förderung der Umstellung sowie die Bevorrechtigung bei der Standort-Zuordnung hilfreich sein.**
- **Für die Zielgruppe Touristen und Besucher der städtischen Hotspots sind Ladesäulen an Hotels und den touristischen Einrichtungen erforderlich.**
- **Im Rahmen der Maßnahmenvorschläge werden verschiedene Handlungsoptionen für die Stadt Bochum aufgezeigt, um ein schnelles Anwachsen der Elektromobilität zu fördern.**
- **Schwerpunkt des städtischen Handels muss ein Kommunikationskonzept sein: Zielgruppenansprache, Erlebbarkeit der Elektromobilität, Aufbau E-Mobility-Portal sowie Einrichtung einer Lotsenstelle Elektromobilität.**
- **Das von den Stadtwerken Bochum konzipierte LIS muss auf weitere Standorte, insbesondere an besucherintensiven Hotspots, ausgeweitet werden. Die Standortauswahl ist in einem späteren Prozess zu verfeinern und sollte alle Stadtteile umfassen.**
- **Um den Zugang zur LIS zu erleichtern muss ein Betreiberkonzept gewählt werden, das einen einheitlichen Zugang zu allen Ladestationen ermöglicht.**
- **Wasserstoff ist eine Alternative zum batterieelektrischen Fahrzeug. Auch hier ist die entsprechende Infrastruktur, z.B. unter Nutzung des NRW Hydrogen HyWay, bereitzustellen.**

7. AP4: LEITLINIEN UND UMSETZUNGSPLAN

7.1. MARKTAUSBLICK

In den letzten Jahren war Elektromobilität im Bereich des nachhaltigen Verkehrs ein beherrschendes Thema, die Zulassungszahlen waren jedoch enttäuschend. Ursächlich war eine Kombination der sog. RIP-Faktoren Reichweite, Infrastruktur und Preis. Diese Faktoren werden jedoch bald ihre Relevanz verlieren:

- Aufgrund der erheblichen Fortschritte auf dem Batteriesektor werden künftige Fahrzeuggenerationen Reichweiten von 300 bis 500 km haben.
- Die Ladeinfrastruktur wird derzeit erheblich ausgebaut. Gerade an Autobahntankstellen entsteht aktuell ein dichtes Netz an Schnellladestationen. Gleichzeitig kündigen immer mehr Konzerne weitere Investitionen in Ladeinfrastruktur an.
- Verbunden mit den erheblichen Fortschritten in der Batterietechnologie ist auch eine Reduzierung des Anschaffungspreises. Dies geht einher mit den ohnehin reduzierten Betriebskosten von Elektroautos aufgrund geringerer Energiekosten und einem geringeren Anteil an Verschleißteilen. Der ADAC hat bereits zum Jahreswechsel festgestellt, dass ein e-Golf unter Berücksichtigung der sog. Total Cost of Ownership (TCO) heute schon günstiger als ein vergleichbares Verbrennermodell ist.

Hinzu kommen weitere Einflussfaktoren:

- Nach langem Zögern auf Seiten der etablierten Automobilhersteller haben diese mittlerweile erheblich in Elektromobilität investiert. Während bisher die Auswahl und Verfügbarkeit von Elektroautos begrenzt war, wird in den kommenden Jahren eine Vielzahl neuer E-Modelle auf den Markt kommen, und zwar in allen Produktklassen.
- Aufgrund der heute sehr realen Gefahr von Fahrverboten für herkömmliche Fahrzeuge wird das Interesse der Verbraucher an Elektroautos deutlich ansteigen.
- Dies betrifft ebenso gewerbliche Fahrzeuge. Gerade für Lieferdienste ist es essentiell, langfristig eine gesicherte Zufahrt in die Innenstädte zu haben.

7.2. LEITLINIEN

Unter Berücksichtigung dieser Entwicklungen empfehlen wir der Stadt Bochum sich an folgenden Leitlinien zu orientieren:

- Planungen im Bereich Verkehr, Bau und Infrastruktur sollten darauf ausgerichtet werden, dass der Bestand an Elektrofahrzeugen ab ca. 2020 deutlich steigen wird.
- Elektromobilität kann einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung verkehrsbedingter Emissionen (einschließlich Lärmemissionen) liefern und sollte neben der Förderung von ÖPNV, Fuß-, Rad- und insbesondere dem Pedelec-Verkehr mit besonders hoher Priorität unterstützt werden.
- Die Förderung von Elektromobilität und die Begleitung des Markhochlaufs wird in den kommenden Jahren eine Regelaufgabe sein und sollte deshalb organisatorisch verankert werden.
- Aus elektromobiler Sicht haben große Kommunen die Besonderheit, dass ein besonders hoher Anteil potenzieller Elektroauto-Käufer über keinen eigenen Parkplatz und somit über

keine gesicherte Übernacht-Lademöglichkeit verfügt. Zur Aktivierung dieser Käuferschicht müssen entsprechende Konzepte entwickelt werden.

- Die erforderliche Infrastruktur sollte in der Startphase noch durch die Kommunen bereitgestellt werden, gleichzeitig sind aber Konzepte für gewerbliche Investitionen entwickelt werden.

7.3. UMSETZUNGSPLAN

Unter Berücksichtigung dieser Leitlinien empfehlen wir zusammenfassend die Durchführung folgender Maßnahmen:

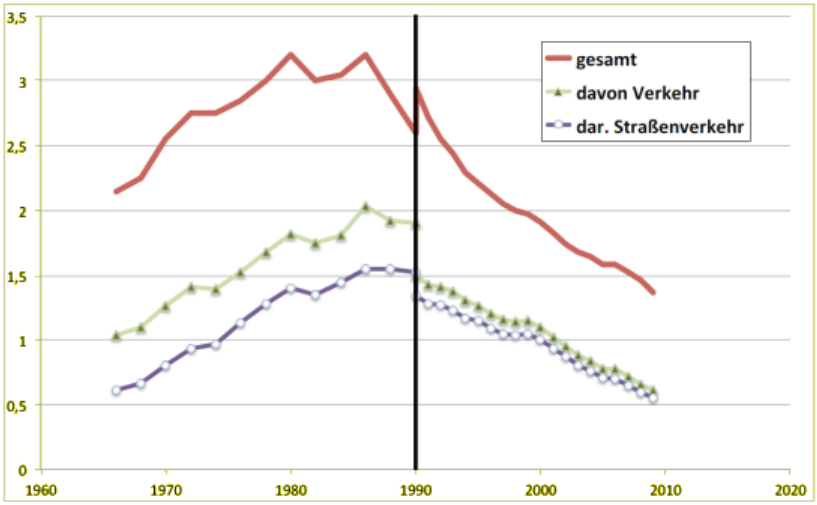
Maßnahmen	Zeitrahmen	Ressourcen
Steuergruppe Elektromobilität einrichten	2. Hj 2018	eigene
Zielgruppenkonzepte erstellen	2018 – 2019	Fördermittel akquirieren
Bevorrechtigungen gemäß EmoG einführen	2. Hj 2018	eigene
E-Mobility in Bebauungsplanung und Satzungen berücksichtigen	fortlaufend	eigene
Öffentliche LIS weiter ausbauen	2019	Fördermittel für Detail-Konzept und Investitionen akquirieren
Gewerbliche LIS fördern	fortlaufend	eigene, ggf. Fördermittel für Detail-Konzept akquirieren
Umstellung der kommunalen Flotte begleiten	fortlaufend	eigene, zudem Fördermittel akquirieren
Pedelec-Verkehr fördern	2018	Fördermittel für Detail-Konzept und Investitionen akquirieren
Elektrobusse einführen	2018	Fördermittel für Detail-Konzept und Investitionen akquirieren (in enger Abstimmung mit der BOGESTRA)
Elektromobile KEP-Dienste fördern	2018	eigene
E-Taxis fördern	2019	Fördermittel für Detail-Konzept und Investitionen akquirieren
E-Carsharing fördern	fortlaufend	eigene
Mobilitätsstationen einführen	2019	Fördermittel für Detail-Konzept und Investitionen akquirieren
Elektromobilitätsveranstaltungen durchführen	Fortlaufend	eigene
E-Mobility Portal aufbauen	2018	Ggf. Fördermittel akquirieren
Lotsenstelle einrichten	2018	eigene

TABELLE 7: UMSETZUNGSPLAN

7.4. AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN AUF DIE UMWELT

Zunächst ist festzuhalten, dass der zunehmende Einsatz von Elektrofahrzeugen Auswirkungen auf unterschiedliche Betrachtungsfelder hat. So wird die Lärmbelastung in den Städten und insbesondere in dichtbebauten Wohnquartieren deutlich reduziert.

Bei den gasförmigen Emissionen werden traditionell insbesondere die Schadstofffraktionen Kohlenmonoxid (CO), flüchtige Kohlenwasserstoffe (NMVOC, non methane volatile organic compounds) und Stickoxide (NO_x, üblicherweise gerechnet als NO_2) betrachtet, bei deren Emission der Verkehr und insbesondere der PKW-Verkehr eine besondere Rolle spielen. Bei Kohlenmonoxid und den flüchtigen Kohlenwasserstoffen sind die PKW-bedingten Emissionen allerdings auf der Grundlage der Abgasgesetzgebung ab 1970 und insbesondere den Regelungen nach EURO 1 und folgenden ab 1991 sehr stark abgesunken und keineswegs mehr dominant. Ungeachtet der Aussicht auf auch künftig noch weiter sinkende Werte können sie vielmehr bereits jetzt in der Regel praktisch vernachlässigt werden.[6]



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage der Daten von: Umweltbundesamt (2011a); bis 1990(1) früheres Bundesgebiet, Daten des Umweltbundesamtes nach DIW, Verkehr in Zahlen (verschiedene Ausgaben).

ABBILDUNG 9: NO_X EMISSIONEN IN DEUTSCHLAND (ALS NO_2) IN MIO. T

Bei den Stickoxiden stellt sich die aktuelle Lage aber deutlich ungünstiger dar. Die Entwicklung verlief langsamer und der steigende Verkehr bremste die Reduzierung (siehe oben Grafik Schallaböck[7]). Hier werden immer noch an vielen Messstellen, und zwar an solchen mit straßenverkehrsbedingt erhöhten Immissionskonzentrationen, Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt. Diese betreffen sowohl den zulässigen Jahresmittelwert als auch die zulässige Anzahl hoch belasteter Stundenwerte. Die Überschreitungen sind u.a. der Hintergrund für das Bundesförderprogramm „Saubere Luft“, mit dessen Hilfe diese Emissionen deutlich reduziert werden sollen.

„Die PKW tragen derzeit zu etwa 15 Prozent zu den gesamten Stickoxidemissionen (als NO_2), bzw. zu rd. 40 Prozent zu jenen aus dem Straßenverkehr bei, sind aber wohl an den kritischen Messpunkten

[6] Zitiert nach Dr. Karl Otto Schallaböck, Überlegungen zu Lärm und Schadstoffen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Elektrofahrzeugen, Teilbericht im Rahmen der Umweltbegleitforschung Elektromobilität im Förderschwerpunkt „Modellregionen Elektromobilität“ (FKZ 03KP5003), Wuppertal 2012, S. 5

[7] Ebda. S. 20

in der Regel überproportional an den Belastungen beteiligt (LUBW, 2010). Entlastungen durch örtlich emissionsfreie Elektro-PKW wären daher hier besonders erwünscht.[8]“

Aus der nachstehenden Grafik[9] geht hervor, dass durch die Anpassung und Modernisierung der Fahrzeugflotten (Verbrenner) bis 2030 eine direkte NO_x-Entlastung von 56 % erreicht werden kann. Bei Einsatz von 6 Mio. Elektrofahrzeugen wird eine weitere Entlastung um 28 % erreicht.

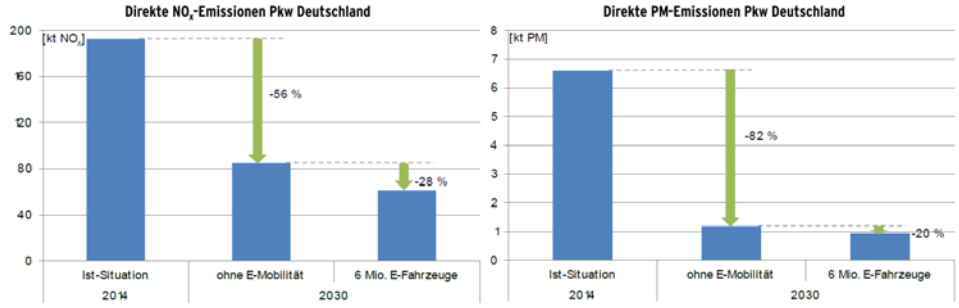


ABBILDUNG 10: ENTWICKLUNG DER NOX- UND PM-EMISSIONEN DER PKW IN DEUTSCHLAND

Für die Stadt Bochum bedeuten diese Zahlen, dass durch die Umsetzung des Masterplans bereits kurzfristig (und nicht erst 2030) nennenswerte Reduzierungen der NO_x-Belastungen erreicht werden können. Je nach Erneuerung des bestehenden Fahrzeugbestandes und der Beschleunigung des Zulaufs von Elektrofahrzeugen können Entlastungen bis zu 10 %, bei schnellerer Marktdurchdringung mit E-Fahrzeugen auch noch mehr, erreicht werden.

[8] Dr. Karl Otto Schallaböck, ebda. S. 5/6
[9] UBA-Texte 27/2016: Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen, S. 109

8. Anlagen

8.1. Abkürzungsverzeichnis

Kürzel	Bedeutung
AC	Wechselstrom (engl. alternating current).
CCS	Combined Charging System, ein von deutschen Herstellern entwickeltes Schnellladesystem für AC- und DC-Laden
CHAdeMO	Ein u. a. von Toyota, Mitsubishi und Nissan entwickelter Standard für das DC-Schnellladen
DC	Gleichstrom (engl. direct current).
EmoG	Elektromobilitätsgesetz
LI / LIS	Ladesäulen-Infrastruktur
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr, hier: öffentlicher Personenverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
RFID	Radio Frequency Identification: Bekannt ist der auf Karten aufgebrachte RFID-Chip zur Übermittlung von Kundennummern oder sonstigen Daten. Die Daten können von einem Karten-Leser (RFID-Reader) an einer Ladesäule zum Zwecke der Zugangs-Identifikation ausgelesen werden.

8.2. Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Laden mit Wechsel-, Dreh und Gleichstrom 6
Abbildung 2: Typ 2-Stecker (MENNEKES) 7
Abbildung 3: DC-Ladesysteme 7
Abbildung 4: DC-SÄULE HAMBURG, Quelle: Dr. Theißen 9
Abbildung 5: Vorhandene u. geplante Infrastruktur 15
Abbildung 6: Kommunaler Handlungsraum Elektromobilität 22
Abbildung 7: Vergleich LIS-Dichte 29
Abbildung 8: Geplante Standorte 2018 30
Abbildung 9: NO_x Emissionen in Deutschland (als NO_2) in Mio. t 37
Abbildung 10: Entwicklung der NOx- und PM-Emissionen der Pkw in Deutschland 38

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: AC-Ladeleistungen 7
Tabelle 2: Aktuelle LIS Stadtwerke Bochum 14
Tabelle 3: Geplante AC-Standorte 14
Tabelle 4: Vorhandene DC-Ladepunkte 16
Tabelle 5: Zielgruppen und Nutzungsszenarien 19
Tabelle 6: Schwerpunktthemen kommunaler Handlungsrahmen 23
Tabelle 7: Umsetzungsplan 36

Green City Plan BO

Kurzgutachten Verkehrslenkung / Verkehrssteuerung

Fokus: Herner Straße / Stadt Bochum

raumkom

Institut für Raumentwicklung und Kommunikation

Max-Planck-Str. 18 - 54294 Trier

Bearbeitung:

Dr. Christian Muschwitz,

Dipl.-Ing. Raumplanung, Stadtplaner AK NW, Verkehrsplaner VSVI

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung 5
1 Ausgangssituation und Anlass 7
Verkehrliche Ausgangssituation 9
1.1 Luftschadstoffwerte Herner Straße 17
Reale Messwerte 17
Hintergrundbelastung und die Anteile des Straßenverkehrs an der Gesamtbelastung 18
2 Fallbetrachtungen zur Reduzierung der Luftschadstoffe 21
2.1 Fall 1: Reduktion des Tempolimits auf 30 km/h auf dem Abschnitt der Herner Straße zwischen A 40 und A 43 22
Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei einer Temporeduktion auf 30km/h? .. 22
Welche Erfahrungen wurden andernorts mit einer Temporeduktion auf 30km/h gemacht? 22
Differenz der Verkehrsbelastung durch Einführung von Tempo 30 auf der Herner Straße 25
Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz. 26
Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung 27
2.2 Fall 2: Reduktion des Tempolimits auf 40 km/h auf dem Abschnitt der Herner Straße zwischen A 40 und A 43 27
Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei einer Temporeduktion auf 40 km/h? . 27
Welche Erfahrungen wurden andernorts mit einer Temporeduktion auf 40 km/h gemacht? 28
Differenz der Verkehrsbelastung durch Einführung von Tempo 40 km/h auf der Herner Straße 29
Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz. 30
Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung, ... 30
2.3 Fall 3: Einspurigkeit (je Fahrtrichtung) der Herner Straße bei Tempo 50 km/h 31
Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei einer Einspurigkeit? 31
Welche Erfahrungen wurden mit der Reduktion auf eine Fahrspur je Richtung gemacht? 31
Differenz der Verkehrsbelastung durch Einspurigkeit auf der Herner Straße 32
Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz. 33
Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung 34
2.4 Fall 4:Einspurigkeit (je Fahrtrichtung) der Herner Straße bei Tempo 30 km/h 35

Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei Einspurigkeit und einer Temporeduktion auf 30km/h? 35
Welche Erfahrungen wurden andernorts mit einer Reduktion einer Fahrspur gemacht und einer Temporeduktion auf 30km/h gemacht? 35
Differenz der Verkehrsbelastung bei einer Fahrspur je Richtung und Tempo 30 km/h auf der Herner Straße 35
Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz. 36
Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung 37
2.5 Unterstützung - Flankierende Maßnahmen - LSA Steuerung 38
Öffentlichkeitsarbeit, Kampagnen und Akzeptanz 38
Umnutzung der freigewordenen Fahrspuren 38
Dynamische Verkehrssteuerung und LSAen 39
3 Fazit 40
Quellen / Literatur 41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kartenabbildung aus Google Maps, Verlauf der Herner Straße und Bemaßung. 7
Abbildung 2: Luftbild aus Google Earth vom Übergangsbereich Herner Straße zu Bochumer Straße an der Stadtgrenze. 8
Abbildung 3: Abb. Lage des Knotens Herner Straße – Tippelsberger Straße 9
Abbildung 4: . Lage des Knotens Herner Straße – Poststraße 10
Abbildung 5: Verkehrsbelastung Herner Straße im Übergang zur B226 / Cityring. 11
Abbildung 6: Belastungswerte DTVw im Bochumer Norden, Herner Straße A43 bis Tippelsberger Str. bei Tempo 50 und Status Quo Bedingungen 12
Abbildung 7: Belastungswerte DTVw im Bochumer Norden, Herner Straße Tippelsberger Str. bis A40 bei Tempo 50 und Status Quo Bedingungen 13
Abbildung 8: Kartenabbildung aus Google Maps, Herner Straße und Autobahnumfahrung A43 / A40 über das AK Bochum mit Bemaßung. 14
Abbildung 9: Screenshot Film Befahrung am 26.03.2018. 15
Abbildung 10: Kartenabbildung aus Google Maps, Verlauf der Herner Straße zwischen den Anschlussstellen der Autobahnen A43 und der A40 mit Bemaßung. 16
Abbildung 11: Lage der NO2-Messtation VBOH2 (EU Kennung DENW331) des LANUV an der Herner Straße. 19
Abbildung 12: Differenzanalyse T30 zu T50 Verkehrsmodell Bochum 25
Abbildung 13: Theoretische Verkehrsstromstärke bei freier Fahrt und Abstand „1/2 Tacho“ 28
Abbildung 14: Differenzanalyse T40 zu T50 Verkehrsmodell Bochum 29
Abbildung 15: Differenzanalyse T50 einspurig zu T50 Verkehrsmodell Bochum 32
Abbildung 16: Differenzanalyse T30 einstreifig zu T50 Verkehrsmodell Bochum 36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Jahresmittel-Messwerte NO_2 VBOH2 (EU Kennung DENW331) 18
Tabelle 2: Differenzen T30 KFZ Abschnitte der Herner Straße 26
Tabelle 3: Veränderung der Belastungen KFZ T30 26
Tabelle 4: Differenz T40 Kfz Herner Straße 29
Tabelle 5: Veränderung der Belastungen KFZ T40 30
Tabelle 6: Differenzen bei T50 einspurig 33
Tabelle 7: Veränderung Belastungen bei T50h einspurig 33
Tabelle 8: Differenzen bei T30 ein spurig 36
Tabelle 9: Veränderung bei T30 einspurig 37

Kurzzusammenfassung

Die Herner Straße weist seit Jahren eine hohe Verkehrsbelastung mit einer DTVw von 30.000 bis 34.000 Kfz zwischen der Stadtgrenze zu Herne und der Anschlussstelle der Autobahn A40 auf. Diese schwankt auf dieser Distanz leicht und ist in den Bereichen unmittelbar an den Anschlussstellen der A43 und der A40 am größten. Der Straßenabschnitt der Herner Straße zwischen den Anschlussstellen der Autobahnen A43 und A 40 stellt eine Abkürzung und unter Umständen, d.h. je nach Verkehrslage auf den Autobahnen, auch eine Reisezeitverkürzung dar. Daher wird der Abschnitt tatsächlich nachweisbar als Abkürzung benutzt. Die gemessene Menge von mehr als 5.000 Kfz (beide Richtungen kumuliert) entspricht dabei rd. 17% der DTVw der Herner Straße.

Der gesetzl. Grenzwert für NO_2 nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImschG) i.V. mit der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV)in Höhe von 40 µg/m3 NO_2 als Jahresmittelwert wird an der Messstation an der Herner Straße um 27,5% überschritten. Er schwankt um die 50 µg/m3 NO_2 als Jahresmittelwert. Abzüglich der Hintergrundbelastung entfallen auf den Bereich Verkehr als Verursacher rd. 20 µg/m³ NO_2. D.h. in der Konsequenz muss entweder die Qualität der Emissionen auf der Herner Straße aus dem Bereich Verkehr soweit verändert werden, dass eine Reduktion um mind. 10- 11 µg/m³ NO_2 erreicht wird oder die Gesamtverkehrsbelastung muss um rd. 50% sinken.

Die Erfahrungen die mit der Einführung von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen gemacht worden sind zeigen, dass sich an der Aufnahmefähigkeit der Straßenabschnitte und dem Verkehrsfluss kaum nennenswerte Unterschiede ergeben zu Tempo 50. Dies setzt allerdings eine entsprechende Anpassung der LSAen voraus. Die Reisezeiten können sich marginal erhöhen. Hinsichtlich der Luftschadstoffreduzierungen durch diese Maßnahme herrscht keine einheitliche Fachmeinung vor, allerdings deuten die realen Messergebnisse aus Berlin drauf hin, dass leichte Entlastungen möglich sind. Besonders bei Straßen mit niedrigem Konstantfahrtanteil kann sich eine Reduktion auf Tempo 30 NO_2 - reduzierend auswirken.

Eine Temporeduktion auf 30km/h zulässige Höchstgeschwindigkeit ist allein nicht ausreichend, um die notwendige Reduktion beim NO_2 zu erreichen. Die durch diese Maßnahme induzierten Verkehrsverlagerungen würden vor allem zu Lasten der Autobahnen ausgehen, die innerstädtischen Verlagerungen würden mit wenigen Ausnahmen eher gering ausfallen. Eine Reduktion auf Tempo 40 auf der Herner Straße erzeugt nur wenig Änderung im Verkehrsgefüge der Stadt und beeinträchtigt nicht die Leistungsfähigkeit der Herner Straße. Allerdings kann diese Maßnahmen als ungeeignet beurteilt werden, hinsichtlich des Potentials zur Senkung von NO_2 -Emissionen auf der Herner Straße. Die Wegnahme einer Fahrspur je Richtung auf der Herner Straße bei weiterhin Tempo 50 km/h, führt zu umfangreichen Veränderungen der Verkehrsströme in den Stadtteilen und zeitigt starke Reduktionen der Verkehrsmengen auf der Herner Straße. Dennoch werden die notwendigen Reduktionsmengen nicht erreicht. Insofern ist auch diese Maßnahme allein nicht ausreichend um die NO_2 -Grenzwerten zu erfüllen. Es ergeben sich durch die die Kombination von Tempo 30km/h und einspuriger Verkehrsführung zum Teil deutliche Mehrbelastungen in untergeordneten Straßen, jedoch fallen diese geringer aus, als bei Tempo 50km/h und einspuriger Verkehrsführung. Dies ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass sich eindeutige Zunahmen auf den Autobahnen A43 und A40 ergeben. Offensichtlich meiden in so einem Fall viele Kfz die vermeintliche Abkürzung über die Herner Straße. Sofern die Temporeduzierung auf 30km/h nicht zu einem deutlichen Mehrausstoß

von NO_2 führt, stellt die Kombination von Tempo 30km/h und einspuriger Verkehrsführung die einzig wirksame Maßnahme zur Reduzierung dar, die sich mit verkehrslenkenden und –steuernden Maßnahmen jenseits von Dieselfahrverboten bietet.

Diese Eingriffe bewirken naturgemäß auch Verkehrsverlagerungen. Insofern werden die Belastungen aus dem Verkehr hier „demokratisiert“, d.h. vormals geringer belastete Bereiche werden nun belastet, damit der besonders belastete Bereich schließlich entlastet wird.

In jedem Fall wird eine Anpassung der LSA-Knoten erforderlich. Adaptive verkehrslastabhängige LSA-Steuerungen können eventuell die Luftschadstoffsituation verbessern.

Diese Maßnahme wird nicht auf ungeteilte Zustimmung stoßen und sollte daher mit entsprechender Kommunikation begleitet werden.

Die nunmehr nicht mehr benötigten Fahrspuren können im Sinne einer Symbolwirkung, für umweltgerechte Mobilität genutzt werden, eine „Protected Bike Lane“ wäre hier die beste Alternative, allerdings käme auch eine Nutzung als „Umweltspur“ für vollelektrische Fahrzeuge in Betracht. Dies beinhaltet jedoch die Gefahr eines Missbrauchs durch konventionelle Kfz.

1 Ausgangssituation und Anlass

Die Herner Straße in Bochum ist etwa 3,8km lang, verläuft in Nord-Süd-Richtung, sie beginnt im Norden an der Stadtgrenze zu Herne und stellt die Verlängerung der Bochumer Straße aus Herne kommend dar. Sie endet im Stadtzentrum von Bochum, kurz nachdem sie den Innenstadtstadtring - die Bundesstraße B226 - gequert hat, indem sie auf die Dorstener Straße einmündet.

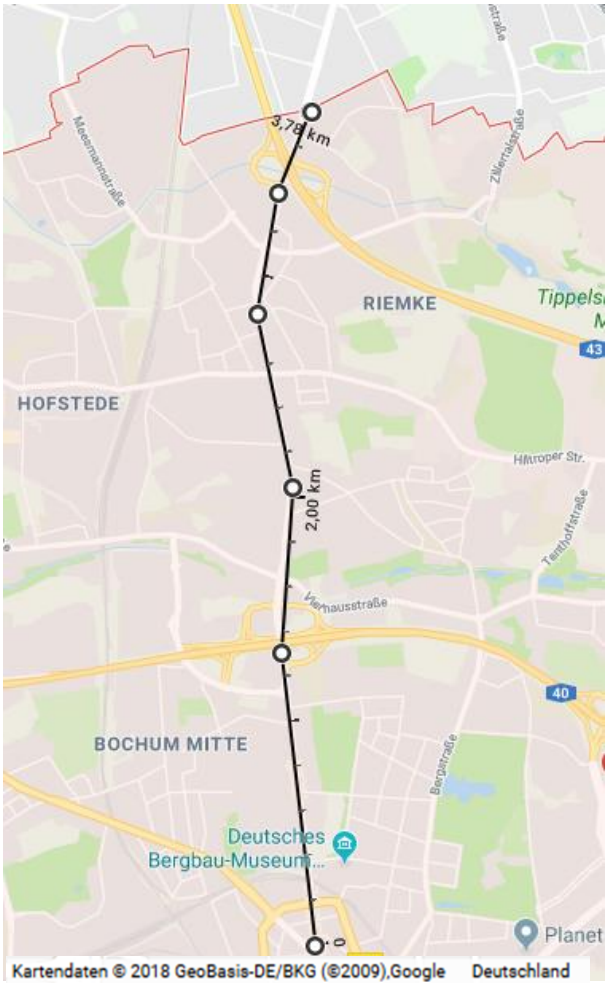


Abbildung 1: Kartenabbildung aus Google Maps, Verlauf der Herner Straße und Bemaßung.

Quelle Google siehe Bildunterschrift.

In Herne ist die Bochumer Straße zurückgebaut und insgesamt für den motorisierten Verkehr zweispurig, d.h. eine Fahrspur je Richtung. Ab der Stadtgrenze Bochum ist die Herner Straße dann vierspurig ausgeführt mit zwei Fahrspuren für den motorisierten Verkehr je Richtung.

Abbildung 2: Luftbild aus Google Earth vom Übergangsbereich Herner Straße zu Bochumer Straße an der Stadtgrenze.

Quelle Google siehe Bildunterschrift.

Dieses Gestaltungsprinzip wird durchgehalten bis zur Querung der Autobahn A 40, ab da wird die Führung für den motorisierten Verkehr überwiegend einspurig. Lediglich für Abbiegesituationen werden, alternierend stadtein- bzw. –auswärts, entsprechende Abbiegespuren vorgehalten. Der Radverkehr wird durchgängig auf getrennten Schutzstreifen geführt. Alle Straßenquerungen zur Herner Straße sind mit Lichtsignalanlagen (LSAen) ausgestattet, ebenso die Auf- und Abfahrten zu den Autobahnen A 40 und A 43.

Auf der Herner Straße gilt aktuell ein Tempolimit von 50 km/h und die Herner Straße ist zwischen der Autobahn A40, Anschlussstelle Bochum-Zentrum und der Autobahn A43, Anschlussstelle Bochum-Riemke für durchfahrende LKW über 7,5 t gesperrt. Diese Sperrung gilt nicht für Güterverkehre, die sich im Umkreis von 75 Kilometern zwischen dem Beginn der Fahrt und dem ersten Beladeort befinden.

Verkehrliche Ausgangssituation

Die Herner Straße ist eine verkehrlich hoch belastete innerstädtische Straße. Die höchstbelasteten Teilabschnitte der Herner Straße liegen dabei zwischen den Anschlussstellen der Autobahnen A43 im Norden und A40 im Süden.

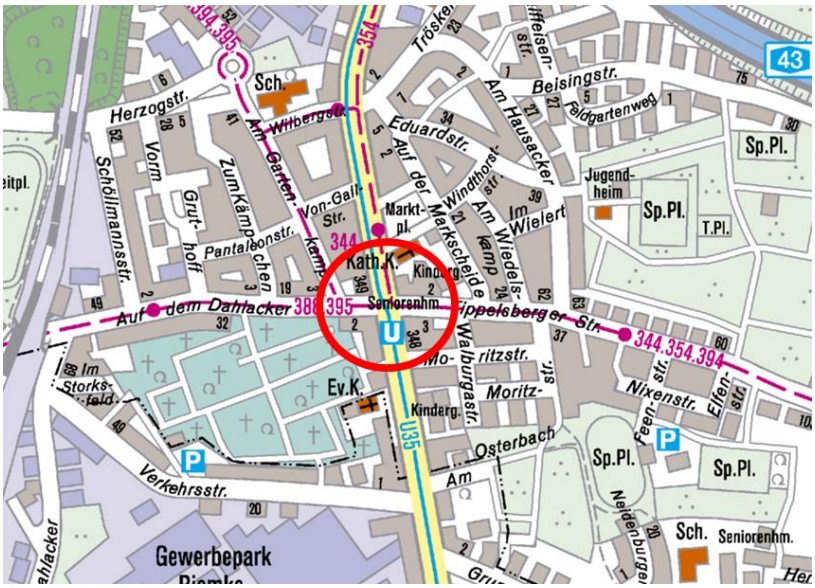


Abbildung 3: Abb. Lage des Knotens Herner Straße – Tippelsberger Straße

Quelle: Stadtplanungsamt Bochum

Eine Verkehrszählung am 19.11.2013 ergab Werte der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke an Werktagen (DTVw in Kfz/24h) am Knoten Herner Straße - Tippelsberger Straße von 28.700 Kfz in der Fahrtrichtung von Norden nach Süden (Querschnitt 2: Herner Straße Zufahrt Nord) von 29.000 Kfz in der Fahrtrichtung Süden nach Norden (Querschnitt 4: Herner Straße Zufahrt Süd). (Quelle: Datei: 131119 Auswertung Knoten Herner Str - Tippelsberger Str.xls; zur Verfügung gestellt von der Stadt Bochum)

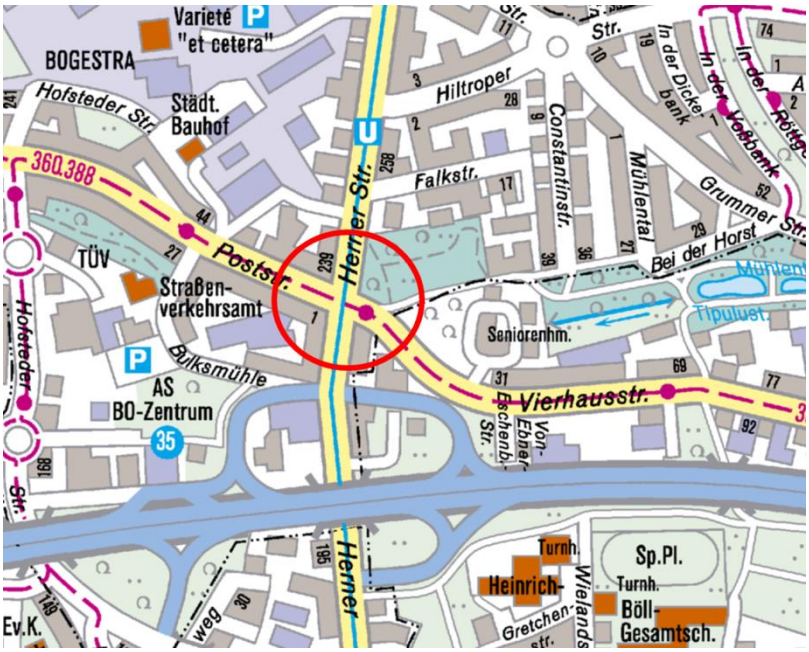


Abbildung 4: . Lage des Knotens Herner Straße – Poststraße

Quelle: Stadtplanungsamt Bochum

Ebenfalls am 19.11.2013 fand eine Verkehrszählung am Knoten Herner Straße - Poststraße statt. Auch hier zeigt sich die Belastung der Herner Straße auf hohem Niveau: so wurde ein DTVw – Wert in Fahrtrichtung von Norden nach Süden von 31.000 Kfz ermittelt und in der entgegengesetzten Richtung kommt ein DTVw-Wert von 31.800 Kfz zu Stande. (Quelle: Datei: 131119 Auswertung Knoten Herner Str - Poststr.xls; zur Verfügung gestellt von der Stadt Bochum)

Immerhin erweist sich die Durchfahrtsregelung für LKW größer 7,5t als insoweit funktionsfähig, als dass die LKW-Anteile an beiden Knoten recht gering ausfallen. So wird am Knoten Herner Straße – Poststraße in der Fahrtrichtung Süden nach Norden bei dem DTVw-Wert von 31.800 Kfz nur ein Güterverkehrsanteil von 2.828 Kfz ermittelt, davon sind lediglich 541 Lkw mit mehr als 3,5t zulässigem Gesamtgewicht. (Quelle: Datei: 131119 Auswertung Knoten Herner Str - Poststr.xls; zur Verfügung gestellt von der Stadt Bochum)

Die Verkehrsbelastung der Herner Straße wird dann bis zur Innenstadt hin geringer, eine Auswertung mit Hilfe des sog. Bochumer Verkehrsmodells aus dem Jahr 2015 ergibt für die Herner Straße am südlichen Ende im Übergang zur B 226 einen DTVw-Wert von 21.000 Kfz. (Quelle: Krieger, Henning: Bochumer Verkehrsmodell.doc / Dokument wurde von der Stadt Bochum zur Verfügung gestellt.)

Abbildung 5: Verkehrsbelastung Herner Straße im Übergang zur B226 / Cityring.

Quelle: Krieger, Henning: Bochumer Verkehrsmodell.doc / Dokument wurde von der Stadt Bochum zur Verfügung gestellt.

Anlässlich dieses Kurzgutachtens bzw. im Kontext mit dem Green City Plan Bochum, sind aktuelle Belastungswerte der Herner Straße mit Hilfe des Bochumer Verkehrsmodells ermittelt worden.

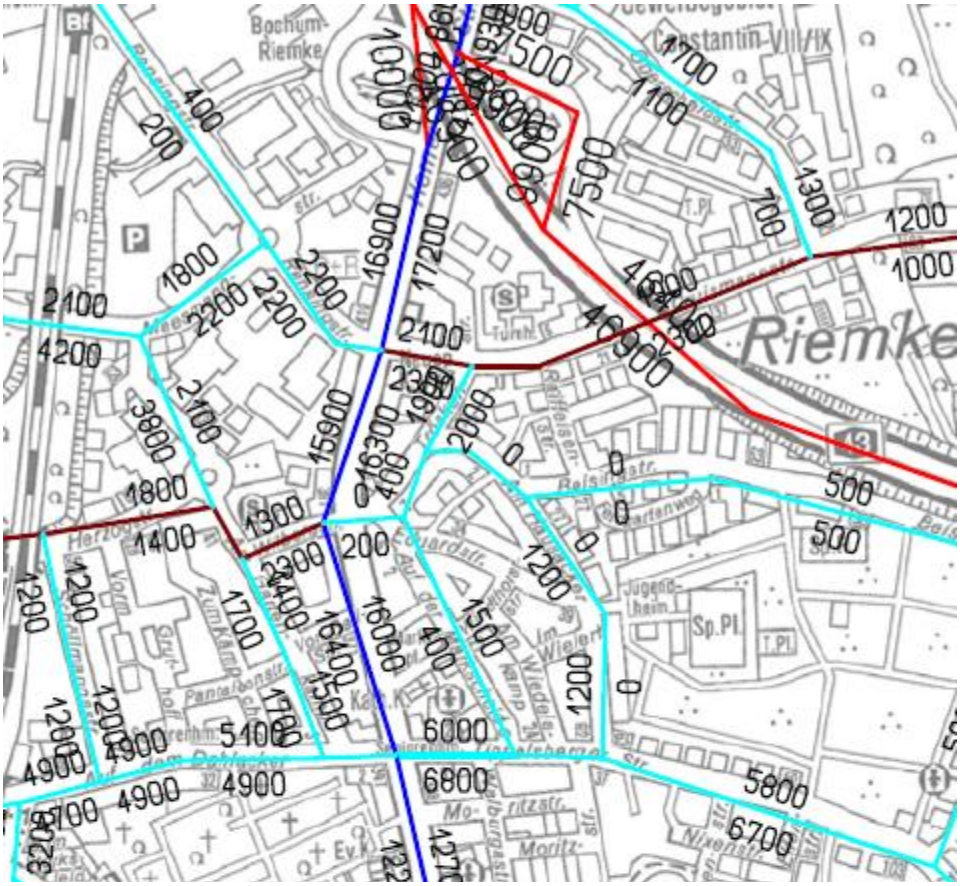


Abbildung 6: Belastungswerte DTVw im Bochumer Norden, Herner Straße A43 bis Tippelsberger Str. bei Tempo 50 und Status Quo Bedingungen.

Quelle: Bochumer Verkehrsmodell 2018, Analyse DTVw 24h, Stadt Bochum, Planungsamt.

Dabei zeigt sich ein weitgehend unverändertes Bild. Nach wie vor sind die Belastungswerte auf der Herner Straße sehr hoch. Jedoch ist auch erkennbar, dass die Belastungen, auf diesem hohen Niveau, abschnittsweise durchaus variieren. Im nördlichen Abschnitt von der Anschlussstelle der Autobahn A43 bis zum Knoten Rensingstraße ergibt sich ein DTVw-Wert von 34.100 Kfz. Im weiteren Verlauf auf dem Abschnitt zwischen Knoten Rensingstraße und Einmündung Wilbergstraße ergibt sich ein DTVw-Wert von 32.200 Kfz. Im Abschnitt Wilbergstraße bis zum Knoten Tippelsberger Straße sind es DTVw 32.400 Kfz.

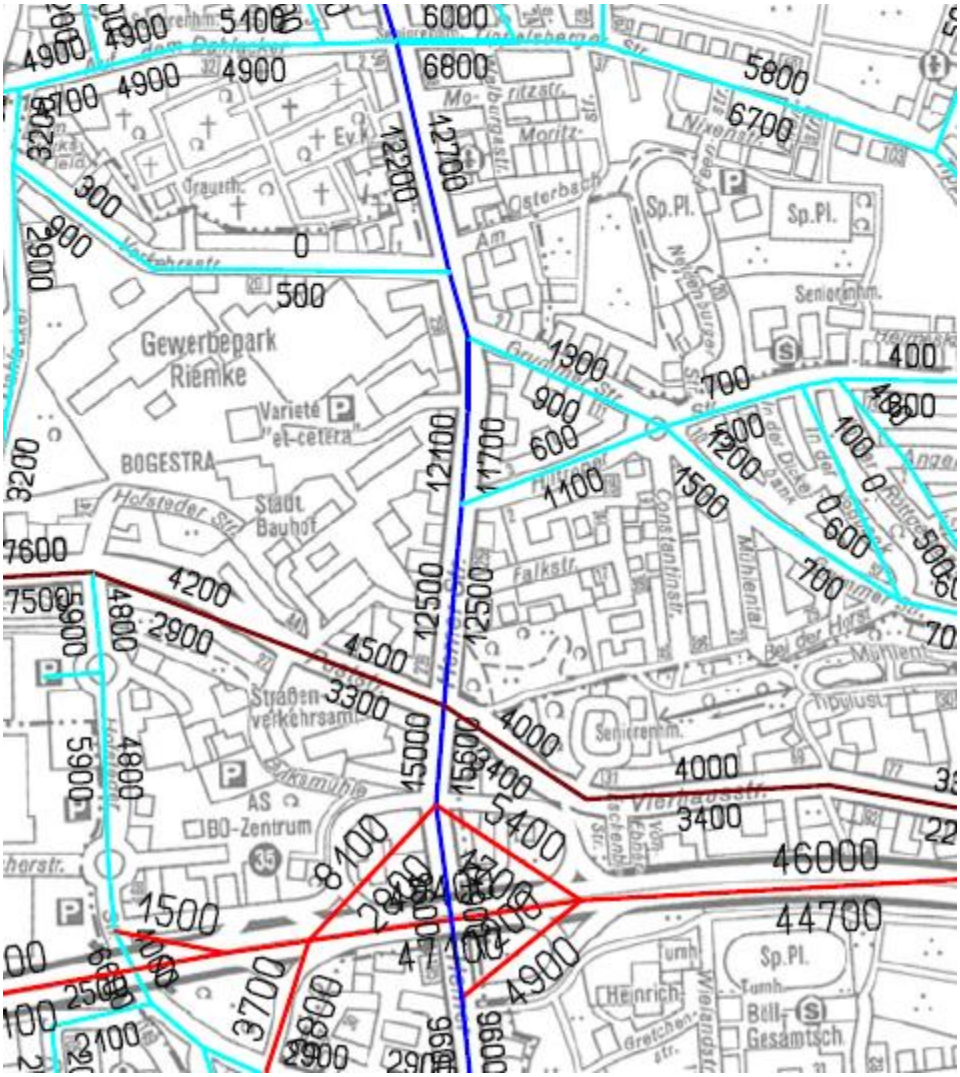


Abbildung 7: Belastungswerte DTVw im Bochumer Norden, Herner Straße Tippelsberger Str. bis A40 bei Tempo 50 und Status Quo Bedingungen.

Quelle: Bochumer Verkehrsmodell 2018, Analyse DTVw 24h, Stadt Bochum, Planungsamt.

Im Abschnitt vom Knoten Tippelsberger Straße bis zur Einmündung Grummer Straße werden DTVw 24.900 Kfz ermittelt. Dieser Wert bleibt fast konstant und steigt erst wieder signifikant im Bereich zwischen dem Knoten Poststraße und Anschlußstelle zur A40 auf eine DTVw von 30.600 Kfz.

(Quelle: Datei: GCP_T50_Kfz_Herner-Str.pdf; Bochumer Verkehrsmodell 2018, Analyse DTVw 24h, Stadt Bochum, Planungsamt; zur Verfügung gestellt von der Stadt Bochum)

Die Herner Straße weist seit Jahren eine hohe Verkehrsbelastung mit einer DTVw von 30.000 bis 34.000 Kfz zwischen der Stadtgrenze zu Herne und der Anschlussstelle der Autobahn A40 auf. Diese schwankt auf dieser Distanz leicht und ist in den Bereichen unmittelbar an den Anschlussstellen der A43 und der A40 am größten.

Bemerkenswert dabei ist, dass sich diese Belastung sehr über den Tag verteilt (lt. Aussage des Stadtplanungsamt Hr. Geppert), d.h. die üblichen Lastspitzen fallen hier deutlich geringer aus. Eine Erklärung dafür könnte die Tatsache sein, dass die Herner Straße zwischen den Autobahnen A 40 und A 43 als Abkürzung dient. Eigentlich sollte die Schnittstelle dieser zwei Autobahnen das AK Bochum sein, diesen Weg zu nehmen, bedeutet allerdings einen Umweg von ca. 6km in Kauf zu nehmen. Eine stadtinterne Untersuchung (Stadtplanungsamt Hr. Geppert) basierend auf einer Videoanalyse im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit, kommt zu dem Ergebnis, dass rd. 30% der Verkehrsbelastung auf dem Teilstück der Herner Straße zwischen den Autobahnzufahrten bzw. -abfahrten Abkürzungsverkehr ist, d.h. diese Verkehre nutzen die Herner Straße um die 6km Umweg über das AK Bochum zu sparen.

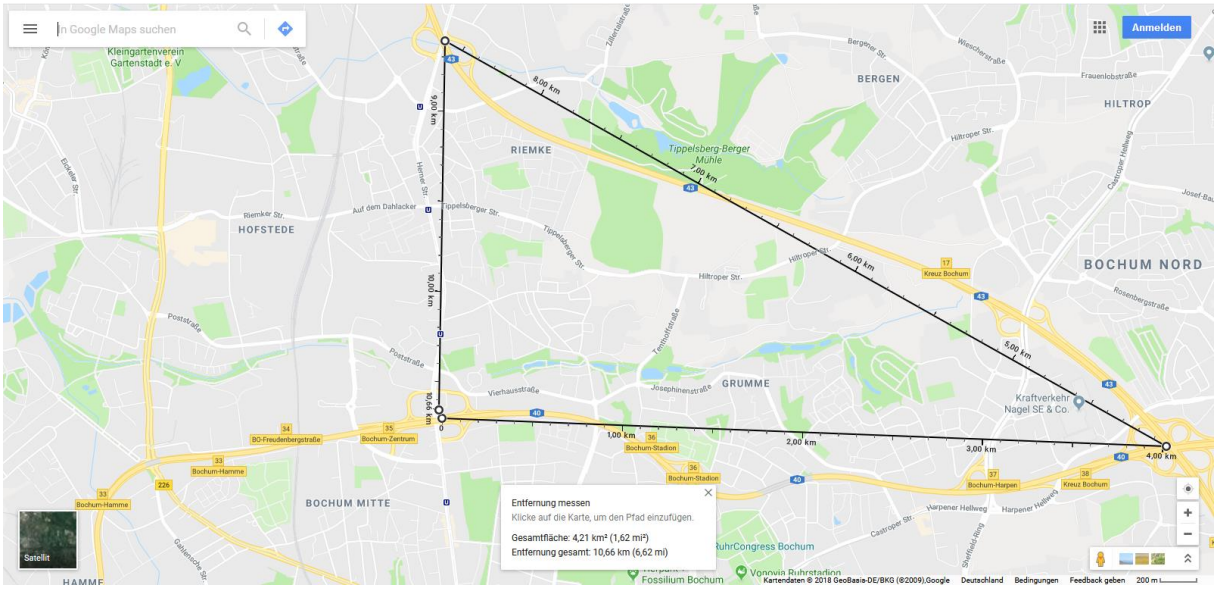


Abbildung 8: Kartenabbildung aus Google Maps, Herner Straße und Autobahnumfahrung A43 / A40 über das AK Bochum mit Bemaßung.

Quelle: Google siehe Bildunterschrift.

Die Anschlussstellen der Autobahnen A40 und A43 an der Herner Straße liegen rd. 2,14km voneinander entfernt. Die Reisezeit würde bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von ca. 30km/h entspräche 4,17 Minuten. Bei 20km/h Durchschnittsgeschwindigkeit, auf der Herner Straße ergeben sich 6,25 Minuten Reisezeit. Eine eigene Befahrung der Herner Straße am 26.03.2018 um 11:56 Uhr ergab bei mittlerem Verkehrsaufkommen eine Reisezeit in Nord-Süd-Richtung von Abfahrt A43 bis zur Auffahrt A40 von 6, 12 Minuten. Das heißt die Realgeschwindigkeit lag bei etwa 21 km/h.

Abbildung 9: Screenshot Film Befahrung am 26.03.2018.

Quelle: Eigene Aufnahme *raumkom.*

Wird demgegenüber der Weg über das Autobahnkreuz Bochum gewählt, eine Strecke von rd. 8,50km Länge, dann beträgt die Reisezeit bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 80km/h (bei 100km/h Tempolimit und die Verzögerung des Durchfahrens des AK berücksichtigend) 6,23 Minuten. Kann nur eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 70km/h erreicht werden, dann steigt die Reisezeit auf 7,17 Minuten.

Allerdings stehen die Autobahnen A40 und A43 in der ADAC-NRW-Staubilanz 2017 auf Platz 2 (A40) und 8 (A43), zudem wird der Streckenabschnitt der A40 Essen –Dortmund an zweiter Stelle der besonders von Stau betroffenen Autobahnteilstücke geführt (ADAC Presse-Information: Weitere NRW-Zahlen zur ADAC Staubilanz 2017). Daher darf vermutet werden, dass besonders zu den Spitzenlastzeiten, die Durchschnittsgeschwindigkeit auf der Route über die Autobahnen aufgrund von Stau und zähfließendem Verkehr noch viel weiter sinkt.

Insofern wird deutlich, welches der Grund sein könnte, dass viele Verkehrsteilnehmer den Weg über die Herner Straße wählen, bzw. warum Navigationssysteme diese Route vorschlagen. Die Route ist kürzer und i.d.R. auch schneller, selbst bei hohem Verkehrsaufkommen auf der Herner Straße.

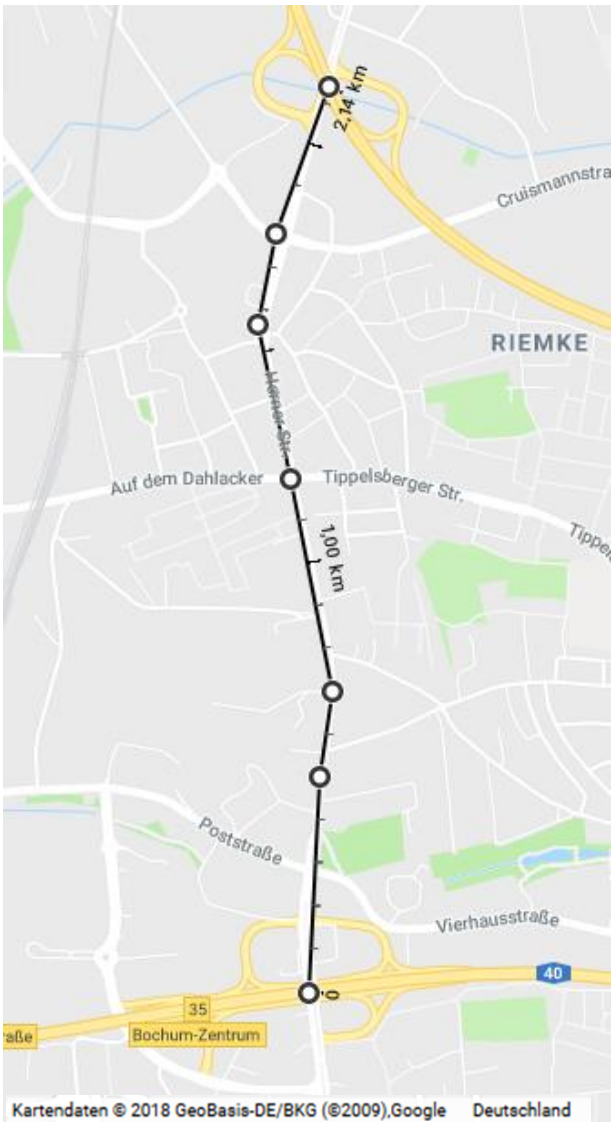


Abbildung 10: Kartenabbildung aus Google Maps, Verlauf der Herner Straße zwischen den Anschlussstellen der Autobahnen A43 und der A40 mit Bemaßung.

Quelle Google siehe Bildunterschrift.

Um in etwa abzuschätzen, wie viele Lkw-Fahrer das Durchfahrverbot zwischen den Autobahnen A40 und A43 missachten, wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Ruhr-Universität Bochum am 23.06.2016 im Rahmen eines Modellversuchs zwischen 6 – 18 Uhr eine Kennzeichenerfassung durchgeführt mit folgenden Ergebnissen:

Abkürzung zwischen den Autobahnen A43 und A40:

Pkw: 2.586 / Lkw ab 3,5 t: 12

Abkürzung zwischen den Autobahnen A40 und A43:

Pkw: 2.382 /Lkw ab 3,5 t: 81.

Insofern weisen auch die empirischen Ergebnisse auf die nicht unerheblichen Abkürzungsverkehre auf der Herner Straße hin.

Der Straßenabschnitt der Herner Straße zwischen den Anschlussstellen der Autobahnen A43 und A 40 stellt eine Abkürzung und unter Umständen, d.h. je nach Verkehrslage auf den Autobahnen, auch eine Reisezeitverkürzung dar. Daher wird der Abschnitt tatsächlich nachweisbar als Abkürzung benutzt. Die gemessene Menge von mehr als 5.000 Kfz (beide Richtungen kumuliert) entspricht dabei rd. 17% der DTVw der Herner Straße.

1.1 Luftschadstoffwerte Herner Straße

An der Bochum Herner Straße 385 befindet sich eine Messstation des LANUV zur Messung der Luftschadstoffqualität. Bei der Station mit dem Kürzel VBOH2 (EU Kennung DENW331) handelt es sich um Passivsammler zur Messung der NO_2 Werte, begonnen wurden die Messungen im Jahr 2012 und sie dauern bis heute an.

Die NO_2 -Messungen erfolgen über Passivsammler, in deren Absorbermaterial sich das NO_2 sammelt. Innerhalb des Messnetzes ist der Standort als Stationsart „Verkehr“ geführt. Die Messstation weist einige Spezifika auf. Die betroffene Straße verläuft in nord-südlicher Richtung und weist beidseitig eine geschlossene Randbebauung auf. Bei überwiegend vorherrschender west-östlicher Windrichtung kann die Luftzirkulation somit nur einen geringen Beitrag zur Verdünnung und zum Austrag der Schadstoffe leisten.

Im Luftreinhalteplan des LANUV wurde in Modellrechnungen für das Jahr 2009 an der Herner Straße eine Belastung von 52 µg/m³ NO_2 Luft als Jahresmittelwert berechnet (BezReg11, S. 58). Dieser Wert liegt nur geringfügig über den realen Messungen der Folgejahre und befindet sich innerhalb der Spannweite der real gemessenen Jahresmittelwerte.

Für die Messstation an der Herner Straße wird dabei der Straßenverkehr als Hauptemittent ausgemacht. Der lokale Verkehr verursacht dabei laut Berechnungen 50% der NO_2 Gesamtemissionen. Die berechnete Hintergrundbelastung liegt somit bei 50% (hierunter fallen auch 14% Merkmalsbeitrag des Kfz-Verkehrs zur städtischen Hintergrundbelastung).

Reale Messwerte

Die real gemessenen NO_2-Werte an der Herner Straße sind nachfolgend dargestellt. Sie variieren zwischen 47 und 53 µg/m³ NO_2 mit einem soliden Mittelwert von 50,3 µg/m³ NO_2 über sechs Jahre bei einer nur geringen Streuung der Werte (Variationskoeffizient 3,7%). Somit stagnieren die Messwerte über den Zeitraum ohne Tendenz zur Abnahme. Angesichts der NO_2 Messwerte an dieser

Messstation, wird demnach der gesetzl. Grenzwert nach dem BundesImmissionsschutzgesetz (BImschG) in Höhe von 40 µg/m^3 NO_2 als Jahresmittelwert um 27,5% überschritten.

2012	2013	2014	2015	2016	2017
49 µg/m^3	53 µg/m^3	51 µg/m^3	47 µg/m^3	51 µg/m^3	51 µg/m^3

Tabelle 1: Jahresmittel-Messwerte NO_2 VBOH2 (EU Kennung DENW331)

Hintergrundbelastung und die Anteile des Straßenverkehrs an der Gesamtbelastung

Der Anteil des Verkehrs an der lokalen NO_2-Schadstoffbelastung ergibt sich näherungsweise aus der Gegenüberstellung dieser Messwerte gegenüber dem städtischen Hintergrundniveau – also jene steten „Luftschadstoff-Basiswerte“ innerhalb des Ruhrgebietes ohne unmittelbar lokal zuordenbare Emissionsquellen. Hier kommen Industrie- und Kleinfeueranlagen als weitere Emittenten hinzu. Auch der allgemeine Straßenverkehr und nicht nur der an der Messstelle, trägt neben der unmittelbar lokalen Belastung natürlich maßgeblich dazu bei (da die Luftschadstoffe mit dem Wind weiter getragen werden). Hinweise auf die Hintergrundbelastung können einerseits durch Messung an speziellen Stationen kommen oder wurden vom LANUV, im Zusammenhang mit der Erstellung des Luftreinhalteplans, berechnet. In Frage kommen hier für die Situation an der Herner Straße in Bochum Stationen in den Nachbarstädten Essen und Dortmund. Die Bochumer Messstation an der Herner Straße VBOH2 liegt fast auf der Mitte in rund 14,5 km bzw. 17,5 km Luftliniendistanz zu diesen Stationen.

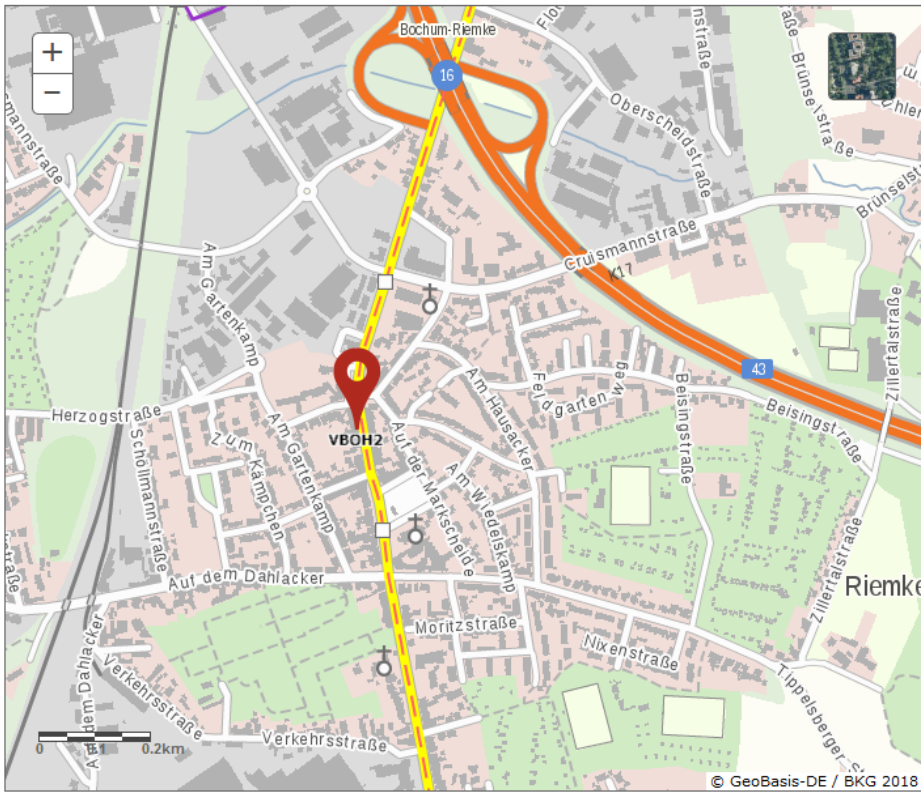


Abbildung 11: Lage der NO2-Messstation VBOH2 (EU Kennung DENW331) des LANUV an der Herner Straße.

Quelle: https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte/. Abruf am 30.05.2018

Für die Dortmunder Station liegt allerdings nur ein für das Jahr 2009 berechneter Jahresmittelwert von 34 µg/m³ NO_2 vor; für die Essener Station existieren reale Messwerte, so wurde für das Jahr 2016 ein Mittelwert von 30 µg/m³ NO_2 erfasst.

Es existieren weitere Hintergrund-Stationen, die jedoch vorstädtische Hintergrundbelastungen in Kommunen in Randlage des Ruhrgebietes messen und so für 2009 geringere Werte ausweisen (24/28/29 µg/m³ NO_2). Für 2016 ist für Essen ein weiterer kleinräumig regionaler vorstädtischer Hintergrundwert erfasst (32 µg/m³ NO_2).

Werden die genannten städtischen Hintergrundbelastungen in Bezug gesetzt zu der Belastung an der Herner Straße ergeben sich prozentuale Spannweiten von 33-41% lokaler Schadstoffbelastung an der Gesamtbelastung (d.h. lokale Emissionen zzgl. der Hintergrundbelastung). Diese Spannweite gilt bezogen auf den Jahreswert der Herner Straße von 2016 (51 µg/m³ NO_2) der nahe am sechsjährigen Mittelwert von 2012-2017 (50,3 µg/m³ NO_2) liegt. Bei Berücksichtigung der bisherigen Extremwerte (Minimum/Maximum) an der Herner Straße aus diesem Zeitraum ergäbe sich eine größere prozentuale Spannweite von rund 28-43% der lokal bedingten Schadstoffanteile an der Gesamtbelastung.

Für die lokale Station an der Herner Straße lässt sich somit eine absolute Größenordnung von bis zu 20 µg/m³ NO_2 ableiten, die unmittelbar durch den lokalen Verkehr verursacht wird.

Der gesetzl. Grenzwert für NO_2 nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImschG) i.V. mit der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV)in Höhe von 40 µg/m³ NO_2als Jahresmittelwert wird an der Messstation an der Herner Straße um 27,5% überschritten. Er schwankt um die 50 µg/m³ NO_2 als Jahresmittelwert. Abzüglich der Hintergrundbelastung entfallen auf den Bereich Verkehr als Verursacher rd. 20 µg/m³ NO_2. D.h. in der Konsequenz muss entweder die Qualität der Emissionen auf der Herner Straße aus dem Bereich Verkehr soweit verändert werden, dass eine Reduktion um mind. 10- 11 µg/m³ NO_2 erreicht wird oder die Gesamtverkehrsbelastung muss um rd. 50% sinken.

2 Fallbetrachtungen zur Reduzierung der Luftschadstoffe

Nachfolgend werden entsprechend der Aufgabenstellung des Auftraggebers drei verschiedene Geschwindigkeitsreduktion betrachtet und - soweit dies möglich ist - eine Betrachtung der Veränderung der Luftschadstoffeintrags durch NO_2 vorgenommen.

Für diese Abschätzung werden folgende Daten bzw. Quellen zu Hilfe genommen:

1. die aktuellen KFZ-Zulassungszahlen der Stadt Bochum

2.die jeweils erlaubten Emissionsgrenzwerte der KFZ nach ihrer Euro-Einstufung*

3. soweit vorliegend, die Anteile von PKW/LKW-Verkehre auf der Herner Straße

*= bekannt ist, dass eine Reihe von KFZ im realen Betrieb die gesetzl. Grenzwerte überschreitet. Die Information darüber sind allerdings nicht vollständig für alle Fahrzeuge einer EURO-Kategorie vorliegend und werden teils auch kontrovers diskutiert. Daher wird, soweit dies erforderlich ist, zunächst mit den gesetzl. Angaben operiert.

Es existieren einige wenige Studien, die den Zusammenhang zwischen der Temporeduktion auf Innerortsstraßen und der Luftreinhaltung untersuchen. Diese werden hier, wenn sinnvoll, zur Beurteilung der Fall-Situation, herangezogen.

Hinsichtlich der Abschätzung der Auswirkungen der Temporeduzierung auf die Verkehrsmengen wird in diesem Kurzgutachten auf Berechnungen des Stadtplanungsamtes Bochum, Abt. Generelle Verkehrsplanung zurückgegriffen. Diese wiederum bedienen sich des sog. Bochumer Verkehrsmodells. Hierbei ist zum besseren Verständnis folgendes anzumerken: Verkehrsmodelle arbeiten nicht mit einem rein deterministischen Ansatz, dass z.B. alle Fahrten auf dem besten oder schnellsten Weg verteilt werden, sondern bei Routen, die sich nicht gravierend voneinander unterscheiden, werden auch immer Teilverkehre auf die eigentlich langsamere Route verteilt. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass in der Realität nicht stets alle Verkehrsteilnehmer völlig rationale Wegeentscheidungen treffen (können). Das Verkehrsmodell der Stadt Bochum hat, „für die betrachteten eher belastungsstarken Cityradialen eine Genauigkeit von ca. +/- 10 bis 15 Prozent. Solche Schwankungen sind auch im Vergleich verschiedener Zählzeitpunkte und Zählzeiträume nicht ungewöhnlich. Nach der im Juni 2015 erfolgten Öffnung des Autobahndreiecks Bochum-West mit Aufwertung des westlichen Außenrings zur Stadtautobahn wurde das Verkehrsmodell im Juli 2015 aktualisiert.“ (Krieger, Henning: Bochumer Verkehrsmodell.doc / Dokument wurde von der Stadt Bochum zur Verfügung gestellt.)

2.1 Fall 1: Reduktion des Tempolimits auf 30 km/h auf dem Abschnitt der Herner Straße zwischen A 40 und A 43

Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei einer Temporeduktion auf 30km/h?

Hauptsächlich ist die Fähigkeit zur Aufnahmen von Verkehr bei Straßen innerorts von zwei Faktoren abhängig: Zum einen die Anzahl und die Regelung von Lichtsignalanlagen (LSA) an Knotenpunkten und zum anderen von der sog. Sättigungsverkehrsstärke. Bei den LSA spielen die sog. Freigabezeitanteile, also die Grünphasen die Hauptrolle, diese wiederum sind abhängig von den Umlaufzeiten der LSA. Die Sättigungsverkehrsstärke hängt vom (zeitl.) Abstand der Fahrzeuge untereinander ab. Wird der Sicherheitsabstand, üblicherweise definiert als „halber Tachoabstand", jeweils eingehalten, dann liegt dieser Sicherheitsabstand sowohl bei Tempo 50, wie auch bei Tempo 30 bei 1,8 Sekunden. Das bedeutet, die Sättigungsverkehrsstärke liegt bei rd. 2.000 Kfz/h und Fahrspur und zwar für beide Geschwindigkeiten. Diese kann von anderen Faktoren noch beeinflusst werden, wie z.B. dem Anteil des Schwerkraftverkehrs, der Fahrbahnbreite, komplexe Abbiegesituationen oder den Abbiegeradien, aber auch dies gilt dann für beide Geschwindigkeiten.

Das wiederum bedeutet, dass eine reine Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30km/h gegenüber Tempo 50km/h keine Auswirkungen auf die grundsätzliche Leistungsfähigkeit einer Innerortsstraße hat.

Damit ist auch für die Herner Straße bei einer Temporeduktion von 50km/h auf 30km/h nicht mit einer Leistungseinschränkung zu rechnen.

Welche Erfahrungen wurden andernorts mit einer Temporeduktion auf 30km/h gemacht?

In verschiedenen deutschen Städten wurden bereits Temporeduzierungen von 50km/h auf 30km/h auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen umgesetzt und die auftretenden verkehrlichen Effekte evaluiert. Sowohl in Frankfurt a./M. als auch in Berlin finden sich entsprechend dokumentierte Projekte.

Die Studie „Wirkungen von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen" vom Umweltbundesamt im Jahr 2016 herausgegeben, zieht dabei folgendes Fazit zur Leistungsfähigkeit von Stadtstraßen bei einer Temporeduzierung auf 30 km/h: *„Eine Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit hat in den meisten Fällen keinen nennenswerten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit einer Hauptverkehrsstraße für den Kfz-Verkehr. Andere Faktoren wie die Qualität der Lichtsignalprogramme, die Anzahl querender Fußgänger oder Bushalte, Parkvorgänge oder Halten in zweiter Reihe haben in der Regel*

einen größeren Einfluss. Die Funktion einer innerstädtischen Hauptverkehrsstraße für den Kfz-Verkehr wird daher durch Tempo 30 nicht oder nicht nennenswert beeinträchtigt."

Hinsichtlich des Verkehrsflusses urteilt die Studie: *„In der Praxis wurden bei Messfahrten Reisezeitverluste an Tempo-30-Strecken von 0 bis 4 Sekunden je 100 Meter festgestellt. Dies ist auch bei längeren Abschnitten oder einer Aneinanderreihung von mehreren Regelungen volkswirtschaftlich kaum relevant. Wichtiger für die subjektive Wahrnehmung und damit die Akzeptanz von Tempo 30 ist die Homogenität des Verkehrsflusses. Der Verkehrsfluss kann Messungen zufolge bei Tempo 30 besser sein als bei Tempo 50."* Außerdem wird hinsichtlich der Luftqualität festgestellt: *„Tempo 30 reduziert die Luftschadstoffbelastung, wenn es gelingt, die Qualität des Verkehrsflusses beizubehalten oder zu verbessern." „Langjährige Messreihen an Berliner Hauptverkehrsstraßen ergaben eindeutige Minderungen der untersuchten Schadstoffe Stickstoffdioxid (*NO_2*), Feinstaub (PM10) und elementarer Kohlenstoff (EC).15 Unter Berücksichtigung anderer Einflussfaktoren wie Meteorologie und Verkehrsmengen sanken die Schadstoffkonzentrationen durch Tempo 30 gegenüber Tempo 50 im Mittel über drei Jahre bei* NO_2 *um 6 bis 12 µg/m³, bei PM10 um 2 µg/m³ und bei EC um 0,3 bis 0,8 µg/m³. Der lokale Verkehrsbeitrag sank bei* NO_2 *um bis zu 28 % und bei PM10 um 21 %."*

Quelle: Umweltbundesamt (Hsrg.) 2016: Wirkungen von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen. Dessau-Roßlau 2016. ISSN 2363-832X

Allerdings wird diese positive Wirkung von Tempo 30 auf die Luftreinhaltung nicht einheitlich so positiv beurteilt. Andere Studien kommen zu anderen Einschätzungen, so etwa die Untersuchung: „PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken" der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, aus dem Jahr 2015: *„Eine Reduzierung der innerstädtischen Höchstgeschwindigkeit konnte auch in dem hier beschriebenen Projekt nicht als emissionsmindernde Maßnahme identifiziert werden."*

Quelle: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hsrg.) 2015: PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken. Karlsruhe 2015.

Eine Studie des ADAC aus dem Januar 2018 erwartet unter Umständen sogar negative Effekte: *„Die Ergebnisse der Abgasmessungen auf dem Rollenprüfstand zeigen deutlich, dass die Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h keine wirksame Maßnahme zur Senkung der Pkw-Emissionen ist. Tempo 30 führt weder zur Reduzierung der NOx- noch zur Einsparung von CO2-Emissionen. Im Gegenteil: Die Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit auf 30 km/h führte insgesamt sogar zu schlechteren Ergebnissen."*

Quelle: ADAC e. V. Ressort Verkehr(Hrsg.) 2018. : ADAC Fachinformation: Vergleich der Pkw-Emissionen bei Tempo 50 und 30 – Ergebnisse der Abgasmessungen auf dem Rollenprüfstand. München 2018.

In einem Vortrag aus dem Jahr 2014 referiert Dr. Werner Scholz vom LUBW die Ergebnisse mobiler Abgasmessungen mit PEMS an drei Euro 4 - Dieselfahrzeugen in Stuttgart durchgeführt durch die TÜV Nord GmbH. Die Ergebnisse werden wie folgt zusammengefasst:

- *Auf ebenen Strecken und bei hohem Konstantfahrtanteil verursacht T30 höhere NOx - Emissionen als T50 (Beispiel Stuttgart)*
- *Es kann aber auch Situationen geben, in denen durch eine Einführung von T30 positive*

Auswirkungen auf die NOx - Emissionen zu erwarten sind: Bei niedrigem Konstantfahrtanteil und an Steigungsstrecken kann T30 NOx - Reduktionen bewirken (bis zu 10% im optimalen Fall).

- *Dies wird zurückgeführt auf schnelleres Erreichen der Endgeschwindigkeit bei T30 und dadurch eine Verkürzung der emissionsintensiven Beschleunigungsphasen. Auf den Kraftstoffverbrauch und die motorbedingten Partikelemissionen wirkt sich T30 in allen Fällen negativ aus.*
- *Bei Konstantfahrt verursacht T30 höhere Emissionen als T50*
- *Emissionsintensive Beschleunigungsphasen fallen bei T30 kürzer aus als bei T50*

Quelle: Vortrag: Kenntnisstand zur (Umwelt-)Wirkung von Tempolimits im Ortsgebiet. Dr. Werner Scholz, LUBW Karlsruhe, Referat 33. PDF im Netz unter: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/aktuelles/veranstaltungen/2014/05_Scholz_LUBW_Kenntnisstand_Tempolimits_Ortsgebiet.pdf. Abruf am 30.05.2018

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) wiederum hat Modellrechnungen für eine zweispurige Innerortsstraße mit einer täglichen Verkehrsbelastung von 15.000 bzw. 20.000 Kfz durchgeführt. Bei einer Geschwindigkeitsreduktion von 50 km/h auf 30 km/h erhöhen sich demnach die Luftschadstoff-Emissionswerte (je nach Basisniveau) um 35-40%. Positive Effekte auf die Luftreinhaltung, durch Maßnahmen der zur optimalen Verkehrsverflüssigung (LSA- bzw. Knoten-Optimierung) werden vom LANUV nur innerhalb einer geringen Spannweite gesehen und ergeben max. 10% Verbesserung.

Quelle: Bezirksregierung Arnsberg (Hrsg.): Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Arnsberg (2011): luftreinhalteplan Ruhrgebiet 2011. Arnsberg.

Die Erfahrungen die mit der Einführung von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen gemacht worden sind zeigen, dass sich an der Aufnahmefähigkeit der Straßenabschnitte und dem Verkehrsfluss kaum nennenswerte Unterschiede ergeben zu Tempo 50. Dies setzt allerdings eine entsprechende Anpassung der LSAen voraus. Die Reisezeiten können sich marginal erhöhen. Hinsichtlich der Luftschadstoffreduzierungen durch diese Maßnahme herrscht keine einheitliche Fachmeinung vor, allerdings deuten die realen Messergebnisse aus Berlin eher drauf hin, dass leichte Entlastungen möglich sind. Besonders bei Straßen mit niedrigem Konstantfahrtanteil kann sich eine Reduktion auf Tempo 30 NO_2- reduzierend auswirken.

Differenz der Verkehrsbelastung durch Einführung von Tempo 30 auf der Herner Straße

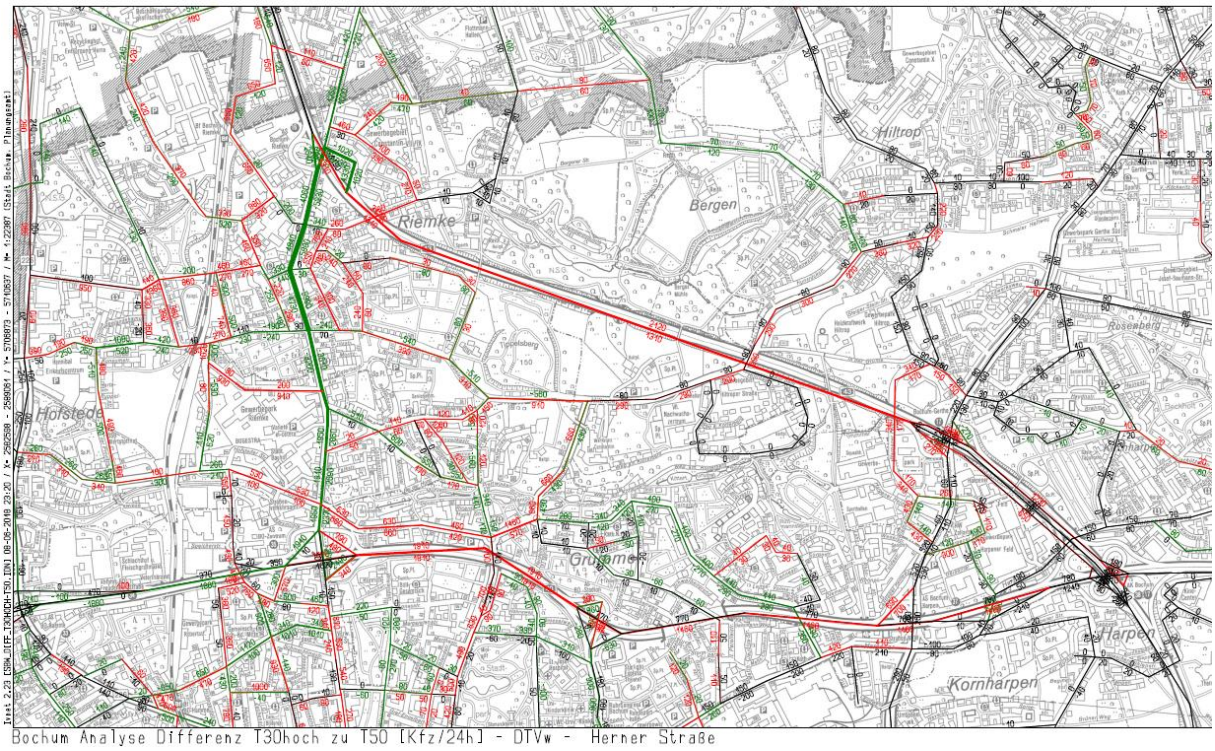


Abbildung 12: Differenzanalyse T30 zu T50 Verkehrsmodell Bochum

Die Analyse zeigt deutlich, dass durch die Einführung von Tempo 30 auf der Herner Straße und ansonsten unveränderten Bedingungen sich Entlastungswirkungen vor allem in den nördlichen Teilabschnitten der Herner Straße ergeben. Diese betragen bis zu 33% in den Abschnitten Rensingstraße bis Tippelsberger Straße. Auch ersichtlich ist, dass der gesamte Bereich zwischen den Autobahnanschlussstellen entlastet wird, jedoch geht der Umfang der Entlastung auf 12% zurück bis zur A40. Im Bereich nach der Anschlussstelle der A40 in Richtung Innenstadt steigen die Verkehrsmengen geringfügig um bis 5% an. Allerdings ist das Niveau bei einem DTVw von 12.250 auch nur halb so hoch wie im oberen Teilabschnitt der Herner Straße. Die nachfolgende Tabelle macht dies ablesbar:

Differenzen T30 KFZ Abschnitte der Herner Straße				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T30 KFZ**	**Saldo**	**Prozent**
A43 - Rensingstraße	34100	-9290	24810	-27%
Rensingstraße - Wilbergstraße	32200	-10720	21480	-33%
Wilbergstraße – Tippelsberger Straße	32400	-10720	21680	-33%
Tippelsberger Straße – Grummer Straße	24900	-6810	18090	-27%
Grummer Straße – Hiltroper Straße	23800	-4810	18990	-20%
Hiltroper Straße - Poststraße	25000	-4500	20500	-18%

Poststraße - A40	30600	-4320	26280	-14%
A40 - A40	21500	-2670	18830	-12%
A40 - Agnesstraße	19200	160	19360	1%
Agnesstraße - Schmechtingstraße	16500	870	17370	5%
Schmechtingstraße - Freiligrathstraße	14400	670	15070	5%
Freiligrathstraße - Am Bergbaumuseum	11800	450	12250	4%

Tabelle 2: Differenzen T30 KFZ Abschnitte der Herner Straße

Die stärksten Zunahmen ergeben sich auf der A43 mit 3.430 Kfz und 3.820 Kfz auf der A40. D.h. das Gross der Abkürzungsverkehre weicht dann auf die Autobahnumfahrung aus.

Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz.

Veränderung der Belastungen KFZ T30				
Abschnitt	**T50 Kfz**	**Differenz T30 Kfz**	**Saldo**	**Prozent**
Vierhausstraße – Herner Straße	5000	1290	6290	26%
Bulksmühle – Herner Straße	7800	630	8430	8%
Meesmannstraße Kreisverkehr - Am Gartenkamp	4000	1200	5200	30%
Tröskenstraße Cruismannstraße - Am Hausacker	3900	970	4870	25%
Tröskenstraße Am Hausacker - Eduardstraße	400	620	1020	155%
Auf der Markscheide Eduardstraße - Tippelsbergerstraße	1900	640	2540	34%
Am Gartenkamp Meesmannstraße - Herzogstraße	5900	1010	6910	17%
Herzogstraße Kreisverkerh - Schöllmannstraße	3200	730	3930	23%
Auf dem Dahlacker Schöllmannstraße - Bleckstraße	9600	500	10100	5%
Auf dem Dahlacker - Verkehrsstraße	4400	520	4920	12%
Verkehrsstraße nördlicher Abschnitt auf Auf dem Dahlacker	1200	960	2160	80%
Postraße Bulksmühle - Hofsteder Str.	7100	630	7730	9%
Hofsteder Str. nördl.. Teil auf Poststraße	10700	620	11320	6%
Vierhausstraße Kreisverkehr - Abzw. Tipulus Teich	5500	880	6380	16%
Vierhausstraße Abzw. Tipulus Teich - Von Ebner-Eschenbach-Str.	7400	1290	8690	17%
Hofsteder Str. Feldsieperstraße - Wegescheid	2400	790	3190	33%
Haldenstraße Robertstraße - Bürgerplatz	2700	960	3660	36%
Robertstraße nördl. Teil auf Hofstederstr.	4600	700	5300	15%
Güterbahnstraße auf Rensingstraße	1300	530	1830	41%
Bergstraße Kreisverkehr - Agnesstraße	16500	560	17060	3%
Josephinenstraße Kreisverkerh - Kreisverkehr	10000	2030	12030	20%
Bergstraße Prattwinkel- Ricarda-Huch-Str.	10100	-780	9320	-8%

Tabelle 3: Veränderung der Belastungen KFZ T30

Die Verkehrsverlagerungen betreffen eine Reihe von innerstädtischen Strecken. Besonders betroffen sind die Stadtteile Riemke, Hofstede, Grumme und teils auch der Bereich Bochum- Mitte. Hier sind Straßenabschnitte mit Mehrverkehr zu verzeichnen.

Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung

Es ist festzuhalten, dass die zu erwartenden Rückgänge um bis zu 33% der Verkehrsmengen im nördlichen Bereich der Herner Straße, also dort, wo sich auch die LANUV Messstation befindet, schon beachtlich sind. Dennoch fallen sie zu gering aus, um eine Einhaltung des Grenzwerts erwarten zu lassen. Selbst wenn hier außerdem noch ein Effekt durch die Veränderung der Qualität der Emissionen aufgrund des niedrigen Konstantfahrtanteils auf der Herner Straße angenommen wird und hier nochmals 10% Minderungswirkung auf den NO_2-Anteil aus dem Verkehr einkalkuliert wird, ist die Gesamtreduktion läge die Entlastung nur bei 43%.

Eine Temporeduktion auf 30km/h zulässige Höchstgeschwindigkeit ist allein nicht ausreichend, um die notwendige Reduktion beim NO_2 zu erreichen. Die durch diese Maßnahme induzierten Verkehrsverlagerungen würden vor allem zu Lasten der Autobahnen ausgehen, die innerstädtischen Verlagerungen würden mit wenigen Ausnahmen eher gering ausfallen.

2.2 Fall 2: Reduktion des Tempolimits auf 40 km/h auf dem Abschnitt der Herner Straße zwischen A 40 und A 43

Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei einer Temporeduktion auf 40 km/h?

Der relativ geringe Unterschied von nur 10km/h zur aktuell auf Innerortstraßen erlaubten Geschwindigkeit wirkt sich auf die nur sehr gering auf Leistungsfähigkeit aus und auch die Reisezeiten steigen nur geringfügig. Legt man eine Fahrzeuglänge von durchschnittlich 4m zu Grunde, setzt einen Reserveabstand in Stausituationen mit 1m an und setzt voraus, dass sich alle Verkehrsteilnehmer an die Abstandsregel „1/2 Tacho“ halten, so ergibt sich folgende theoretische Verkehrsstromstärke in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit.

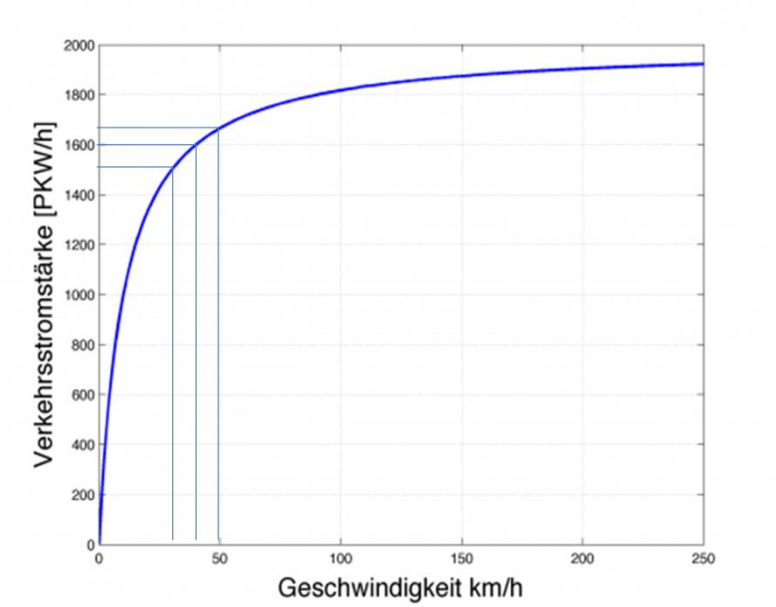


Abbildung 13: Theoretische Verkehrsstromstärke bei freier Fahrt und Abstand „1/2 Tacho“

D.h. bei T40 ergibt sich eine theoretische Verkehrsstromstärke von 1.600 PKW pro Stunde, bei T50 sind es gerade einmal 100 mehr. Tatsächlich jedoch wird die Kapazität viel mehr durch die LSAen, durch unkonstanten Verkehrszufluss und durch Einmündungen etc. beeinflusst. Und eingedenk der Tatsache, dass die Realgeschwindigkeit auf der Herner Straße tagsüber deutlich unter 40km/h liegt, wird sich durch die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit im Prinzip kaum eine Veränderung hinsichtlich der Kapazität der Straße zeigen.

Welche Erfahrungen wurden andernorts mit einer Temporeduktion auf 40 km/h gemacht?

Es existieren ungleich weniger Studien zu T40 als zu T30. Eine Studie die dies mitbetrachtet ist die Mobile Abgasmessungen mit PEMS an drei Euro 4-Dieselfahrzeugen in Stuttgart im Auftrag der LUBW durch die TÜV Nord GmbH aus dem Jahr 2010 bzw. der darauf aufbauenden Zusatz-auswertung des TÜV-Datensatzes durch T. Nagel, Ing.-Büro Lohmeyer Karlsruhe. Diese kommt zu folgendem Ergebnis:

- *Auf ebener Strecke bewirkt T40 im Vergleich zu T50 Zunahmen bei NOx- und PM-Abgasemissionen von 5 - 15%.*
- *Für Strecken mit Längsneigung werden für T40 Abnahmen für NOx und PM von etwa 5% prognostiziert.*

Quelle: Mobile Abgasmessungen an Dieselfahrzeugen mit PEMS-Messtechnik im realen Straßenverkehr - Wirkung von Tempo 30 und Tempo 40 auf Hauptverkehrsstraßen auf die Fahrzeugemission. W. Scholz, M. Kleinebrahm, H. Steven, Immissionsschutz 3 (2012)

Differenz der Verkehrsbelastung durch Einführung von Tempo 40 km/h auf der Herner Straße

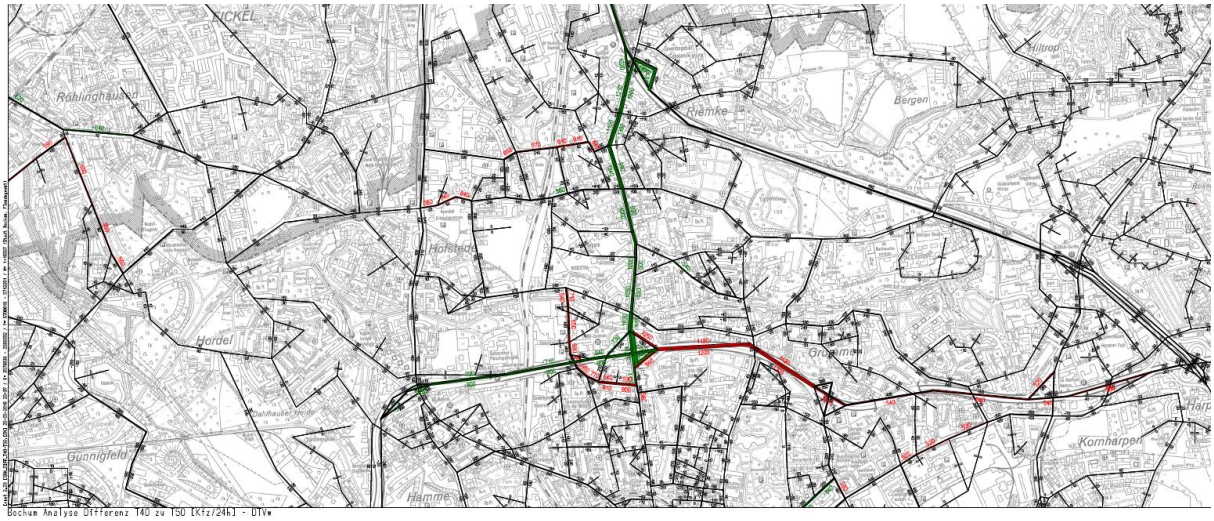


Abbildung 14: Differenzanalyse T40 zu T50 Verkehrsmodell Bochum

Die Analyse zeigt, dass sich durchaus Auswirkungen auf die Herner Straße ergeben, diese aber recht gering ausfallen.

Differenzen bei T40 KFZ Abschnitte der Herner Straße				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T40 KFZ**	**Saldo**	**Prozent**
A43 - Rensingstraße	34100	-2570	31530	-8%
Rensingstraße - Wilbergstraße	32200	-2530	29670	-8%
Wilbergstraße - Tippelsbergerstraße	32400	-2330	30070	-7%
Tippelsbergerstraße - Grummerstraße	24900	-1980	22920	-8%
Grummerstraße - Hiltroperstraße	23800	-1600	22200	-7%
Hiltroperstraße - Poststraße	25000	-1670	23330	-7%
Poststraße - A40	30600	-2780	27820	-9%
A40 - A40	21500	-3820	17680	-18%
A40 - Agnesstraße	19200	-1000	18200	-5%
Agnesstarße - Schmechtingstraße	16500	330	16830	2%
Schmechtingstraße - Freiligrathstraße	14400	k.A.	k.A.	k.A.
Freiligrathstraße - Am Bergbaumuseum	11800	k.A.	k.A.	k.A.

Tabelle 4: Differenz T40 Kfz Herner Straße

Im nördlichen Bereich ergeben sich gerade einmal 8% Reduktion des Verkehrs, am stärksten fällt der Abschnitt der Anschlussstelle zur A 40 aus, dort ergeben sich 18% Rückgang.

Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz.

Es ergeben sich vor allem Auswirkungen auf die Autobahn A40. Nur zwei Strecken innerorts die zum untergeordneten Straßennetz gehören zeigen hier überhaupt nennenswerte Veränderungen.

Veränderung der Belastungen bei KFZ bei T40				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T40 Kfz**	**Saldo**	**Prozent**
Herzogstraße Gartenkamp bis Schöllmannstr.	3200	890	4090	28%
Hofsteder Straße nördl. Abschnitt	10700	1970	12670	18%
Hofsteder Straße mittl. Abschnitt	10600	1320	11920	12%
Hofsteder Straße - Herner Straße	6600	1450	8050	22%

Tabelle 5: Veränderung der Belastungen KFZ T40

Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung,

Die zu erwartenden Reduzierungen mit 8% im nördlichen Bereich, sind bei Weitem nicht ausreichend, so dass diese Maßnahme als unwirksam beschrieben werden kann, wenn es um die Reduktion der NO_2 Werte unter das Grenzwertniveau geht.

Eine Reduktion auf Tempo 40 auf der Herner Straße erzeugt nur wenig Änderung im Verkehrsgefüge der Stadt und beeinträchtigt nicht die Leistungsfähigkeit der Herner Straße. Allerdings kann diese Maßnahmen als ungeeignet beurteilt werden, hinsichtlich des Potentials zur Senkung von NO_2-Emissionen auf der Herner Straße.

2.3 Fall 3: Einspurigkeit (je Fahrtrichtung) der Herner Straße bei Tempo 50 km/h

Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei einer Einspurigkeit?

Es ist davon auszugehen, dass eine Kapazitätsreduktion einer Hauptverkehrsstraße um eine Spur, eine deutliche Veränderung der Leistungsfähigkeit der Straße nach sich zieht. Es kommt hierbei theoretisch zu einer Halbierung der Leistungsfähigkeit. In der Praxis ist die Herner Straße als zweispurige Hauptverkehrsstraße aber selbst im Bereich ihrer größten Belastung noch nicht an ihrer theoretischen Kapazitätsobergrenze. Insofern ist es möglich, dass die Reduktionswirkung geringer ausfallen kann. Wie allerdings die Verkehrsmengen tatsächlich sinken, das ist von weiteren Faktoren abhängig. So z.B. von den Wegeentscheidungen der Kfz-Fahrer, die ggf. allein schon bei dem Wissen, dass hier nun eine Einspurigkeit vorliegt, alternative Routen wählen. Navigationssysteme werden ggf. die Routenvorschläge ändern, etc.

Welche Erfahrungen wurden mit der Reduktion auf eine Fahrspur je Richtung gemacht?

Es gibt dokumentierte Projekte vor allem in Berlin. Die Studie *„Radfahrstreifen an innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen“* zeigt, dass: *„eine Reduzierung der Fahrstreifenanzahl zugunsten von Angebotsstreifen für den Radverkehr möglich und sinnvoll ist. Bei den Kfz-Geschwindigkeiten und der Qualität des Verkehrsflusses zeigen sich leicht positive Tendenzen. Verlagerungseffekte in andere Straßen treten nicht aus. nicht auf. Begleitende Vorher-Nachher-Berechnungen zeigen je nach Abschnitt Abnahmen der Immissionspegel um rund 1 bis 1,5 dB(A).Die Angebotsqualität für Radfahrer steigt. Starke Behinderungen des fließenden Rad- und Kfz-Verkehrs durch Liefervorgänge nehmen deutlich ab. Der ÖPNV wird kaum beeinflusst, die mittleren Reisegeschwindigkeiten sind etwas höher als vor der Umgestaltung.“*

Einschränkend ist hier allerdings anzumerken, dass es sich bei den Beispielstrecken in Berlin um Straßen mit einem DTV von 18.000 -20.000 gehandelt hat.

Allerdings hat es eine solche Reduktion auf der Herner Straße in Bochum temporär und abschnittsweise bereits gegeben. Im Jahr 2008 wurden im Rahmen der Umgestaltung der Straße größere Abschnitte zeitweise einspurig für jede Fahrtrichtung geführt. Die Erfahrungen aus dieser Zeit weisen darauf hin, dass ein solcher Eingriff in den Verkehr durchaus funktionieren kann.

Differenz der Verkehrsbelastung durch Einspurigkeit auf der Herner Straße

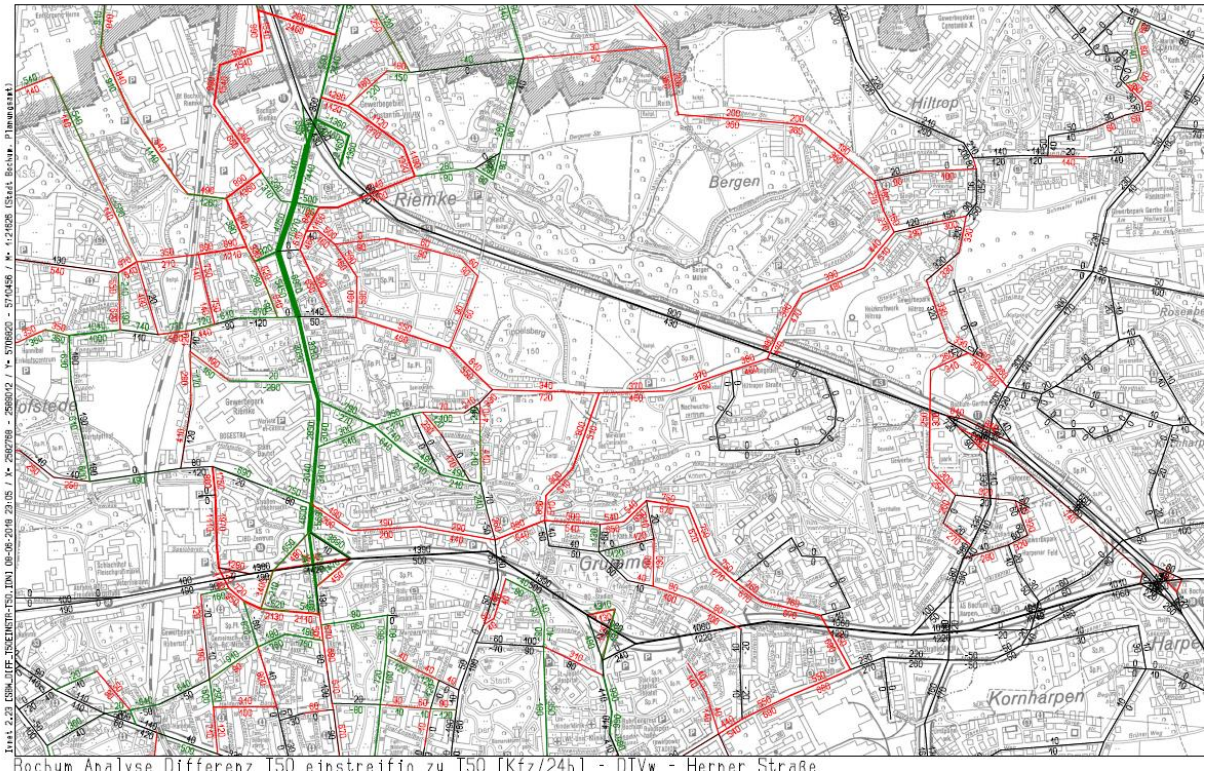


Abbildung 15: Differenzanalyse T50 einspurig zu T50 Verkehrsmodell Bochum

Deutlich wird, dass die Veränderungen im Verkehrsgefüge bei Weitem umfassender sind, als bei einer Temporeduzierung. Auffällig ist, dass die Autobahnen A43 und A40 weitaus weniger betroffen sind, dafür allerdings eine Reihe von Stadtstraßen.

Differenzen bei T50 einspurig KFZ Abschnitte der Herner Straße				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T50 eins. KFZ**	**Saldo**	**Prozent**
A43 - Rensingstraße	34100	-12780	21320	-37%
Rensingstraße - Wilbergstraße	32200	-11720	20480	-36%
Wilbergstraße - Tippelsbergerstraße	32400	-12320	20080	-38%
Tippelsbergerstraße - Grummerstraße	24900	-6940	17960	-28%
Grummerstraße - Hiltroperstraße	23800	-5890	17910	-25%
Hiltroperstraße - Poststraße	25000	-6510	18490	-26%
Poststraße - A40	30600	-10290	20310	-34%
A40 - A40	21500	-5270	16230	-25%
A40 - Agnesstraße	19200	-3350	15850	-17%
Agnesstarße - Schmechtingstraße	16500	600	17100	4%

Schmechtingstraße - Freiligrathstraße	14400	570	14970	4%
Freiligrathstraße - Am Bergbaumuseum	11800	580	12380	5%

Tabelle 6: Differenzen bei T50 einspurig

Die Rückgänge der Verkehrsbelastung auf der Herner Straße bleiben erwartungsgemäß unter einer Halbierung und bewegen sich im Abschnitt zwischen den Autobahnen zwischen 38% und 25% Rückgang. Die nördlichen Teilabschnitte zeigen hier die größten Rückgänge, bleiben aber tatsächlich unter dem notwendigen Reduktionsniveau, um die NO_2-Grenzwerte einhalten zu können. In den Abschnitten südlich der A40 steigen die Verkehrsbelastungen auf der Herner Straße sogar ganz leicht an.

Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz.

Veränderung der Belastungen bei KFZ bei T50h einspurig				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T50 einstr Kfz**	**Saldo**	**Prozent**
Oberscheidstraße mittl. Abschnitt	2800	2490	5290	89%
Rensingstraße - Güterbahnstraße	600	1920	2520	320%
Meesmannstraße	3800	2250	6050	59%
Cruismannstraße - A43	4200	5140	9340	122%
Tröskenstraße	3900	1940	5840	50%
Auf der Markscheide	1900	1150	3050	61%
Eduardstraße	1200	k.A.	k.A.	k.A.
Tippelsberger Str. - Hausacker bis Hufendiek	12500	910	13410	7%
Am Gartenkamp nördl. Abschnitt	6000	1760	7760	29%
Herzogstraße - Vorm Gruthoff	3200	1900	5100	59%
Schöllmannstraße	2400	890	3290	37%
Herzogstraße - Bleckstraße bis Bergmannstr.	4800	1610	6410	34%
Hofsteder Straße nördl. Abschnitt	10700	2630	13330	25%
Hofsteder Straße mittl. Abschnitt	10700	1970	12670	18%
Hofsteder Straße - A40 1.Abschn.	6600	1590	8190	24%
Haldenstraße	2700	1010	3710	37%
Hofsteder Straße - Bürgerplatz- Südl. Abschn.	2400	840	3240	35%
Herner Straße - Agnesstr. -Feldsieperstr.	16500	1170	17670	7%
Josephinenstraße 1.Abschnitt	10000	1600	11600	16%
Tenthoffstraße mittl. Abschnitt	12500	1310	13810	10%
Hiltroper Str. ab Tenthoffstr. -A40	11000	830	11830	8%

Tabelle 7: Veränderung Belastungen bei T50h einspurig

Die Verlagerungen des Verkehrs umfassen eine ganze Reihe von innerstädtischen Strecken. Besonders in den Stadtteilen Riemke, teils Hofstede, vereinzelt in Grumme und teils in Mitte, sind Straßenabschnitte mit Mehrverkehr zu verzeichnen. Absoluter Spitzenreiter ist dabei die Rensingstraße im Bereich zur Güterbahnstraße, wo sich eine Verdreifachung des Verkehrs ergibt. Da

es sich aber um einen Abschnitt handelt, der im Gewerbegebiet liegt und das absolute Niveau am Ende bei DTVw 1.920 liegt, wird das als vertretbar beurteilt. Auf der Oberscheidtstraße ist die Situation ähnlich, jedoch beträgt die Steigerung hier nur 89%. Problematischer ist der Zuwachs von 122% auf der Cruismannstraße, da es sich hier um gemischten Nutzungen handelt und somit auch Wohnbebauung betroffen ist. Die übrigen signifikanten Steigerungen von über 50% betreffen ebenfalls innerstädtisch, gemischte Quartiere. Somit zeigt sich, dass eine Entlastung der Herner Straße kaum ohne Belastung anderer Straßen möglich ist.

Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung

Obschon die Reduktionen der Verkehrsmengen durch die Einspurigkeit der Herner Straße eindrucksvoll gelingen, bleiben sie aber unter dem notwendigen Reduktionsniveau, um die NO_2-Grenzwerte einhalten zu können.

Die Wegnahme einer Fahrspur je Richtung auf der Herner Straße bei weiterhin Tempo 50 km/h, führt zu umfangreichen Veränderungen der Verkehrsströme in den Stadtteilen und zeitigt starke Reduktionen der Verkehrsmengen auf der Herner Straße. Dennoch werden die notwendigen Reduktionsmengen nicht erreicht. Insofern ist auch diese Maßnahme allein nicht ausreichend um die NO_2-Grenswerten zu erfüllen.

2.4 Fall 4:Einspurigkeit (je Fahrtrichtung) der Herner Straße bei Tempo 30 km/h

Ändert sich die Leistungsfähigkeit der Herner Straße bei Einspurigkeit und einer Temporeduktion auf 30km/h?

Hierzu ist bereits unter 2.3 Grundsätzliches zur einspurigen Verkehrsführung ausgeführt worden, zur die Reduzierung der Geschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h unter 2.1.

Welche Erfahrungen wurden andernorts mit einer Reduktion einer Fahrspur gemacht und einer Temporeduktion auf 30km/h gemacht?

Die Kombination einer Reduzierung der Richtungsfahrbahnen bei gleichzeitiger Rücknahme der Geschwindigkeit von 50km/h auf 30 km/h wird in der Literatur nicht beschrieben. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die Kombination dieser Maßnahmen durchaus umfassende Wirkung mit sich bringt.

Differenz der Verkehrsbelastung bei einer Fahrspur je Richtung und Tempo 30 km/h auf der Herner Straße

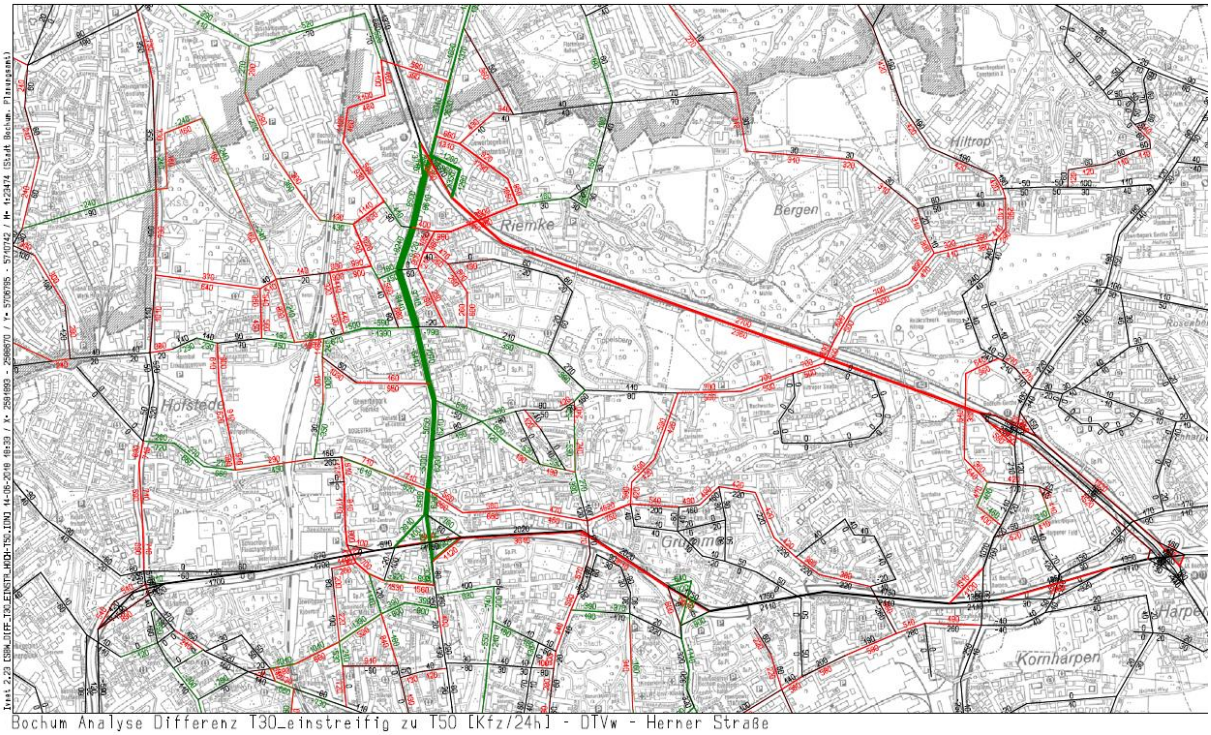


Abbildung 16: Differenzanalyse T30 einstreifig zu T50 Verkehrsmodell Bochum

Die Differenzanalyse zeigt ein ähnliches Muster wie bei Tempo 50km/h und einspuriger Verkehrsführung. Jedoch ist nun auch die Autobahn A43 mit Mehrverkehr auszumachen.

Differenzen bei T30 einspurig KFZ Abschnitte der Herner Straße				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T50 eins. KFZ**	**Saldo**	**Prozent**
A43 - Rensingstraße	34100	-17110	16990	-50%
Rensingstraße - Wilbergstraße	32200	-17360	14840	-54%
Wilbergstraße - Tippelsbergerstraße	32400	-18150	14250	-56%
Tippelsbergerstraße - Grummerstraße	24900	-13510	11390	-54%
Grummerstraße - Hiltroperstraße	23800	-11260	12540	-47%
Hiltroperstraße - Poststraße	25000	-11230	13770	-45%
Poststraße - A40	30600	-12760	17840	-42%
A40 - A40	21500	k.a.	k.a.	k.a.
A40 - Agnesstraße	19200	-3080	16120	-16%
Agnesstarße - Schmechtingstraße	16500	700	17200	4%
Schmechtingstraße - Freiligrathstraße	14400	-420	13980	-3%
Freiligrathstraße - Am Bergbaumuseum	11800	90	11890	1%

Tabelle 8: Differenzen bei T30 ein spurig

Die Rückgänge der Verkehrsbelastung auf der Herner Straße sind signifikant. Kumuliert ergibt sich auf dem gesamten Teilabschnitt zwischen den Autobahnen eine Reduktion von rd. 50%. Der besonders sensible nördliche Abschnitt, hier befindet sich die LANUV – Messstation, von der Rensingstraße bis zur Tippelsbergerstraße zeigt Rückgänge von 54% und 56%. Nur im südlichen Bereich werden ganz leichte Zuwächse von 4% bzw. 1% prognostiziert.

Abschätzung der Verlagerung von Verkehren auf das untergeordnete Straßennetz.

Veränderung der Belastungen bei KFZ bei T30h einspurig				
Abschnitt	**DTVw T50 KFZ**	**Differenz DTVw T30h Kfz**	**Saldo**	**Prozent**
Oberscheidstraße mittl. Abschnitt	2800	2710	5510	97%
Rensingstraße - Güterbahnstraße	600	1510	2110	252%
Meesmannstraße	3800	1960	5760	52%
Cruismannstraße - A43	4200	1280	5480	30%
Tröskenstraße	3900	1930	5830	49%
Auf der Markscheide	1900	1040	2940	55%
Eduardstraße	1200	k.A.	k.A.	k.A.

Am Gartenkamp nördl. Abschnitt	6000	1810	7810	30%
Herzogstraße - Vorm Gruthoff	3200	1830	5030	57%
Am Gartenkamp südl. Abschnitt	3100	770	3870	25%
Herzogstraße - Bleckstraße	7300	3910	11210	54%
Bergmannstraße -Herzogstr.-Riemker Str.	3900	900	4800	23%
In der Provitze -mittlerer Abschnitt	8200	1530	9730	19%
Verkehrsstraße westl. Abschnitt	1200	1080	2280	90%
Hofsteder Straße mittl. Abschnitt	10700	2520	13220	24%
Hofsteder Straße - A40 1.Abschn.	6600	690	7290	10%
Haldenstraße	2700	820	3520	30%
Bergstraße Bereich Stadtpark	7400	1220	8620	16%
Josephinenstraße	10000	2360	12360	24%
Tenthoffstraße mittl. Abschnitt	12500	1010	13510	8%
Hiltroper Str. ab Tenthoffstr. -A40	11000	1200	12200	11%

Tabelle 9: Veränderung bei T30 einspurig

Bei den Veränderungen der Verkehrsbelastungen der untergeordneten Innerortsstraßen ergibt sich ein Bild, dass dem der Maßnahme mit einspuriger Verkehrsführung und Tempo 50 km/h auf der Herner Straße stark ähnelt. Unerwartet ist aber, dass viele Belastungen niedriger ausfallen oder agr nicht mehr in Erscheinung treten, so ist etwa die Cruismannstraße nur noch von 30% Mehrverkehr betroffen. Die Oberscheidtstraße ist etwas mehr belastet, dafür tauchen die Tippelsberger Straße und die Schöllmannstraße gar nicht mehr auf. Neu hinzu kommt die Verkehrsstraße die beinahe doppelt so viel Verkehr bekommt.

Als Erklärung für diese doch unerwarteten Befunde kann der Mehrverkehr auf der A43 mit einer Steigerung von 5.060 Kfz und 5.630 zusätzl. Kfz auf der A40 herangezogen werden. Unter Umständen werden nun tatsächlich die Abkürzungsverkehre in großem Umfang auf die eigentlich dafür vorgesehenen Autobahnen verdrängt.

Bestimmung der Auswirkung dieser Geschwindigkeitsreduktion in Bezug auf die NO_2 Belastung

Die Kombination der Maßnahmen Temporeduktion und einspurige Verkehrsführung auf der Herner Straße führt zu Reduktionen der Verkehrsmengen, in einem Umfang, die dazu geeignet sein können, in Zukunft die NO_2-Grenzwerte auf der Herner Straße einzuhalten. Gerade im Bereich der Messstation liegen diese bei 54% und 56% weniger Verkehr.

Es ergeben sich durch die die Kombination von Tempo 30km/h und einspuriger Verkehrsführung zum Teil deutliche Mehrbelastungen in untergeordneten Straßen, jedoch fallen diese geringer aus,

als bei Tempo 50km/h und einspuriger Verkehrsführung. Dies ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass sich eindeutige Zunahmen auf den Autobahnen A43 und A40 ergeben. Offensichtlich meiden jetzt viele Kfz die vermeintliche Abkürzung über die Herner Straße. Sofern die Temporeduzierung auf 30km/h nicht zu einem deutlichen Mehrausstoß von NO_2 führt, stellt die Kombination von Tempo 30km/h und einspuriger Verkehrsführung die einzig wirksame Maßnahme zur Reduzierung dar, die sich mit verkehrslenkenden und –steuernden Maßnahmen jenseits von Dieselfahrverboten bietet.

2.5 Unterstützung - Flankierende Maßnahmen - LSA Steuerung

Öffentlichkeitsarbeit, Kampagnen und Akzeptanz

Die Einführung und Umsetzung von verkehrslenkenden und –steuernden Maßnahmen in einem Umfang, wie der der deutlich wird, zu Gunsten der Luftreinhaltung, sollte unbedingt kommunikativ begleitet werden. Es sollte den Menschen erklärt werden, warum diese Eingriffe in dieser Form notwendig sind. Dabei ist drauf zu achten, dass möglichst vor allem auch die Menschen erreicht werden, die nun mit Mehrbelastungen auf ihren Straßenabschnitten zu rechnen haben. Auch sollte die Information über die Maßnahmen mit dem Hinweis auf alternative Verkehrsmittel des Umweltverbunds gekoppelt sein. Im Idealfall sollte hier sogleich eine Kommunikationskampagne gestartet werden, bevor die Maßnahmen in die Umsetzung gehen.

Darüber hinaus sollte auch straßenbegleitend die Maßnahme durch Beschilderung erklärt werden. So könnten Hinweistafeln mit der Aufschrift: „Einspurige Verkehrsführung und Tempo 30 wegen Luftreinhaltung!“ auch dauerhaft stehen bleiben. Die Erfahrung zeigt, dass Verkehrsteilnehmer sehr gut drauf reagieren, wenn Ihnen Maßnahmen erklärt werden und sie nicht vor vollendete Tatsachen gestellt werden.

Umnutzung der freigewordenen Fahrspuren

Mit dem gewonnenem Platz Auf der Herner Straße kann unterschiedlich umgegangen werden. Besonders sinnvoll wäre es allerdings, wenn hier sofort die Möglichkeit genutzt würde, umweltgerechte Mobilitätsformen zu stärken. So könnte hier eine farbig abmarkierte „Protected Bike Lane“ realisiert werden. Dies hätte den Vorteil, dass der Radverkehr eine besondere Aufwertung und erfahren würde und ein Zeichen für eine Verkehrswende gesetzt werden würde.

Ebenfalls denkbar ist, dass die nun überflüssigen Fahrspuren exklusiv für vollelektrische fahrende Fahrzeuge angeboten werden würden. Auch auf diese Weise würde ein Zeichen für die Verkehrswende gesetzt werden. Jedoch besteht hier die Gefahr, dass auch andere, eigentlich nicht berechtigte Kfz diese Fahrspur mitnutzen und die Bedingungen für das einzige wirklich emissionsfreie Fortbewegungsmittel, das Fahrrad, bleiben dabei ohne eine Verbesserung, statt dessen ergeht das Signal, dass einfach ein Tausch der Antriebsform reicht, um die Mobilität zukunftsfähig zu gestalten.

Dynamische Verkehrssteuerung und LSAen

Die Veränderung der Herner Straße durch die Temporeduzierung und die einspurige Führung je Richtung machen eine Anpassung der Lichtsignalanlagen unumgänglich. Hier wird mit Kosten von sicher rd. 50.000€ je LSA-Knoten zu rechnen sein. Ziel sollte es dabei sein, möglichst im Sinne einer „grünen Welle“ bei Tempo 30km/h die Herner Straße befahren zu können.

In Zukunft sollten darüber hinaus außerdem alle Möglichkeiten geprüft werden, die dazu geeignet sind den Verkehrsfluss auf der Herner Straße zu verstetigen. Hier kommen auch dynamische und verkehrslastabhängige LSA-Verknüpfungen in Betracht. Hier wird in der Diskussion um die Luftreinhaltung immer wieder einmal die Vermutung geäußert, dass eine gut durchdachte Steuerung der Lichtsignalanlagen (LSA) zur Verbesserung der Luftqualität beitragen kann, da ein gleichmäßigerer Verkehrsfluss entstehen kann. Allerdings finden sich in der Literatur zur Bestätigung dieser Hypothese nur ansatzweise wissenschaftliche Erkenntnisse, die außerdem oft mit vielen Einschränkungen bzw. Bedingungen arbeiten. BRILON, HOHMANN und GIULIANI vermuten als Grund dafür, dass die Wirkungen gering und daher nur schwer messbar sind (Werner Brilon, Sandra Hohmann, Stefan Giuliani: Potenziale adaptiver Steuerungen. In: Straßenverkehrstechnik, September 2013, S. 557).

Die Ergebnisse verschiedener größerer Forschungsprojekte (u.a. München: Munich-COMFORT, Köln: SCOPE und ENTRANCE) zu den Wirkungen von adaptiven LSA-Steuerungen kommen, wenig überraschend, zu der Einschätzung, dass sich positive Wirkungen auf die Luftqualität nur erreichen lassen, wenn durch intelligente LSA-Steuerung der Verkehrsfluss verbessert wird.

Diese Verbesserungen treten durch eine adaptive Steuerung jedoch nicht automatisch ein und es existiert keine Universallösung. Notwendig, ist eine sehr sorgfältige und auf jeden Einzelfall abgestimmte Lösung in Verbindung mit effizienten Kontrollmechanismen. Erst dann kann erwartet werden, dass sich entsprechende Effekte einstellen.

Des Weiteren sollte bedacht werden, dass ein verbesserter Verkehrsfluss nicht selten durch die damit verbundene Attraktivitätssteigerung in der Folge wiederum eine steigende Verkehrsmenge induzieren kann.

3 Fazit

Die Herner Straße in Bochum ist eine verkehrlich hoch belastete innerörtliche Hauptverkehrsachse. Das bringt eine hohe Luftschadstoffbelastung mit sich. Um hier eine Entlastung zu erzielen, sind deutliche Reduktionen der Verkehrsbelastung zur Reduzierung der Emissionen notwendig, Daher kommen nur solche Maßnahmen in Betracht, die recht drastisch in den Verkehr eingreifen. Als einzige Maßnahme die eine erforderliche Wirkung erzeugt, kommt nur die Kombination von Temporeduktion auf 30km/h und Kapazitätsreduktion auf nur eine Fahrspur je Fahrtrichtung in Betracht.

Diese Eingriffe bewirken naturgemäß auch Verkehrsverlagerungen. Insofern werden die Belastungen aus dem Verkehr hier „demokratisiert“, d.h. vormals geringer belastete Bereiche werden nun belastet, damit der besonders belastete Bereich schließlich entlastet wird.

Als positiver Effekt, kann beobachtet werden, dass die Abkürzungsverkehre zwischen den Autobahnen A43 und A 40 unterbunden werden bzw. offenbar auf diese zurück geleitet werden.

In jedem Fall wird eine Anpassung der LSA-Knoten erforderlich. Unter Umständen kann in Zukunft eine verkehrslastabhängige LSA-Steuerung die Situation deutlich verbessern.

Diese Maßnahme wird nicht auf ungeteilte Zustimmung stoßen und sollte daher mit entsprechender Kommunikation begleitet werden.

Die nunmehr nicht mehr benötigten Fahrspuren können im Sinne einer Symbolwirkung, für umweltgerechte Mobilität genutzt werden, Eine „Protected Bike Lane“ wäre hier die beste Alternative, allerdings käme auch eine Nutzung als „Umweltspur“ für vollelektrische Fahrzeuge in Betracht. Dies beinhaltet jedoch die Gefahr eines Mißbrauchs durch konventionelle Kfz.

Quellen / Literatur

ADAC (2018): ADAC e. V. Ressort Verkehr(Hrsg.) 2018. : ADAC Fachinformation: Vergleich der Pkw-Emissionen bei Tempo 50 und 30 – Ergebnisse der Abgasmessungen auf dem Rollenprüfstand. München 2018. Online unter: https://www.adac.de/_mmm/pdf/umwelt_abgasmessungen_t50_t30_fi_272879.pdf. Abruf am 01.06.2018

ADAC (2017): ADAC Presse-Information: Weitere NRW-Zahlen zur ADAC Staubilanz 2017. Online unter: https://presse.adac.de/regionalclubs/nordrhein-westfalen/files/weiterezahlen.pdf. Abruf am 01.06.2018

Brilon, W.; Hohmann, S.; Giuliani, S.(2013): Potenziale adaptiver Steuerungen. In: Straßenverkehrstechnik, September 2013. Online unter: https://www.mobility.siemens.com/mobility/global/SiteCollectionDocuments/de/road-solutions/urban/infrastructure/potenziale-adaptiver-steuerungen.pdf. Abruf: 01.06.2018

Friedrich, B. (o.J.): Verkehrsadaptive Steuerung von Lichtsignalanlagen – Ein Überblick. Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau. Universität Hannover. Online-Veröffentlichung. Online unter: http://ivh.ivs.bau.tu-bs.de/peb/de/Mitarbeiter/friedrich-Dateien/veroeffentlichungen/Verkehrsadaptive%20Steuerung%20von%20Lichtsignalanlagen.pdf. Abruf am 06.06.2018.

Friedrich, M.; Wacker,M.; Immisch, K. (2011): Untersuchung der Wirksamkeit von Geschwindigkeitsbeschränkungen in Stuttgart auf die verkehrs-bedingten Lärm- und Schadstoffbelastungen, Universität Stuttgart, M. Friedrich, M. Wacker, K. Immisch unter Mitarbeit von T. Nagel, Nov. 2011. Online unter: www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1334274/rps-ref541-luft-s-40kmh.pdf. Abruf am 01.06.2018

LUBW (2011a): Vermessung des Abgasemissionsverhaltens von zwei Pkw und einem Fahrzeug der Transporterklasse im realen Straßenbetrieb in Stuttgart mittels PEMS-Technologie. Abschlussbericht des TÜV Nord Mobilität GmbH und Co. KG im Auftrag der LUBW, Mai 2011. Online unter: www.lubw.de/servlet/is/23231/. Abruf am 03.06.2018

LUBW (2011b): Weitergehende Auswertungen der PEMS-Messergebnisse aus Stuttgart und der darauf basierenden Berechnungsergebnisse mit dem Emissionsmodell PHEM. H. Steven im Auftrag der LUBW, November 2011. Online unter: www.lubw.de/servlet/is/23231/. Abruf am 03.06.2018

LUBW (2012): Ersteinschätzung der Wirkung von T30 auf die NOx- und PM10-Emissionen. Zusammenfassende Auswertung von Messfahrten in 13 Kommunen und anschließender Emissionsberechnungen mit dem Modell PHEM unter Einbeziehung der Ergebnisse des TÜV Nord-Projekts. Abschlussbericht der AVISO GmbH im Auftrag der LUBW, August 2012, online unter: www.lubw.de/servlet/is/23231/. Abruf am 03.06.2018

ÖVK (2014): Auswirkungen auf die Straßenverkehrsemissionen durch die Reduktion der höchstzulässigen Geschwindigkeit von 50 auf 30 km/h, Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), 2014, 15 S. Online unter: http://www.övk.at/aktuelles/2014/tempo_30.pdf. Abruf am 15.06.2018

Scholz, W.; Kleinebrahm, M.; Steven, H.(2012): Mobile Abgasmessungen an Dieselfahrzeugen mit PEMS-Messtechnik im realen Straßenverkehr - Wirkung von Tempo 30 und Tempo 40 auf Hauptverkehrsstraßen auf die Fahrzeugemission. In: Immissionsschutz 3 (2012), 104-116. Online unter: www.lubw.de/servlet/is/23231/. Abruf am 03.06.2018

Scholz, W. et al (2014): Senkung der NO2 -Konzentrationen durch Maßnahmen zur Verkehrsverstetigung an der Hohenheimer Straße in Stuttgart, In: Immissionsschutz 4 (2014)

RP Arnsberg(2011): Bezirksregierung Arnsberg (Hrsg.): Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Arnsberg (2011): luftreinhalteplan Ruhrgebiet 2011. Arnsberg.

Toenges-Schuller, N. et al (2014): Ein Verfahren zur Einschätzung der Wirkung von T30 auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen auf die NOx-Emissionen, In: Immissionsschutz 4 (2012), 174-180

UBA (2007): Verbesserung der Umweltqualität in Kommunen durch geschwindigkeitsbeeinflussende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen. UBA Berlin, Texte 09/2007, 242 S. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3152.pdf. Abruf am 25.05.2018

UBA (2016): Umweltbundesamt (Hsrg.) 2016: Wirkungen von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen. Dessau-Roßlau 2016. ISSN 2363-832X