

## Impressum

### Stadt Kassel, documenta-Stadt

Obere Königsstraße 8  
34117 Kassel

Kassel documenta Stadt

### Projektleitung:

Straßenverkehrs- und Tiefbauamt  
Umwelt- und Gartenamt

Dr. Georg Förster  
Peter Wüstemann

### Im Auftrag:

Regionalmanagement Nordhessen GmbH  
Cluster Mobilitätswirtschaft  
Ständeplatz 13  
34117 Kassel

Dr. Astrid Szogs  
Linda Waldeyer  
Irina Weißbeck

Regionalmanagement  
NordHessen

BELLIS GMBH  
Geschäftsbereich Verkehr  
Taubenstraße 7  
38106 Braunschweig

Julia Asbeck

 BELLIS

IVU Umwelt GmbH  
Emmy-Noether-Str. 2  
D-79110 Freiburg

Volker Diegmann  
Yvonne Breitenbach

 **IVU Umwelt GmbH**  
Umweltplanung · Informationssysteme

### Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	III
Abkürzungsverzeichnis .....	III
Vorwort.....	V
1. Hintergrund und Zielsetzung .....	1
1.1 Verkehrspolitische Einordnung.....	1
1.2 Der Ballungsraum Kassel: geografische Besonderheiten und lufthygienische Entwicklungen.....	2
1.3 Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020 – Masterplan der Stadt Kassel .....	7
2. Methodisches Vorgehen.....	9
2.1 Bündelung lokaler Kompetenzen.....	9
2.2 Berücksichtigung bestehender Planwerke .....	10
2.3 Themenschwerpunkte .....	12
2.4 Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihres Potentials zur Reduzierung der NO <sub>2</sub> - Immissions- und NO <sub>x</sub> -Emissionswerte .....	14
2.4.1 Abschätzung des Potentials zur Reduzierung der NO <sub>2</sub> -Immissionswerte nach DTV .....	15
2.4.2 Abschätzung des Potentials zur Reduzierung der NO <sub>2</sub> -Immissionswerte nach LOS .....	19
2.4.3 Abschätzung des Potentials zur Reduzierung der NO <sub>2</sub> -Immissions- und NO <sub>x</sub> - Emissionswerte nach Fahrzeugwirkung .....	20
2.5 Priorisierung der Maßnahmen .....	21
3. Maßnahmensteckbriefe .....	22
Schwerpunkt 1: Intelligente Verkehrssteuerung durch Aufbau von interaktiven Datenlösungen: Fahrzeuge und Infrastruktur, Umwelt- und Verkehrsinformation, Steuerungsstrategien .....	24
Maßnahme 1.1: Einführung eines Umweltsensitiven Verkehrsmanagements.....	24
Maßnahme 1.2: Dynamische Umweltinformation mit Prognose (Tag+1).....	25
Maßnahme 1.3: Informationen mittels mobiler Applikationen und virtuellen Schildern.....	26
Maßnahme 1.4: Car2X-Kommunikation auf Grundlage des Forschungsprojektes „Veronika“	27
Maßnahme 1.5: Einführung einer innerstädtischen Logistiklösung zur Optimierung der Auslastung im Wirtschaftsverkehr .....	28
Schwerpunkt 2: Unterstützung und Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements (betrieblich, schulisch und individuell) inkl. Förderung von Sharing-Systemen und Integration in die ÖV-Angebote .....	29
Maßnahme 2.1 Ausbau von P+R-Parkplätzen und Einrichtung von Mobilitätspunkten in Kombination mit Parkraumplanung im Stadtzentrum .....	29
Maßnahme 2.2 Förderung von Maßnahmen zur stärkeren Nutzung von Carsharing und Fahrradverleihsystemen in Kassel .....	30
Maßnahme 2.3: ÖV-Integration bei temporären Verkehren von (Groß-) Veranstaltungen.....	31

Maßnahme 2.4: Anschaffung von Lastenrädern zur Leihnutzung und Integration in Fahrradvermietsysteme .....	32
Maßnahme 2.5: Verlegung des Fernbus-Bahnhofes .....	33
Schwerpunkt 3: Förderung stadtgerechter Mobilitätsformen.....	34
Maßnahme 3.1: Durchführung von Image- und Informationskampagnen (u. a. zum Thema „Stadt der kurzen Wege“) zur Bewusstseinsförderung einer nachhaltigen Mobilitätskultur und zur Rücksichtnahme im Verkehr. Gezieltes Dialogmarketing und Angebote zur Mobilitätsberatung und -bildung zur Änderung der individuellen Verkehrsmittelwahl.....	34
Maßnahme 3.2: Erstellung eines Fußverkehrskonzeptes inkl. eines Programms für mehr Fußgängerquerung und dessen zügige Umsetzung .....	35
Maßnahme 3.3: Kontinuierliche Evaluation und Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans .....	36
Schwerpunkt 4: Förderung des Radverkehrs im Umland- und Binnenverkehr .....	37
Maßnahme 4.1: Ausbau und Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs im Binnenverkehr des Stadtnetzes (Schwerpunkt 3-10 km Wegelänge) .....	37
Maßnahme 4.2: Einrichtung und Ausbau von Raddirektrouten zur Verbesserung der Erreichbarkeit für Pendler (Schwerpunkt 10-25 km Wegelänge) .....	38
Schwerpunkt 5: Unterstützung des SPNV durch Neubewertung von ruhenden Streckenneubauprojekten .....	39
Maßnahme 5.1: Untersuchung der Potenziale für den Bau von Schienenstrecken und Umsetzung zur Verbesserung der Stadt – Umland – Verbindungen .....	39
Maßnahme 5.2: Tramanbindung der Stadtteile Rothenditmold und Harleshausen .....	40
Maßnahme 5.3: Tramanbindung des Stadtteils Waldau .....	41
Maßnahme 5.4: Reaktivierung Herkulesbahn .....	42
Maßnahme 5.5: Elektrifizierung der Bahnstrecke von Vellmar nach Wolfhagen .....	43
Schwerpunkt 6: Umstellung von Fahrzeugflotten auf lokal emissionsfreie bzw. -arme Antriebstechnologien inkl. Betrachtung der Ladeinfrastruktur (Standort- und Nutzungskonzept).....	44
Maßnahme 6.1: Sektorübergreifende Planungsoptimierung für ein E-Bus-Szenario und Umsetzung der Roadmap E-Bus im Stadtverkehr Kassel.....	44
Maßnahme 6.2: Erstellung und Umsetzung eines Energie- und Standortkonzepts für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur mit Schwerpunkt außerhalb des öffentlichen Verkehrsraums .	45
Maßnahme 6.3: Fahrzeugvorhaltung Bus mit alternativen Antrieben inkl. Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur.....	46
Maßnahme 6.4: Umstellung von Fuhrparks auf schadstoffarme Fahrzeuge und Auslastungsoptimierung inkl. Erstellung eines Fahrzeugbeschaffungsprogramms am Beispiel der Stadtverwaltung Kassel.....	47
4. Zusammenfassung .....	48
Literaturverzeichnis .....	49
Anhang.....	51

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Mittlere Windgeschwindigkeiten im Bereich des Ballungsraums Kassel.....	4
Abb. 2: Lage der Luftmessstationen in Kassel.....	4
Abb. 3: NO <sub>2</sub> -Jahresmittel: Entwicklung der Schadstoffbelastung in Kassel.....	5
Abb. 4: Modal Split der Stadt Kassel im Nullfall im Jahr 2008.....	16
Abb. 5: Herleitung des DTV <sub>KFZ,Planfall</sub> als Eingangsgröße in das Screeningmodell.....	17

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Pendler der Kommunen des Ballungsraums Kassel mit Stand 30. Juni 2008.....	3
Tabelle 2: Städte mit sicherer Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwertes.....	6
Tabelle 3: Hotspots mit überschrittenem NO <sub>2</sub> -Grenzwert.....	15
Tabelle 4: Identifizierte Maßnahmenschwerpunkte.....	22
Tabelle 5: Mustervorlage für die Maßnahmensteckbriefe.....	23

## Abkürzungsverzeichnis

AKS	Ausbreitungsklassenstatistik
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V.
AS	Anschlussstelle
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland – Landesverband Hessen e.V.
DGM	Digitales Geländemodell
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DUH	Deutsche Umwelthilfe
FAG	Finanzausgleichsgesetz
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
HMUDELV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMU KL V	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

HMWEVL	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKK	Integriertes Klimaschutzkonzept
IVS	Intelligente Verkehrssysteme
KEP	Kommunaler Entwicklungsplan
Kfz	Kraftfahrzeug
KVG	Kasseler Verkehrs-Gesellschaft AG
LOS	Level of Service
LSA	Lichtsignalanlagen
LRP	Luftreinhalteplan
LWL	Lichtwellenleiter
MHK	Museumslandschaft Hessen Kassel
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NVV	Nordhessischer Verkehrsverbund
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkw	Personenkraftwagen
RMNH	Regionalmanagement Nordhessen GmbH
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SrV	System repräsentativer Verkehrsbefragungen
SUMP	Sustainable Urban Mobility Plan
SUN	Stadtwerke Union Nordhessen GmbH & Co. KG
UVM	Umweltsensitives Verkehrsmanagement
VEP	Verkehrsentwicklungsplan
WHO	World Health Organization
ZRK	Zweckverband Raum Kassel

## Vorwort

Saubere Luft ist ein hohes Gut, weil sie ein zentrales Element für den Erhalt der Gesundheit aller Menschen in unserer Stadt ist. Der Kraftfahrzeugverkehr trägt in urbanen Räumen bekanntermaßen einen großen Teil zur Belastung unserer Atemluft mit Schadstoffen bei. In Kassel wurden in den letzten Jahren gute Fortschritte zur Begrenzung der verkehrsbedingten Feinstaubbelastung gemacht. Auch die Immissionen von Stickstoffdioxid sind kontinuierlich zurückgegangen: der Jahresmittelwert lag an der Messstelle Fünffensterstraße im Jahr 2017 erstmals leicht unter dem gesetzlichen Grenzwert. Einen wichtigen Beitrag haben dafür die in den letzten Jahren angeschobenen Maßnahmen zur Verflüssigung des Kfz-Verkehrs, zur ÖPNV-Strukturierung und -Beschleunigung und zur Stärkung des Radverkehrs geleistet. Natürlich kamen auch technische Verbesserungen der Kraftfahrzeugtechnik zum Tragen. Trotz dieser Fortschritte ist es richtig und wichtig, darüber nachzudenken, wie wir unsere Mobilität bezüglich Luftverschmutzung, Lärm, Flächenverbrauch, Trennwirkungen und Unfallvermeidung künftig weiter verbessern. „Stadtgerechte Mobilität in einer lebenswerten Stadt!“ ist hier die Maxime. Dabei müssen die vielfältigen Nutzungen des Stadtraums, wie z.B. Leben, Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Erholen, Lernen, Kultur genießen – um nur einige zu nennen – im Blick gehalten werden. Die dabei natürlich auftretenden Zielkonflikte sind letztlich durch die Stadtgesellschaft insgesamt und ihre politischen Vertreter zu benennen und zu entscheiden. Der hier vorgelegte Masterplan zur Luftreinhaltung nimmt die aktuellen mobilitätspolitischen Diskussionen auf, definiert auf dieser Basis ganz konkrete Maßnahmenbündel und bewertet diese mit Blick auf die Wirkung auf die Stickstoffdioxid-Immissionen. Damit steht für künftige Entscheidungen über die Durchführung und Finanzierung mobilitätsbezogener Infrastrukturprojekte eine valide Grundlage zur Meinungsbildung zur Verfügung.

Christof Nolda,  
Stadtbourat  
Umweltdezernent

Dirk Stochla,  
Stadttrat  
Verkehrsdezernent

## 1. Hintergrund und Zielsetzung

Mobilität und Verkehr sind ein Grundbedürfnis moderner Gesellschaften und die Basis des Wirtschaftsgeschehens. Der Anspruch der Menschen und der Wirtschaft an die Mobilität ist in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen, was insbesondere größere Städte vor die Herausforderung stellt, den Anforderungen an die Mobilität gerecht zu werden (vgl. Deutscher Städtetag 2017: 14). Die Fahrleistung des Personenverkehrs nahm von 1991 bis 2015 um 28 Prozent zu, die Fahrleistung des Güterverkehrs sogar um 66 Prozent (vgl. Deutscher Städtetag 2017: 7). Neben den positiven Auswirkungen einer gestiegenen Mobilität, steigt aber zunehmend die Belastung – es existiert ein wesentlicher Einfluss auf die Lebens- und Umweltqualität in Städten und Regionen, der aus dem zunehmenden Verkehr resultiert (s. Kap. 1.1). Hierbei sind insbesondere die Dieselfahrzeuge niedriger Euro-Abgasnormen ein grundlegendes Problem. Über ein Drittel der hessischen Treibhausgase und Luftschadstoffe entstehen durch Verkehr, die Tendenz ist steigend (vgl. HMWEVL 2018: 5ff). Somit ist es das Ziel, die Mobilität bedarfs- und umweltgerecht zu organisieren und zeitgleich die Wirtschaft und den Wettbewerb zu stärken. Vielen Städten ist es in den letzten Jahren gelungen, Mobilitätsanforderungen und die Lebens- und Umweltqualität besser in Einklang zu bringen. Trotzdem benötigen Kommunen hinsichtlich der zunehmenden Verkehrsstärken Unterstützung, so dass die zahlreichen und in hohem Maße überschrittenen Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) - und Feinstaubwerte bewältigt werden können (vgl. Deutscher Städtetag 2017: 14) (s. Kap. 1.2). Um die betroffenen Städte bei der Reduzierung der Schadstoffe und bei der längerfristigen Gestaltung einer nachhaltigen und emissionsfreien Mobilität zu unterstützen, wurde das „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) gestartet. Betroffene Städte, in denen die EU-Luftschadstoffgrenzen regelmäßig überschritten werden, können mit Hilfe von Mitteln des Bundes „Green-City-Pläne“ – so genannte Masterpläne zur Luftreinhaltung – erstellen, in denen NO<sub>2</sub>-reduzierende Maßnahmen gebündelt werden, die kurzfristig umgesetzt werden können (vgl. BMVI 2017b). Auch die Stadt Kassel ist mit ihrem hohen Verkehrsaufkommen von steigenden Luftschadstoffwerten betroffen und erhält eine Förderung (Förderrichtlinie „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“, Sonderprogramm für die Erstellung von Masterplänen („Green-City-Plans“) zur Luftverbesserung in Städten (vgl. BMVI 2017b)) für die Erstellung ihres „Integrierten Aktionsplan Luft für die Stadt Kassel – Masterplan“, im Folgenden als „Masterplan“ bezeichnet (siehe Kap. 1.3).

### 1.1 Verkehrspolitische Einordnung

Hessens derzeitiger Minister für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung Tarek Al-Wazir betont, dass eine nachhaltige Verkehrswende mittlerweile ein (über)lebenswichtiges Projekt darstellt (vgl. HMWEVL 2018: 5). Der Verkehr ist ein wichtiger Bestandteil des „Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025“ des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (vgl. HMUKLV 2017). Um die gesetzten Ziele der Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2025 um 40 Prozent und bis 2050 um mindestens 90 Prozent zu erreichen, muss neben der Nutzung der Effizienzpotenziale in der hessischen Wirtschaft auch die Verstetigung der Umstellung auf Erneuerbare Energien und die Erreichung einer erheblichen Emissionsminderung im Personen- wie

Güterverkehr verfolgt werden (vgl. HMUKLV 2017: 6f). Nach Auffassung des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland – Landesverband Hessen e.V. (BUND) muss der Klimaschutzplan Hessen sogar noch wesentlich ambitioniertere Ziele festlegen, da die Anforderungen an den Klimaschutz aus dem Pariser Klimaschutzabkommen (2015) und der Klimaschutzkonferenz von Marrakesch (2016) stetig steigen. So wurde evaluiert, dass ein Reduktionsziel von 45 Prozent (statt 40 Prozent) bis zum Jahr 2025, von 60 Prozent bis zum Jahr 2030 und von über 90 Prozent sogar schon bis zum Jahr 2040 notwendig sind, um den Anforderungen gerecht zu werden (vgl. BUND 2017: 7). Dass der Verkehr und eine nachhaltige Verkehrswende Dreh- und Angelpunkt im Klimaschutzplan des Landes Hessen sind, resultiert u. a. aus der geographischen Lage. Hessen liegt im Zentrum Deutschlands und Europas, in dem sich nationale und kontinentale Verkehrswege kreuzen und Straßen und Schienen weit überdurchschnittlich belastet sind. Im Jahr 2015 war der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) auf den hessischen Autobahnen um 29 Prozent höher als im Bundesschnitt (vgl. HMWEVL 2018: 8). Die hessische documenta-Stadt Kassel weist aufgrund ihrer geographischen Lage und ihres intensiven Wirtschaftsgeschehens ebenfalls ein hohes Verkehrsaufkommen auf.

### **1.2 Der Ballungsraum Kassel: geografische Besonderheiten und lufthygienische Entwicklungen**

Betrachtet man die Städte in Hessen, ist die Stadt Kassel nach Frankfurt am Main und Wiesbaden die drittgrößte Stadt und eines von zehn Oberzentren. Gemäß den EU-Vorgaben ist die Region Kassel einer der zwei Ballungsräume in Hessen und umfasst ein Gebiet mit einer Fläche von 275,4 Quadratkilometern mit einer Einwohnerdichte von durchschnittlich ca. 1.100 Einwohnern pro Quadratkilometer (vgl. HMUELV 2011: 10f). Der nordhessische Wirtschaftsraum, mit seinem Oberzentrum Kassel, ist ein Investitionsstandort in der Mitte Deutschlands. Im Schnittpunkt der wichtigsten Hauptverkehrsadern im Zentrum der Bundesrepublik ist der Ballungsraum Kassel ein gefragter Standort für Handel, Logistik, Dienstleistung und Industrie. Ca. sieben Kilometer südlich der Kasseler Innenstadt liegt das Autobahndreieck Kassel-Süd, das die Bundesautobahn 7 (Flensburg – Hannover – Füssen) mit der Bundesautobahn 44 (Aachen – Kassel) verbindet. Weiter westlich verbindet das Autobahnkreuz Kassel – West die Bundesautobahn 44 mit der Bundesautobahn 49 (Kassel – Schwalmstadt). Durch das Stadtgebiet von Kassel führen die Bundesstraßen B3, B7, B83 und B251, welche die anliegenden Bezirke mit dem innerstädtischen Bereich erschließen und als Pendler Routen genutzt werden. Die zentralen Verkehrsverbindungen ermöglichen den Wirtschaftsunternehmen der Kommunen einerseits einen Standortvorteil, andererseits resultieren daraus hohe Verkehrsaufkommen. Die intensiven wirtschaftlichen Tätigkeiten und der damit einhergehende Verkehr tragen zur Luftverschmutzung und auch zur Lärmbelastung für die Bevölkerung des Ballungsraums bei. Darüber hinaus ist die hohe Anzahl der berufsbedingten Ein- und Auspendler im innerörtlichen Verkehr für die Emissionswerte von hoher Bedeutung. Aus der Tabelle 1 geht hervor, dass ein beachtlicher Teil des gesamten Ein- und Auspendlerverkehrs des Landes Hessen im Ballungsraum Kassel stattfindet (vgl. HMUELV 2011: 15).



**Tabelle 1: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Pendler der Kommunen des Ballungsraums Kassel mit Stand 30. Juni 2008**

<b>Stadt/ Gemeinde</b>	<b>Einpendler</b>	<b>Auspendler</b>	<b>Pendlersaldo</b>
Baunatal, St.	16.287	5.575	10.712
Fuldataal	1.159	3.340	-2.181
Fuldabrück	3.146	2.590	556
Kassel, St.	57.173	18.677	38.496
Kaufungen	2.292	3.720	-1.428
Lohfelden	3.138	3.993	-855
Niestetal	2.990	3.226	-236
Vellmar, St.	1.872	5.239	-3.367
<b>Ballungsraum Kassel</b>	<b>88.057</b>	<b>46.360</b>	<b>41.697</b>
<b>Hessen</b>	<b>1.483.128</b>	<b>1.356.097</b>	<b>127.031</b>

Quelle: Eigene Darstellung nach HMUELV 2011: 15

Das hohe Verkehrsaufkommen im Ballungsraum Kassel wirkt sich auf die gemessenen Immissionswerte der Stadt Kassel aus. Luftschadstoffe sind sowohl anthropogenen (vom Menschen geschaffen) als auch biogenen (von Lebewesen geschaffen) oder geogenen (von der Erde geschaffen) Ursprungs. Stickoxide (NO<sub>x</sub>), d.h. Stickstoffmonoxid (NO) und NO<sub>2</sub>, zählen hierbei zu den anthropogen verursachten Luftschadstoffen, die im städtischen Kontext im Wesentlichen durch Verbrennungsvorgänge im Verkehr entstehen (vgl. HMUELV 2011: 34). Die Stadt Kassel gehört zudem zur warmgemäßigten Klimazone und die sogenannte Kessel- und Tallage der Stadt Kassel (umschlossen von Mittelgebirgen und einem durch die Innenstadt verlaufenden Höhenrücken) und der Großstadtcharakter führen zu einem typischen Lokalklima. Die Kessellage verursacht einen schlechteren Luftaustausch im Vergleich zu Standorten außerhalb des Kasseler Beckens, so dass es häufiger zu Austauschverhältnissen kommt, die zu einer Anreicherung von Schadstoffen führen kann (vgl. HMUELV 2011: 12). Durch die Kessel- und Tallage wird die Windgeschwindigkeit gegenüber der Umgebung verringert und liegt im Durchschnitt bei 2,3 - 2,5 Meter pro Sekunde (s. Abb. 1). Eine kontinuierliche und gute Durchlüftung wird bei mehr als 3 Meter pro Sekunde gewährleistet, die in den Jahren 2008 bis 2010 in Kassel nur einmal erreicht wurde (vgl. HMUELV 2011: 13).

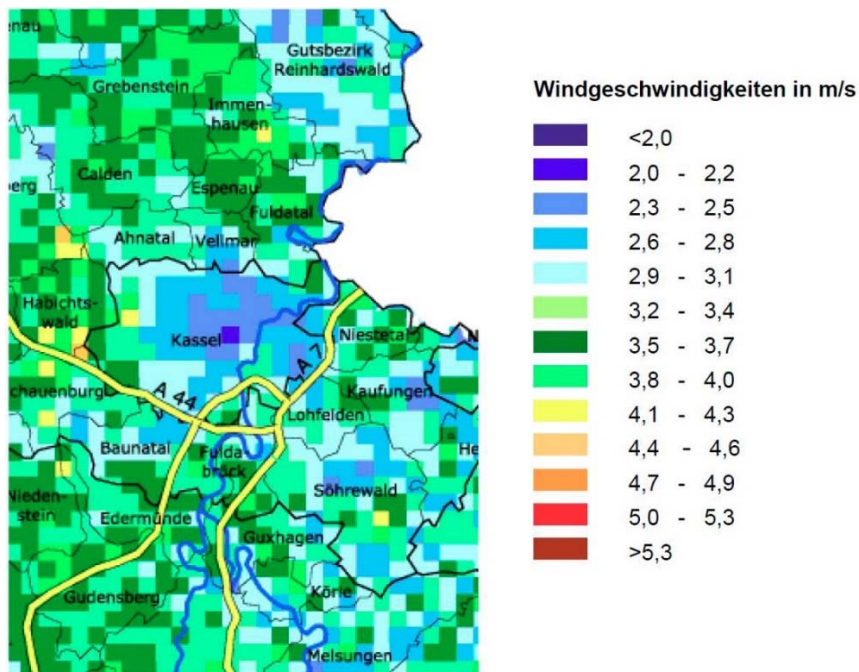
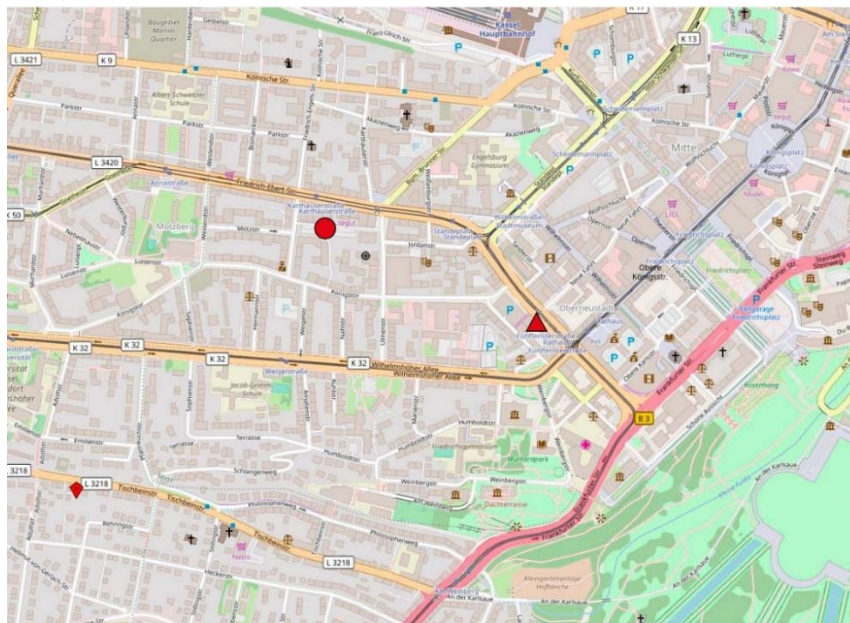


Abb. 1: Mittlere Windgeschwindigkeiten im Bereich des Ballungsraums Kassel

Quelle: HMUELV 2011: 13

Um die Luftqualität zu bewerten, befinden sich in der Stadt Kassel zwei stationäre Luftmessstationen (s. Abb. 2).



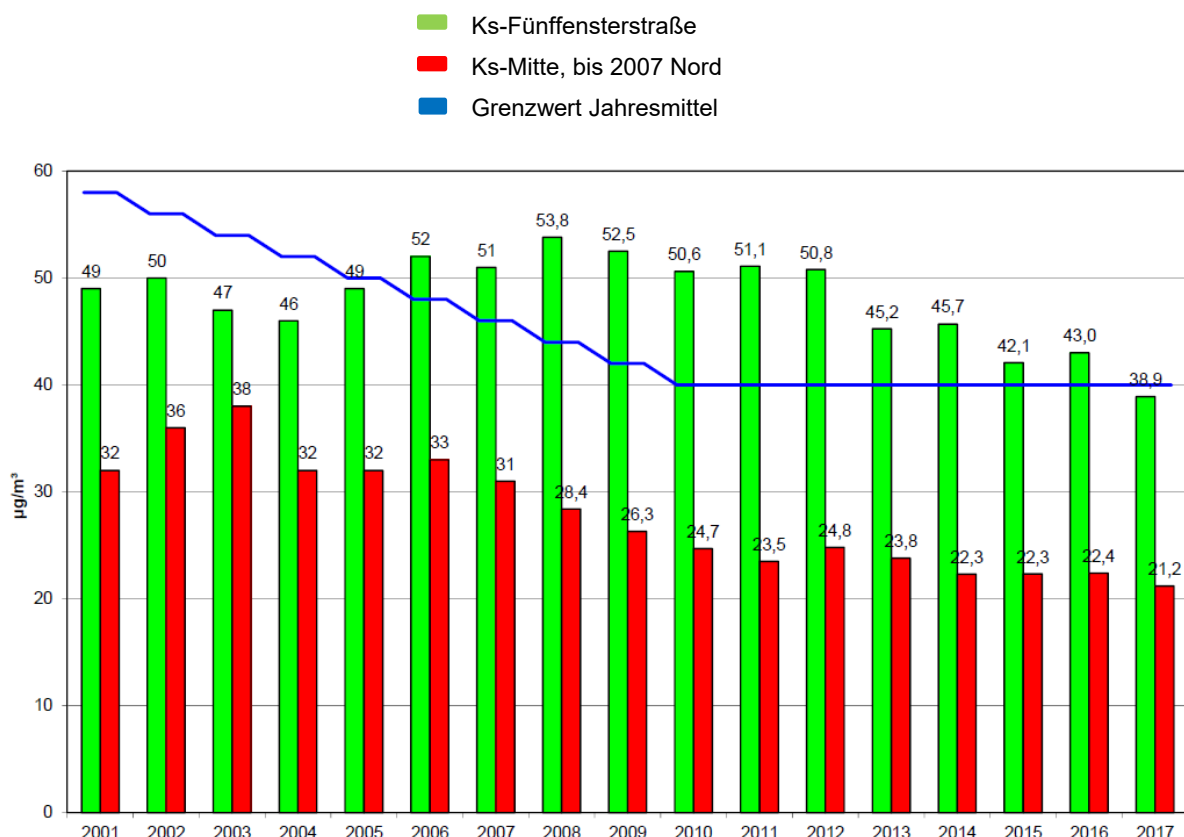
- Messtation des städtischen Hintergrunds hinter der Komödie (Ks-Mitte)
- ▲ Verkehrsbezogene Messstation an der Fünffensterstraße (Ks-Fünffenster)

Abb. 2: Lage der Luftmessstationen in Kassel

Quelle: Eigene Darstellung nach HMUELV 2011: 21

Für die Bewertungen der lufthygienischen Situation in Kassel sind die Messungen in der Innenstadt in der Fünffensterstraße ausschlaggebend, da hier die direkte Nähe zum Verkehr gegeben ist. Hier muss der NO<sub>2</sub>-Grenzwert eingehalten werden. Der gültige NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert wurde 1999 auf Vorschlag der EU-Kommission für die Außenluft auf 40 Mikrogramm pro Kubikmeter (µg/m<sup>3</sup>) festgesetzt und von den EU-Mitgliedstaaten beschlossen und 2008 von der EU bestätigt. In Vorbereitung auf das Jahr der Luft 2013 hatte die EU eine Überarbeitung und Prüfung der aktuellen Grenzwerte für Luftschadstoffe vorgenommen. Die World Health Organization (WHO) wurde wiederum in den Prozess einbezogen und stellte in dem Bericht „Review of evidence on health aspects of air pollution“ fest, dass eine Vielzahl von Studien Zusammenhänge zwischen der NO<sub>2</sub>-Kurz- und Langzeitbelastung und der Mortalität, den Krankenhausbesuchen und Atemwegssymptomen aufzeigen, so dass der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> neu bestätigt wurde (vgl. Umweltbundesamt 2018).

Betrachtet man die Messergebnisse an den Messstationen in der Stadt Kassel, erkennt man den grundsätzlichen Trend einer abnehmenden NO<sub>2</sub>-Konzentration. Die Wirksamkeit der verschärften Emissionsgrenzwerte bei Fahrzeugen durch die neuen Diesel-Euro-Normen ab den Jahren 2007/2008 lässt sich besonders an verkehrsbezogenen Luftmessstationen beobachten, die die Schadstoffkonzentrationen in direkter Nachbarschaft zu den Fahrzeugemissionen messen (s. Abb. 3, Ks-Fünffensterstraße).



**Abb. 3: NO<sub>2</sub>-Jahresmittel: Entwicklung der Schadstoffbelastung in Kassel**

Quelle: Eigene Darstellung des Umwelt- und Gartenamts der Stadt Kassel

Die Senkung der NO<sub>2</sub>-Gesamtkonzentration hat man auch in den Folgejahren dokumentieren können (s. Abb. 3). Die Jahresmittelwerte lagen im Jahr 2015 mit 42,1 µg/m<sup>3</sup> und 2016 mit 43 µg/m<sup>3</sup> nur noch knapp über dem Grenzwert und im Jahr 2017 mit 38,9 µg/m<sup>3</sup> das erste Mal unter dem festgeschriebenen Grenzwert. Daran lässt sich erkennen, dass auch die zahlreichen Maßnahmen und die bestehenden Planwerke zur Luftreinhaltung, die die Stadt Kassel in den letzten Jahren in die Wege geleitet und regelmäßig erstellt hat (s. Kap. 2.2), greifen und sich die Luftverhältnisse in der Stadt kontinuierlich verbessern. Ob dieser Trend jedoch anhält, kann derzeit nicht prognostiziert werden. Daher besteht weiterhin das Ziel, die gesundheitsgefährdend hohe NO<sub>2</sub>-Konzentration in der Stadt Kassel, die besonders an den Haupteinfallsstraßen zum Tragen kommt, weiter zu senken und so sicher unter dem vorgegebenen Grenzwert zu halten.

In ca. 70 Kommunen wurden 2017 die zulässigen NO<sub>2</sub>-Grenzwerte im Durchschnitt überschritten. Festzuhalten ist aber, dass dies eine maßgebliche Verbesserung gegenüber den Werten der Vorjahre ist, da im Jahr 2016 noch bei 90 Kommunen der Grenzwert im Durchschnitt überschritten wurde (vgl. Deutscher Städtetag 2017: 7). Die Kommunen, so auch die Stadt Kassel, haben in den vergangenen Jahrzehnten bereits erhebliche Leistungen für eine nachhaltigere Mobilität in den Städten erbracht. Hierzu zählen u. a. integrierte Verkehrsentwicklungspläne, daran geknüpfte Maßnahmenpläne, die Sanierung von Straßennetzen und die Umgestaltung vieler öffentlicher Räume sowie Investitionen in den Umweltverbund. Die Erfolge lassen sich vielfach auch an der Veränderung des Modal Split erkennen (vgl. Deutscher Städtetag 2017: 17). Trotzdem ist dies noch kein Grund zur Entwarnung, denn es gibt zahlreiche deutsche Großstädte, in denen der gesetzlich fixierte Grenzwert für NO<sub>2</sub> für das Jahresmittel überaus deutlich überschritten wird (s. Tabelle 2), wozu die Abgase von Dieselmotoren nachweislich beitragen.

**Tabelle 2: Städte mit sicherer Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes**

<b>Städte mit sicherer Überschreitung</b>	<b>NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert 2016 in µg/m<sup>3</sup></b>	<b>NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert 2017 in µg/m<sup>3</sup></b>
München	80	78
Stuttgart	82	73
Köln	63	62
Reutlingen	66	60
Hamburg	62	58
Düsseldorf	58	56
Kiel	65	56
Heilbronn	57	55
Darmstadt	55	52
Ludwigsburg	53	51
Dortmund	51	50
Wiesbaden	53	50
Berlin	52	49

Quelle: Eigene Darstellung nach Handelsblatt 2018

Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) verklagt inzwischen 40 deutsche Städte aufgrund von Überschreitungen von NO<sub>2</sub>-Grenzwerten und das Bundesverfassungsgericht hat am 27. Februar 2018 entschie-

den, dass Kommunen grundsätzlich Fahrverbote für ältere Dieselfahrzeuge verhängen können. Würde man Dieselfahrverbote verhängen, wären hunderttausende Autofahrer demnächst aus den Innenstädten verbannt. Da sowohl die Bundesregierung als auch die betroffenen Kommunen Dieselfahrverbote vermeiden wollen, hat die Bundesregierung beim zweiten kommunalen „Diesel-Gipfel“ die Förderung von Sofortmaßnahmen zugesagt, die in kurzer Zeit für eine bessere Stadtluft sorgen sollen („Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“) (Süddeutsche Zeitung 2018; Der Tagesspiegel 2018). Dass ein zeitlicher Druck hinter dieser Thematik liegt, lässt sich ebenfalls aus der aktuellen Klage der EU-Kommission aus dem Mai 2018 gegen sechs Mitgliedsstaaten der EU erschließen. Die Klagen gegen Deutschland, Großbritannien und Frankreich beziehen sich konkret auf die Nichteinhaltung der NO<sub>2</sub>-Grenzwerte, während sich Italien, Ungarn und Rumänien wegen der anhaltend hohen Feinstaubbelastung vor dem Europäischen Gerichtshof verantworten müssen (vgl. Electrive.net 2018).

### 1.3 Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020 – Masterplan der Stadt Kassel

Der Bund hat zur Vorbeugung von Klagen und Dieselfahrverboten auf dem zweiten Kommunalgipfel am 28. November 2017 mit dem „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ ein Maßnahmenpaket für bessere Luft in den Städten beschlossen, welches den Emittent Verkehr fokussiert. Das Programm wurde ursprünglich beim „Nationalen Forum Diesel“ (dem ersten sog. „Diesel-Gipfel“) am 02. August 2017 als Fonds „Nachhaltige Mobilität für die Stadt“ aufgelegt. Im November 2017 wurde entschieden, dass anstelle des geplanten Fonds ein Sofortprogramm die Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität finanzieren soll. Gegenstand des Programms sind beispielsweise Maßnahmen für die Elektrifizierung des Verkehrs in Städten und die Errichtung von Ladeinfrastruktur, Maßnahmen für die Nachrüstung von Diesel-Bussen im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) mit Abgasnachbehandlungssystemen sowie Maßnahmen zur Digitalisierung von Verkehrssystemen. Alle Maßnahmen sollen kurz- bis mittelfristig ihre Wirkung entfalten. Für das Sofortprogramm steht eine Milliarde Euro bereit wobei ein Viertel dieser Kosten die Automobilbranche übernehmen soll. Das Programm wird aus nicht verausgabten Mitteln bereits bestehender (und von der EU genehmigter) Programme finanziert und baut dementsprechend auf bereits existierenden Förderrichtlinien auf (vgl. BMVI 2018).

Um die Kommunen dabei zu unterstützen die von der EU vorgeschriebenen lufthygienischen Richtwerte zu erreichen und einzuhalten, wurde im ersten Schritt eine Förderung von „Green-City-Plänen“ im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“ vom BMVI erlassen (vgl. BMVI 2017b). Die „Green-City-Pläne“ zielen darauf ab, NO<sub>2</sub>-reduzierende Maßnahmen zusammenzuführen und in einem katalogartigen Gesamtdokument strukturiert aufzuarbeiten. Die Maßnahmen dienen im weiteren Verlauf als Fördervoraussetzung von Projekten im auferlegten „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“. Nachdem sich zahlreiche Kommunen Ende des Jahres 2017 auf die Fördergelder und die Unterstützung des Bundes beworben hatten, haben insgesamt 60 Kommunen einen Förderbescheid zur Erstellung ihrer Masterpläne überreicht bekommen – so auch die Stadt Kassel (vgl. BMVI 2017a).

Die Stadt Kassel will die Mittel aus dem Bundesprogramm dafür nutzen, die Luftqualität in Kassel entscheidend zu verbessern – mit kurz- bis mittelfristig realisierbaren Maßnahmen. Der Masterplan der Stadt Kassel ist ein Konzept mit Handlungsempfehlungen und Maßnahmen hin zu einer sogenannten „Green City“. Als Grundlage wurden bereits bestehende regionale Planwerke betrachtet, wie bspw. der Verkehrsentwicklungsplan (VEP) der Stadt Kassel 2030 (Stadt Kassel 2015b) und die Fortschreibung des Luftreinhalteplans (LRP) (HMUELV 2011), in denen bereits kurzfristige, mittelfristige und langfristige Maßnahmen definiert und zur Umsetzung der verkehrspolitischen Zielerreichung beschlossen wurden. Im Masterplan der Stadt Kassel wurden die Maßnahmen aus den bestehenden Planwerken mit dem größten Nutzen zur Verbesserung der Luftqualität gefiltert, um neue erfolgsversprechende Maßnahmen aus aktuellen Vorhaben ergänzt, und nach ihrem Potential zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswerte bewertet und anschließend unter Berücksichtigung der Umsetzungszeiträume und Kostenschätzungen priorisiert (s. Kap. 2).

Der Masterplan dient dementsprechend als Handlungskonzept und vertieft einerseits bereits bestehende Konzepte und Strategien und bewertet andererseits deren Umsetzung durch eine aktualisierte und zielgerichtete Prioritätensetzung. Darüber hinaus dienen die Maßnahmen als Beitrag für die 2. Fortschreibung des LRP, als Instrument zur Sensibilisierung der Stadtgesellschaft hinsichtlich lufthygienischer Themen und nicht zuletzt zur Vorbereitung von künftigen Förderausschreibungen.

## 2. Methodisches Vorgehen

Im Rahmen der Erstellung des Masterplans der Stadt Kassel wurden wichtige kommunale und wirtschaftliche Stakeholder von Anfang an, mit dem Ziel Transparenz und Akzeptanz zu schaffen, integriert (s. Kap. 2.1). Die bereits bestehenden Konzepte, Strategien und Planwerke der Stadt Kassel dienten als Basis für die Erarbeitung der Maßnahmen (s. Kap. 2.2). Oberste Strategie der Stadt Kassel ist es seit langer Zeit, die umweltbezogenen, technologischen, stadtplanerischen und mobilitätsbezogenen Erfordernisse simultan und integriert zu berücksichtigen. Im Rahmen des Masterplans wurden die ermittelten Maßnahmen auf dieser Grundlage in zwei Themenschwerpunkte unterteilt. Zum einen beschäftigen sich die identifizierten Maßnahmen mit dem Themenfeld der „Intelligenten Verkehrssysteme“ (IVS) und zum anderen mit strategischen verkehrs- und mobilitätsplanerischen Aspekten (s. Kap. 2.3). Die Maßnahmen wurden anschließend hinsichtlich ihres Potentials zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswerte mit Hilfe eines Screeningmodells bewertet (s. Kap. 2.4) und auf Basis dessen und unter Berücksichtigung der Umsetzungszeiträume und Kostenschätzungen priorisiert (s. Kap. 2.5).

### 2.1 Bündelung lokaler Kompetenzen

Die Stadt Kassel (Straßenverkehrs- und Tiefbauamt und Umwelt- und Gartenamt) hatte die Projektleitung inne. Die Regionalmanagement Nordhessen GmbH (RMNH) übernahm im Unterauftrag die Federführung bei der Masterplanerstellung unter der Einbeziehung der lokalen und regionalen Gegebenheiten mit dem strategisch-planerischen Schwerpunkt; die Firma Bellis GmbH behandelte die IVS-Bausteine unter der Betrachtung von Aspekten der Vernetzung, Automatisierung, Verkehrssteuerung und des Verkehrsmanagements. Das Planungsbüro IVU Umwelt GmbH führte die Berechnungen der NO<sub>2</sub>- Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswirkungen der Maßnahmen durch.

Aufgrund der starken wirtschaftlichen und verkehrlichen Verflechtungen der Stadt Kassel mit der Region ist der Masterplan insbesondere in enger Abstimmung zwischen der Stadt, dem Landkreis Kassel und dem Zweckverband Raum Kassel (ZRK) als Gebietskörperschaften sowie in Kooperation mit der Kasseler Verkehrs-Gesellschaft AG (KVG) und dem Nordhessischen Verkehrsverbund (NVV) erarbeitet worden. Der Masterplan wurde dementsprechend sowohl in einer ämterübergreifenden Arbeitsgruppe der Stadtverwaltung als auch in Kooperation mit weiteren Einrichtungen und Unternehmen bearbeitet, um kommunale und wirtschaftliche Stakeholder frühestmöglich zu integrieren und vorhandene Kompetenzen zu bündeln. Ziel des kommunikations- und dialogorientierten Vorgehens war die Schaffung von Transparenz, Verständnis und Akzeptanz insbesondere unter dem Gesichtspunkt einer späteren Umsetzung.

Um diesen Dialog zu fördern, wurde ein Projektbeirat installiert zu dem neben der Stadt Kassel jeweils Vertreter aus dem Landkreis Kassel, des ZRK, der KVG, des NVV und des Regierungspräsidium Kassel (insb. aufgrund der Fortschreibung des LRPs für den Ballungsraum Kassel) zählten. Der Projekt-

beirat tagte im Rahmen der Erstellung des Masterplans dreimal und bot Gelegenheit zur Partizipation zu den jeweils aktuellen Thematiken.

Darüber hinaus stellte man die Einbindung des Kasseler „Fachforum Mobilität“ sicher, um die Anliegen eines größeren Akteurskreises zu berücksichtigen. Eingeladen in das Fachforum waren u.a. das Fachzentrum nachhaltige urbane Mobilität, die Industrie- und Handelskammer (IHK) Kassel-Marburg, die Handwerkskammer Kassel, verschiedene Partei- und Gremienvertreter, der Verkehrsclub Deutschland, der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club e. V. (ADFC), Greenpeace.

Weiterhin zeigte sich im vorangegangenen Erstellungsprozess des VEP 2030 für die Stadt Kassel (2015b), dass sich eine kontinuierliche Einbindung der politischen Gremien, wie z. B. der Bau- und Planungskommission, bewährt hat, so dass man diese Vorgehensweise auch während der Erstellung des Masterplans verfolgte. Die Maßnahmen des Masterplans wurden jeweils vorgestellt und Ergänzungen und Hinweise bei der Ausarbeitung berücksichtigt.

### 2.2 Berücksichtigung bestehender Planwerke

Für die Stadt Kassel liegen verschiedene Planwerke, Konzepte und Projektideen vor, die bereits relevante Maßnahmen u.a. im Hinblick auf die NO<sub>2</sub>-Reduzierung im Verkehr beinhalten. Zu diesen regionalen Planwerken und -grundlagen zählen (in chronologischer Reihenfolge):

- LRP für den Ballungsraum Kassel, 1. Fortschreibung (HMUELV 2011)
- Integriertes Klimaschutzkonzept (IKK) der Stadt Kassel (Stadt Kassel 2011/2012)
- VEP 2030 für die Stadt Kassel (Stadt Kassel 2015b)
- VEP 2030 für die Region Kassel (ZRK 2015a)
- Nahverkehrsplan der Stadt Kassel, Fortschreibung 2016 (Stadt Kassel 2014a)
- Erweiterung des VEP-Prozesses zu einem Sustainable Urban Mobility Plan – Prozess (SUMP-Prozess), Prosperity-Projekt, EU-Horizont2020, 2016-19 (European Commission 2016).
- Kommunaler Entwicklungsplan (KEP) Zentren (ZRK 2015b)
- Carsharing-Entwicklungskonzept (Stadt Kassel 2015a).
- Radverkehrskonzept, 2017/18 in Bearbeitung
- Luftreinhalteplan, 2. Fortschreibung in Bearbeitung

Diese Werke wurden für die Erstellung des Masterplans in Bezug auf deren Beitrag zur Steigerung der Luftqualität in der Stadt Kassel und im Umland und in Bezug auf eine mögliche kurz- bis mittelfristige Umsetzung detailliert geprüft. Mit diesem Fokus dienten sie als Basis für die Definition der Maßnahmen im Masterplan. Die Maßnahmen, die im Hinblick auf eine kurzfristige Umsetzbarkeit und eine hohe NO<sub>2</sub>-Wirkung das größte Potenzial aufweisen, mündeten entweder als originäre Maßnahme oder als Teil einer neuen Maßnahme in die Maßnahmenliste. Der LRP, das IKK und die beiden integriert



entwickelten VEPs 2030 für die Stadt Kassel sowie für die Region Kassel stellen die wichtigsten Grundlagen für den vorliegenden Masterplan dar:

- Der städtische VEP (Stadt Kassel 2015b) legt die strategischen Grundsätze und Leitlinien der zukünftigen Verkehrsentwicklung für die nächsten 15 bis 20 Jahre fest. Er ist verkehrsmittel- und verkehrszweckübergreifend angelegt und enthält eine integrierte Mobilitätsstrategie für die zukünftige Verkehrsplanung in der Stadt und der Region Kassel. Mit der Erstellung der Mobilitätsstrategie im Zuge des VEP wurden kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen definiert und zur Umsetzung der verkehrspolitischen Zielerreichung beschlossen. Die verkehrspolitischen Ziele wurden auf Grundlage der Analyse des VEP und aller bis dahin vorliegenden Fachplanwerke (vor allem Flächennutzungsplan, Luftreinhalteplanung, Klimaschutzkonzept, Nahverkehrsplan, Kommunalen Entwicklungsplan Zentren) formuliert. Der gesamte Erstellungsprozess des VEP erfolgte in einem dialogorientierten Verfahren zusammen mit den Bürgerinnen und Bürgern, den politischen Vertretern sowie mit den Vertretern der Verbände, Vereine und Institutionen. Darauf aufbauend wurden jeweils die entsprechenden Handlungskonzepte und Maßnahmen entwickelt. Aus diesem Planwerk wurden und werden sukzessive Konkretisierungen erarbeitet und umgesetzt. Hervorzuheben ist die enge Verflechtung der Stadt Kassel mit der Region. So sind etwa 40 Prozent des städtischen Verkehrs auf Ein- und Auspendler (mit den Wegezwecken Arbeit, Ausbildung, Einkaufen/Besorgungen und Freizeit) zurückzuführen. Deshalb wurde zeitgleich zum kommunalen VEP ein regionaler VEP durch den ZRK erstellt. Während der VEP für die Stadt Kassel die innerstädtischen Verkehrssysteme und -verflechtungen adressiert, stellt der regionale VEP die regionalen Verkehre und Erreichbarkeiten (Verflechtungen zwischen Kassel und ihrem Umland, Beziehungen zwischen den Umlandkommunen) in den Fokus der Betrachtung.
- Der LRP (HMUELV 2011) liegt seit August 2011 in der ersten Fortschreibung vor und diskutiert die Entwicklung der Schadstoffkonzentration im Ballungsraum Kassel, legt die Maßnahmen zur Verminderung der Luftschadstoffe fest und gibt einen Ausblick auf die voraussichtliche Wirkung der Reduzierungsmaßnahmen auf die lufthygienische Situation. Der LRP ist im Gegensatz zum Masterplan gesetzlich im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) fundiert. Widergespiegelt werden die drei Bereiche der Luftreinhaltung: Industrie, Haushalt und Verkehr. Das Gesetz fordert zur Reduzierung der Luftbelastung emittenten-bezogene Maßnahmen. Die Festlegung dieser Maßnahmen erfolgt im LRP. Die Zuständigkeit für die Erstellung liegt beim HMUELV, wobei von der Kommune in Kooperation mit dem Regierungspräsidium Kassel Maßnahmenvorschläge zu erbringen sind, die vom Umweltministerium geprüft und bei Eignung in den LRP aufgenommen werden. Die im LRP vorgesehenen Maßnahmen sind in der Regel von der Kommune zu finanzieren. Aus diesem Grund handelt es sich meist um ohnehin geplante Maßnahmen mit positiven Auswirkungen auf die Reduzierung von Luftschadstoffen. Die 2. Fortschreibung ist derzeit in Bearbeitung und soll voraussichtlich im ersten Halbjahr 2019 veröffentlicht werden. Die 1. und 2. Fortschreibung des LRP beinhalten Maßnahmen, deren Umsetzung einen hohen Nutzen für die Lufthygiene der Stadt Kassel versprechen. Aufgrund dessen sind respektiv Bestandteile des LRP auch Bestandteile des hier vorliegenden Masterplans geworden und werden im Folgenden u.a.

durch die 2. Fortschreibung des LRP getragen. In diesem Hinblick sind beispielsweise folgende Maßnahmen im LRP diskutiert, eruiert und zur näheren Betrachtung im Rahmen der Erstellung des Masterplans herangezogen worden:

- Verschärfung der Emissionsgrenzwerte
  - Verbesserung des Verkehrsflusses
  - Ausbau des ÖPNV
  - Umstellung auf schadstoffarme (Elektro-) Fahrzeuge
  - Weitere Verbesserungen der Emissionsstandards der Busflotte
  - Attraktivitätssteigerung des ÖPNV
  - Ausbau und Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs
  - Attraktivitätssteigerung des Fußgängerverkehrs
- Das IKK (Stadt Kassel 2011/2012) zeigt einen konkreten Handlungsrahmen für den Klimaschutz in der Stadt Kassel. Das Ziel ist es, Strategien zur Erreichung der Klimaschutzziele zu erarbeiten und dadurch die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. In Handlungsfeldern und Projekten werden Maßnahmen dargelegt, die in den kommenden Jahren zu entwickeln bzw. zu realisieren sind. Zusätzlich enthält das Dokument Konzepte für die Öffentlichkeitsarbeit, für das Controlling und eine weitere fachlich-inhaltliche Begleitung, welche zur Realisierung der Ziele beitragen. Damit ist das Konzept ein wichtiger Schritt zur Verankerung des Klimaschutzes in den verschiedensten Themenbereichen der Stadt Kassel. Die inhaltlichen Schwerpunkte liegen dabei in der Analyse der CO<sub>2</sub>-Emissionen, des Energieverbrauchs sowie der Erstellung eines Handlungskatalogs zur Erschließung von Minderungspotenzialen für eine Emissionsreduzierung im Stadtgebiet Kassel.

Wie aus der Erläuterung der wichtigsten Planwerke ersichtlich wird, geht aus diesen Werken bereits eine Vielzahl von Maßnahmen hervor, die es umzusetzen gilt. Für die Erstellung des hier vorliegenden Masterplans wurden diese Planwerke und damit einhergehend die Konzepte, Projektergebnisse und Beschlüsse berücksichtigt, um eine Integration dieser in den Masterplan zu gewährleisten.

### 2.3 Themenschwerpunkte

Der Masterplan adressiert zwei Themenschwerpunkte: zum einen beinhaltet er Maßnahmen mit einem verkehrstechnischen Bezug und zum anderen mit einem strategischen verkehrs- und mobilitätsplanerischen Bezug. Nach der Sichtung der Planwerke wurden geeignete Maßnahmen, die eine kurz- und mittelfristige Umsetzung und eine effektive NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionsreduktion bewirken, in einem ersten Maßnahmenkatalog zusammengestellt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde um Maßnahmen aus dem Bereich der Vernetzung und Automatisierung, d.h. aus dem verkehrstechnischen Themenfeld der IVS erweitert. So ist sichergestellt, dass alle in Kassel oder in seinem Umland technisch kurz- und mittelfristig realisierbaren Ansätze einfließen konnten. Neben den verkehrstechnischen Maßnahmen wurden weitere Maßnahmen berücksichtigt, die verhaltensändernd wirken (z. B.

Mobilitätsmanagement und Sharing-Ansätze), so dass auch verkehrs- und mobilitätsplanerische Aspekte in dem Masterplan wiederzufinden sind.

- a) Der IVS-Themenschwerpunkt zeichnet sich als Baustein des Masterplans besonders durch seine ereignisgesteuerte Anwendung, Flexibilität und Anpassbarkeit bei der Reduzierung von verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen aus. Für den Einsatz eines sogenannten umweltsensitiven Verkehrsmanagements (UVM) in der Stadt Kassel ist ein System erforderlich, das es erlaubt, die aktuelle und/oder zu erwartende Luftschadstoffbelastung zu bestimmen sowie die notwendigen Informationen für die Umsetzung von Steuerungsmaßnahmen bereitzustellen. Ein bereits vorhandenes dynamisches Verkehrsmanagement wird als UVM damit zu einem multikriteriellen Managementsystem erweitert. Um dies zu realisieren, wird im Allgemeinen an das Verkehrsmanagementsystem ein sogenanntes Umweltmodul (Online-Prognosemodell) gekoppelt. Solche Prognosemodelle können dann auch zur aktuellen Information der Öffentlichkeit verwendet werden. Sowohl die Verkehrsdaten als auch die Umweltdaten bilden die Grundlage für die Schaltung von umweltorientierten Steuerstrategien und Informationen an die Verkehrsteilnehmer. Mit den daraus resultierenden Steuerungsanpassungen der jeweiligen Lichtsignalanlagen (LSA) verändern sich die Eingangsdaten der Immissionsbelastung. Dies führt zu der Aktivierung bzw. Aufhebung der Steuer- und Informationsstrategien. Das Gesamtsystem kann variabel an die lokalen Voraussetzungen und die verkehrs- und umweltpolitischen Zielsetzungen der Stadt Kassel angepasst werden. Das betrifft bspw. die Nutzung unterschiedlicher Datenquellen, einer unterschiedlichen Tiefe der verkehrlichen Eingriffe und dem Einsatz verschiedener Medien zur Information der Verkehrsteilnehmer.

Wesentliche Voraussetzung für ein UVM ist die Schaffung eines technischen Systems, das es ermöglicht, in Abhängigkeit von der aktuellen Immissionsbelastung in den Hotspots, definierte Steuerstrategien zu schalten und darüber Einfluss auf die Verkehrsmenge und die Verkehrssituation zu nehmen sowie die Verkehrsteilnehmer zu informieren. Durch stete Messung der Verkehrsstärke und der lokalen Geschwindigkeit mittels strategischer Messstellen und darauf basierenden Berechnungen der stadtweiten Verkehrslage werden die verkehrlichen Grundlagen für die Immissionsmodellierung geschaffen. Im Ergebnis können drohende Überschreitungen von festgelegten Schwellenwerten der Verkehrs- und Luftschadstoffbelastung erkannt und der Befehl zur Auslösung der UVM-Schaltung an die integrierten LSA übermittelt werden.

Auf dieser Grundlage und in Kombination mit weiteren Datenquellen können den Verkehrsteilnehmern umfassende Verkehrsinformationen bereitgestellt werden. Über aktive Umweltschaltungen wird auf verschiedenen Medien informiert: einerseits werden die im Straßennetz zu errichtenden Informationstafeln verwendet, um Verkehrsteilnehmer auf die ausgelösten Maßnahmen aufmerksam zu machen. Andererseits können über die begleitenden Informationsdienste (z. B. Mobilitäts-App) Verkehrsteilnehmer auch weit im Vorfeld erreicht werden.

Durch eine Vorausschau auf die Wetter- und Verkehrssituation für den kommenden Tag (Prognose) können Verkehrsteilnehmer auch mit zeitlichem Vorlauf über erwartete Schaltungen informiert werden und Pendler in ihrer Verkehrsmittelwahl bereits im Vorfeld beeinflusst werden. Zur Thematik der IVS gehören folglich verschiedene Teilaspekte, die in jeweilige Maßnahmen untergliedert worden sind. Die hierzu aufgestellte „Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements für die Stadt Kassel“ ist im Anhang 4 zu finden.

- b) Der zweite Themenschwerpunkt adressiert verkehrs- und mobilitätsplanerische Aspekte, deren Fokus auf der Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) liegt. Hier werden Themen wie Fußverkehrskonzepte, die Stärkung des ÖPNV, Carsharing, die Umstellung von Fahrzeugflotten auf emissionsarme Antriebe, Erschließungen von verschiedenen Stadtteilen und dem Umland mit dem ÖPNV, der Ausbau von Raddirektrouten, Dialogmarketing etc. betrachtet. Insbesondere für diese Maßnahmen wurde der Projektbeirat konsultiert und Beiträge aus bisherigen Projektaktivitäten und -ideen eingebunden.

Nach der beschriebenen Zusammenstellung und Ergänzung des Maßnahmenkataloges und die Aufteilung dessen in zwei Themenschwerpunkte, erfolgte eine umfangreiche Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkung auf eine NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionsreduktion, so dass die Maßnahmen anschließend auf Basis dieser Bewertung priorisiert werden konnten.

#### **2.4 Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihres Potentials zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswerte**

Schadstoffimmissionen setzen sich aus der regionalen Grundbelastung, dem städtischen Hintergrund und der verkehrsbezogenen Belastung zusammen. Die im Masterplan erfassten Maßnahmen adressieren in erster Linie die verkehrsbezogenen Belastungen. In welchen Mengen die verkehrsbedingten Schadstoffe auftreten, hängt von verschiedenen Einflüssen ab. Zum einen beeinflusst die Höhe des DTV die gemessene Menge an Luftschadstoffen. Des Weiteren spielt die Zusammensetzung des Fahrzeugkollektivs eine ausschlaggebende Rolle; insbesondere ein ausfallend hoher Anteil des Schwerverkehrs wirkt negativ auf die Umwelt ein. Ein dritter Aspekt, der ausschlagend für das Ausmaß an verkehrsbedingten Luftschadstoffen ist, ist die Verkehrsqualität (Level of Service – LOS). Um eine Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Potentiale zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswerte durchzuführen, wurde das Screeningmodell IMMIS<sup>em/luft</sup> Version 7.0 der Firma IVU Umwelt GmbH angewandt. In das Screeningmodell fließen verschiedene Eingangsgrößen ein, um ein NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionsreduktionspotential ermitteln zu können. Die benannten Größen DTV, LOS und die Zusammensetzung des Fahrzeugkollektivs sind wichtige Eingangsgrößen des Screeningmodells. Die Maßnahmen in Kap. 3 haben entweder eine Wirkung auf den DTV oder den LOS oder verändern das Fahrzeugkollektiv. Pro Maßnahme wurde eine solche mögliche Auswirkung hergeleitet, um diese anschließend in das Screeningmodell einfließen zu lassen. Das Screeningmodell wurde je nach Eingangsgröße in verschiedener Art und Weise angewandt, um eine Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswerte berechnen zu können. In den folgenden Abschnitten wird

jeweils zunächst die Herleitung der möglichen Auswirkungen auf den DTV, LOS und das Fahrzeugkollektiv und im Anschluss die Vorgehensweise der Berechnung im Screeningmodell IMMIS<sup>em/luft</sup> Version 7.0 erläutert.

### 2.4.1 Abschätzung des Potentials zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte nach DTV

Die Maßnahmen, die eine Auswirkung auf den DTV ausüben (s. Kap. 3: Maßnahmen 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4), reduzieren den  $DTV_{KFZ,Nullfall}^1$  in bestimmten Straßenabschnitten und bewirken somit einen positiven Effekt auf die Reduzierung der Luftschadstoffe. Um die Komplexität der Herleitung zu reduzieren, hat man die NO<sub>2</sub>-Hotspots der Stadt Kassel für die Umsetzung der Maßnahmen in Betracht gezogen, bei denen die NO<sub>2</sub>-Grenzwerte in den letzten Jahren überschritten worden sind. Die dazugehörigen  $DTV_{w5,KFZ}^2$ -Werte pro NO<sub>2</sub>-Hotspot, die eine der Grundlagen für die Herleitung der DTV-Auswirkung darstellen, sind dem Verkehrsmodell der Stadt Kassel aus dem Jahr 2010 entnommen (s. Tabelle 3). An dieser Stelle wurden bewusst nicht die vorhandenen tagescharfen Zählraten vom hessischen Umweltministerium verwendet, sondern der durchschnittliche  $DTV_{w5,KFZ}$ -Jahreswert, da man den DTV im Durchschnitt an den Hotspots verringern will.

**Tabelle 3: Hotspots mit überschrittenem NO<sub>2</sub>-Grenzwert**

	<b>Hotspots</b>	<b>DTV<sub>w5,KFZ</sub> (2010)</b>
1	Fünffensterstraße 14 zwischen Neue Fahrt und Obere Königsstraße	18.500
2	Brüderstraße 5 zwischen Marstaller Platz und Kreuzung Altmarkt	47.500
3	Frankfurter Straße 102 zwischen Beethovenstraße und Mozartstraße	32.500
4	Holländische Straße 157 zwischen Fichtnerstraße und Wiener Straße	32.500
5	Schönfelder Straße 50 zwischen Paul-Nagel-Straße und Sternbergstraße	24.000
6	Ysenburgstraße 29 zwischen Weserstraße und Gartenstraße	30.500

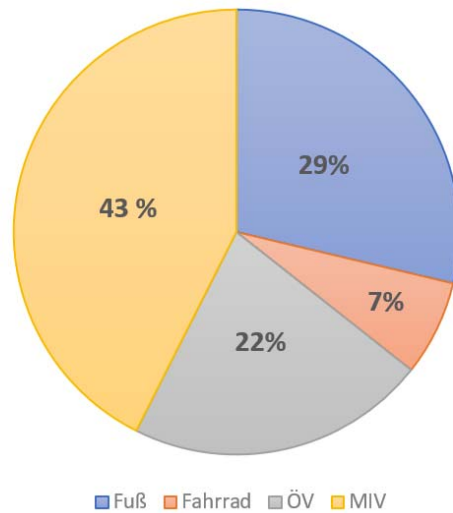
Quelle: Eigene Darstellung nach HMUELV 2011: 28f

Für die Wirkungsprognose wurde der Modal Split der Stadt Kassel betrachtet (s. Abb. 4). Der MIV-Anteil soll im Planfall<sup>3</sup> durch die umzusetzenden Maßnahmen reduziert werden. Das Ziel der Maßnahmen ist die Erhöhung der Nutzung von Verkehrsmitteln des Umweltverbundes, so dass sich der MIV-Anteil im Modal Split um eine gewisse Prozentzahl verringert. Im Gegenzug dazu werden die Verkehrsmittel des Umweltverbundes gefördert und der Fuß-, Fahrrad- oder Öffentliche Verkehr (ÖV)-Anteil im Modal Split je nach Maßnahmenziel um den gesunkenen MIV-Anteil erhöht.

<sup>1</sup>  $DTV_{KFZ,Nullfall}$  = durchschnittlicher täglicher Verkehr inkl. des Schwerverkehrs an 365 Tagen im Jahr in der Ausgangssituation (Ist-Situation); Nullfall = Ausgangssituation (Ist-Situation) vor Umsetzung der Maßnahmen

<sup>2</sup>  $DTV_{w5,KFZ}$  = durchschnittlicher täglicher Verkehr inkl. des Schwerverkehrs an den Werktagen (Montag – Freitag) exklusive Schulfreien, Brückentage und Feiertage

<sup>3</sup> Planfall = geplantes Szenario nach Umsetzung der Maßnahmen



**Abb. 4: Modal Split der Stadt Kassel im Nullfall im Jahr 2008<sup>4</sup>**

Quelle: Eigene Darstellung nach Stadt Kassel 2015b: 19

In der Abbildung 5 sind die Arbeitsschritte zur Herleitung der DTV-Auswirkungen detailliert erläutert. Diese Arbeitsschritte wurden pro Maßnahme, die eine Auswirkung auf den DTV ausübt, an jedem benannten Hotspot (s. Tabelle 3), vorgenommen. Der jeweilige errechnete  $DTV_{KFZ,Planfall}$  diente anschließend als Eingangsgröße in das Screeningmodell.

Wichtig ist es, dass bei der Interpretation und Verwendung der Ergebnisse beachtet wird, dass das beschriebene Modell zur Herleitung der DTV-Wirkungen einige Vereinfachungen enthält. Es handelt sich daher um eine Überschlagsrechnung.

---

<sup>4</sup> Im Rahmen der überschläglichen Berechnung der DTV-Auswirkungen sind aus Gründen der Vereinfachung die folgenden Modal Split-Werte angenommen: Fuß: 30 %; Fahrrad: 7 %; ÖV: 20 %; MIV: 43 %.

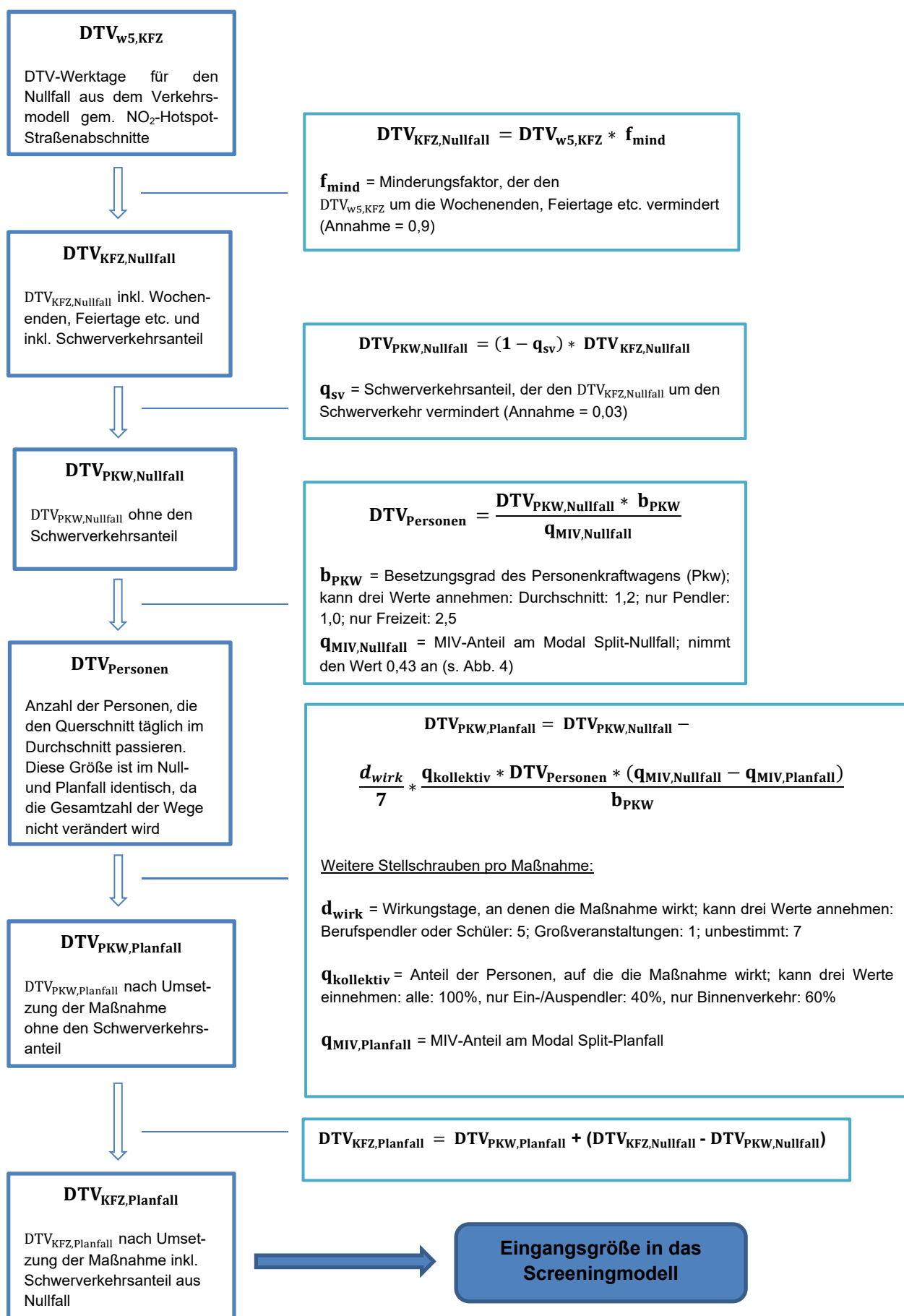


Abb. 5: Herleitung des DTV<sub>KFZ,Planfall</sub> als Eingangsgröße in das Screeningmodell

Basierend auf den berechneten Änderungen der abschnittsbezogenen Verkehrsstärken ( $DTV_{\text{KFZ,Planfall}}$ ) und aufbauend auf den Grundlagen aus dem IVS-Themenschwerpunkt, konnten die Änderungen der  $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung und auch der Kfz-Emissionen ( $\text{NO}_x$ -Emissionen) an den sechs Hotspots pro Maßnahme berechnet werden. Für die Analyse der Wirkungen der verschiedenen Maßnahmen des Masterplans wurden Modellberechnungen durchgeführt.

### **Kfz-Emissionen mit IMMIS<sup>em</sup>**

Die abschnittswisen Emissionen des Kfz-Verkehrs wurden mit dem von der IVU Umwelt GmbH kontinuierlich weiterentwickelten Modell IMMIS<sup>em</sup> Version 7 (IVU Umwelt 2017a) berechnet. Das Modell hat, basierend auf dem aktuellen HBEFA 3.3 (INFRAS 2017) und der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (KRdL 2003), die Emissionen des Straßenverkehrs berechnet. Ergänzt wurde die Emissionsberechnung in IMMIS<sup>em</sup> um ein Modell zur Abbildung von Kaltstartzuschlägen entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (KRdL 2003).

### **Hotspot-Analyse mit IMMIS<sup>luft</sup>**

Die Zusatz- und Gesamtbelastung in bebauten Straßenräumen wurden mit Hilfe des Screeningmodells IMMIS<sup>luft</sup> ermittelt. Das Modell hat für bebauungs- und verkehrshomogene Straßenabschnitte jeweils einen Wert der Zusatzbelastung auf Basis von sogenannten Kopplungswerten und den verkehrsbedingten Emissionen des jeweiligen Straßenabschnitts unter Berücksichtigung des Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit berechnet. Die Kopplungswerte stellten den Zusammenhang zwischen den Emissionen im Straßenraum und der zu berechnenden Zusatzbelastung her. Sie wurden auf der Basis einer meteorologischen Zeitreihe oder Statistik für verschiedene Straßenraumgeometrien mit dem Modell CPB vorprozessiert (Wiegand, G.; Diegmann, V. 1994).

Berechnungsgrundlage bildeten die Hotspotbetrachtungen aus IVU Umwelt (2011) und IVU Umwelt (2017b). Als Bezugsjahr für die Betrachtung der Luftschadstoffsituation wurde 2017 festgelegt. In der Berechnung für das Bezugsjahr 2017 wurde die Kfz-Flotte auf die Standardwerte des HBEFA mit Bezugsjahr 2017 und für die LOS-Aufteilung nach Floating Car Data angepasst. Für alle weiteren Emissionsparameter zur Aufteilung auf Fahrzeugarten und zur Verkehrssituation wurden die in IVU Umwelt (2011) bzw. IVU Umwelt (2017b) verwendeten Daten beibehalten. Die Vorbelastung wurde auf Grundlage der Messdaten der Station Kassel-Mitte auf die Jahresmittelwerte in Höhe von  $21,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{NO}_2$  und  $43,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Ozon gesetzt.

Die für die Screeningberechnungen erforderlichen Eingangsdaten für die Straßenraumgeometrie der einzelnen Straßenabschnitte wurden auf der Grundlage des von der Stadt Kassel zur Verfügung gestellten 3D-Gebäudemodells (LOD-Modell) abgeleitet. Die für die Bestimmung der Kfz-Emissionen wesentliche Einflussgröße der Längsneigung wurde auf Basis des ebenfalls von der Stadt zur Verfügung gestellten Digitalen Geländemodell (DGM) abgeleitet.



Als meteorologische Eingangsdaten der Screeningberechnung wurde eine 10-jährige Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) verwendet. Dabei wurde der als Eingangsparameter der Screeningberechnung erforderliche Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit in Überdachhöhe auf den an der Station Kassel-Mitte in 2017 gemessenen Wert in Höhe von 1,95 m/s gesetzt.

Berechnet wurden die Differenzen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für die in Tabelle 3 dargestellten Hotspots, die in den jeweiligen Maßnahmen zum Tragen kommen.

Die Ergebnisse der Berechnungen der Änderungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes für die betreffenden Straßenabschnitte sind gebündelt im Anhang 1 zu finden. Das ermittelte relative und absolute NO<sub>2</sub>-Immissionsminderungspotential ist zusätzlich in den einzelnen Maßnahmensteckbriefen am Beispiel des Hotspots Fünffensterstraße in Kapitel 3 aufgeführt und ist eine der Grundlagen für die durchgeführte Priorisierung der Maßnahmen.

#### 2.4.2 Abschätzung des Potentials zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte nach LOS

Die Maßnahmen des IVS-Themenschwerpunktes zum Thema des UVM wurden ebenfalls hinsichtlich einer Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung in den Hotspots bewertet (s. Kap. 3: Maßnahmen 1.1, 1.2, 1.4). Hierbei wird hinsichtlich der Verkehrsstärken und der Verkehrsströme auf das Verkehrsmodell der Stadt Kassel zurückgegriffen. Die Verkehrsqualität (LOS) (Verkehrszustand nach HBEFA) wurde aus statistischen Auswertungen von Floating Car Data der Firma TomTom<sup>5</sup> für das Kalenderjahr 2017 abgeleitet. Im HBEFA besitzt der Verkehrszustand eine hohe Bedeutung für die Berechnung der Fahrzeugemission. Das HBEFA unterscheidet dabei vier Level-of-Service (LOS-Stufen: LOS1 = flüssig, LOS2 = dicht, LOS3 = gesättigt, LOS4 = Stop+Go).

Wie die Auswirkungen der IVS-Maßnahmen auf die Verkehrsqualität ermittelt worden sind und wie die Potentiale zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte mit Hilfe des Screeningmodells IMMIS<sup>em/luft</sup> Version 7.0 und zusätzlichen Luftschadstoffmessdaten berechnet wurden, kann der „Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements für die Stadt Kassel“ im Anhang 4 entnommen werden. Bei den IVS-Maßnahmen wurden die Potentiale zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte jeweils pro Maßnahme ebenfalls an allen Hotspots berechnet. In den Maßnahmensteckbriefen in Kapitel 3 ist das ermittelte relative und absolute NO<sub>2</sub>-Immissionsminderungspotential am Beispiel des Hotspots Fünffensterstraße aufgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass die Maßnahmen 1.1, 1.2 und 1.3 aufeinander aufbauen und jeweils die Voraussetzung füreinander sind. Die Berechnung des Potentials zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte erfolgte für die Steckbriefe 1.1 und 1.2. Die Maßnahme im Steckbrief 1.3 mit ihrem unterstützenden Charakter wurde nicht gesondert bewertet.

---

<sup>5</sup> Datenquelle: TomTom Traffic Stats. Die Nutzungsrechte umfassen die Ergebnisse der HBEFA-Berechnung insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, in Form der in der Machbarkeitsstudie (Anhang 4) enthaltenen Karten, jedoch nicht die statistischen Verkehrsdaten selbst.

Die Berechnungen zu den übrigen Hotspots neben der Fünffensterstraße sind in der Machbarkeitsstudie im Anhang 4 in Kapitel 6.2, Tabelle 6-9 und Tabelle 6-13 und Kapitel 6.3, Tabelle 6-16 zu finden.

### 2.4.3 Abschätzung des Potentials zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswerte nach Fahrzeugwirkung

Weiterhin gibt es Maßnahmen, die eine Auswirkung auf das Fahrzeugkollektiv in der Stadt Kassel und im Umland haben (s. Kap. 3: Maßnahmen 6.1, 6.2, 6.3, 6.4). Hierbei ist anzumerken, dass bei diesen Maßnahmen neben der Berechnung der Potentiale zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte an den Hotspots ebenfalls die Potentiale zur Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen berechnet wurden.

Um die Potentiale zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte zu bewerten, hat man bei den Maßnahmen, die das Fahrzeugkollektiv ändern, die Änderung des Kollektivs an den Hotspots betrachtet. Ist es bspw. das Ziel einer Maßnahme Dieselbusse durch elektrisch betriebene Busse zu ersetzen, können die damit einhergehenden Immissionseinsparungen an den Hotspots betrachtet werden. So passieren vor Umsetzung der Maßnahme (Nullfall) bspw. 61 Dieselbusse der Linie 25 den Hotspot Fünffensterstraße täglich an einem Werktag und nach Umsetzung der Maßnahmen (Planfall) 61 Elektrobusse, so dass eine Einsparung von NO<sub>2</sub>-Immissionen am Hotspot vermerkt werden kann. Die DTV-Werte ändern sich bei diesen Betrachtungen nicht, da die Verkehrsstärke nicht gemindert wird. Die Grundlage der Berechnungen war hier wieder das Screeningmodell IMMIS<sup>em/luft</sup> Version 7.0.

Ebenfalls können bei den Maßnahmen, die das Fahrzeugkollektiv ändern, die Potentiale zur Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Emissionswerte in ganz Kassel betrachtet werden, da bspw. bei dem Ersatz einer gewissen Anzahl von Dieselfahrzeugen durch elektrisch betriebene Autos in der Stadt Kassel Emissionen eingespart werden. Ist es bspw. das Ziel einer Maßnahme den Fuhrpark der Stadt Kassel auf elektrisch-, hybrid- oder erdgasbetriebene Fahrzeuge umzustellen, wurden die Parameter, die eine Auswirkung auf den NO<sub>x</sub>-Ausstoß haben, als Stellschrauben für die Berechnung der NO<sub>x</sub>-Minderungen verwendet. Hier wurden bspw. die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Fahrleistung mit einer gewissen Anzahl an Diesel-Pkw mit verschiedenen Dieseltypen (Nullfall) und die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Fahrleistung nach der Umstellung auf elektrisch, hybrid- oder erdgasbetriebene Fahrzeuge miteinander verglichen (Planfall). Man betrachtete zudem welche Dieseltypen durch elektrisch-, hybrid- oder erdgasbetriebene Fahrzeuge ersetzt werden, da je nach Dieseltyp mehr oder weniger NO<sub>x</sub> ausgestoßen wird. Auch bei der Umstellung von Buslinien auf einen elektrischen Antrieb, konnten die eingesparten NO<sub>x</sub>-Emissionen mit der gleichen Vorgehensweise berechnet werden. Die Grundlage der Berechnungen waren die Emissionsfaktoren aus dem HBEFA 3.3.

In den Maßnahmensteckbriefen in Kapitel 3 sind wie bei allen anderen Maßnahmen die relativen und absoluten NO<sub>2</sub>-Immissionsminderungen am Hotspot Fünffensterstraße zu finden. Die Ergebnisse der Berechnungen der Änderungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes für alle Hotspots sind gebündelt im Anhang 1 zu finden. Die Ergebnisse der Berechnungen der möglichen NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungen sind im Anhang 2 zu finden.

## 2.5 Priorisierung der Maßnahmen

Auf Basis der Berechnungen der NO<sub>2</sub>-Reduzierungen hat im weiteren Verlauf eine Priorisierung der Maßnahmen stattgefunden. Bei der Priorisierung wurden drei Kategorien herangezogen: das Potential der relativen NO<sub>2</sub>-Minderung am Hotspot Fünffensterstraße, der Umsetzungszeitraum und die Kostenschätzung der Maßnahmen.

Bei den Kategorien wurden jeweils Korridore gebildet<sup>6</sup>, in die die Maßnahmen eingeordnet wurden:

- 1) Potential der relativen NO<sub>2</sub>-Minderung in Prozent: hoch ( $\geq 3$ ) / mittel (1,1 – 2,9) / niedrig ( $\leq 1$ )
- 2) Umsetzungszeitraum: 2020 / 2025 / 2030
- 3) Kostenschätzung: 50 t – 200 t € / 201 t - 1 Mio. € / 1 - 5 Mio. € / > 5 Mio. €

Bei der Priorisierung wurden Maßnahmen mit einem höheren Potential zur Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte am Hotspot Fünffensterstraße besser bewertet als Maßnahmen mit einem geringeren Potential. Neben dem NO<sub>2</sub>-Minderungspotential spielt auch die Frage des Umsetzungszeitraums eine wichtige Rolle. Maßnahmen steigen in der Priorität, je schneller sie umsetzbar und wirksam sein können. Der Faktor Wirtschaftlichkeit wurde im Rahmen der Priorisierung am geringsten gewichtet.

Zunächst einmal wurden die Maßnahmen innerhalb ihrer Schwerpunkte priorisiert, um eine Übersicht zu generieren, welche Maßnahmen innerhalb der Schwerpunkte die höchste Priorität haben. Die Maßnahmensteckbriefe in Kapitel 3 sind nach Schwerpunkten geordnet, so dass die einzelnen Maßnahmensteckbriefe, die den Schwerpunkten zugeordnet sind, priorisiert aufgeführt sind.

Zusätzlich wurden die Maßnahmen schwerpunktübergreifend priorisiert. Hierbei wurde dieselbe Vorgehensweise angewandt wie oben beschrieben. Mit der schwerpunktübergreifenden Priorisierung wurde eine Prioritätenliste zur Planung der weiteren Umsetzung der Maßnahmen generiert. Auf Grundlage der schwerpunktübergreifenden Priorisierung wurde den Maßnahmen die Priorität sehr hoch, hoch oder mittel zugeordnet, die in den Steckbriefen wiederzufinden ist. Eine tabellarische Gesamtdarstellung, in der die Maßnahmen schwerpunktübergreifend priorisiert worden sind, ist in Anhang 3 zu finden.

---

<sup>6</sup> Die Aufteilung der Umsetzungszeiträume und Kostenschätzungen in Korridore sind aus Stadt Kassel (2015b) entnommen.

### 3. Maßnahmensteckbriefe

Im Rahmen der Erstellung des Masterplans unter Berücksichtigung des methodischen Vorgehens wurden sechs Maßnahmenschwerpunkte und insgesamt 24 Maßnahmen definiert. Die Maßnahmenschwerpunkte bzw. Themenfelder leiten sich aus den definierten Strategiezielen der Stadt Kassel ab, die technologische, umweltbezogene, stadtplanerische und mobilitätsbezogene Erfordernisse berücksichtigen. Die Schwerpunkte unterstützen eine übersichtliche Betrachtungsweise der identifizierten Sofortmaßnahmen. Es wurden insgesamt sechs Maßnahmenschwerpunkte festgelegt:

**Tabelle 4: Identifizierte Maßnahmenschwerpunkte**

Nr.	Schwerpunkt
1	<b>Intelligente Verkehrssteuerung</b> durch Aufbau von interaktiven Datenlösungen: Fahrzeuge und Infrastruktur, Umwelt- und Verkehrsinformation, Steuerungsstrategien
2	Unterstützung und Umsetzung von Maßnahmen des <b>Mobilitätsmanagements</b> (betrieblich, schulisch und individuell) inkl. Förderung von Sharing-Systemen und Integration in die ÖV-Angebote
3	Förderung <b>stadtgerechter Mobilitätsformen</b>
4	Förderung des <b>Radverkehrs</b> im Umland- und Binnenverkehr
5	Unterstützung des <b>Schienerpersonennahverkehrs (SPNV)</b> durch Neubewertung von ruhenden Streckenneubauprojekten
6	Umstellung von <b>Fahrzeugflotten</b> auf lokal emissionsfreie bzw. -arme Antriebstechnologien inkl. Betrachtung der Ladeinfrastruktur (Standort- und Nutzungskonzept)

Quelle: Eigene Darstellung des Straßenverkehrs- und Tiefbauamts der Stadt Kassel

Den Maßnahmenschwerpunkten aus Tabelle 4 sind 24 verschiedene Maßnahmen untergeordnet. Die Maßnahmen resultieren sowohl aus den bestehenden Planwerken der Stadt Kassel, als auch aus der Zusammenarbeit mit den mitwirkenden Partnern (s. Kap. 2.1 und 2.2). Die Maßnahmen sind als Sofortmaßnahmen zu bewerten, da sie in einer kurzen Zeit für den größten Erfolg bei der Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Immissions- bzw. NO<sub>x</sub>-Emissionswerte sorgen. Die Maßnahmen sind in Form eines Steckbriefes dargestellt (s. Tabelle 5). Das Schema des Steckbriefes orientiert sich methodisch an den bereits bestehenden regionalen Planwerken, um an dieser Stelle die Lesbarkeit für alle beteiligten Gremien zu vereinheitlichen und eine Harmonisierung mit den bestehenden Planwerken zu schaffen.

**Tabelle 5: Mustervorlage für die Maßnahmensteckbriefe**

Schwerpunkt Nr.: Nennung des Maßnahmenschwerpunktes (s. Tabelle 4)	
Maßnahme Nr.: Titel der Maßnahme	
<b>Beschreibung</b>	Beschreibung des Ziels - ggfs. Stichpunktartige Nennung der Aktivitäten/ Arbeitsschritte etc. - ...
<b>Beteiligte</b>	Nennung der direkten (verantwortlichen) und indirekten (zu involvierende) Akteure
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	NO <sub>2</sub> -Reduktionspotential in relativen (%) und absoluten Zahlen (µg/m <sup>3</sup> ) am Hotspot Fünffensterstraße
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Nennung des Umsetzungszeitraums/des Zeitbedarfs  (Umsetzungszeitraum in Korridoren: 2020; 2025; 2030)
<b>Kostenschätzung</b>	Nennung der Kostenschätzung  (Kostenschätzung in Korridoren: 50 t – 200 t €; 201 t - 1 Mio. €; 1 - 5 Mio. €; > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	Nennung geeigneter Förderprogramme (bevorzugt Bund/Land)
<b>Priorität</b>	mittel / hoch / sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	Nennung des Bezugs zu existierenden Planwerken

Quelle: Eigene Darstellung des Straßenverkehrs- und Tiefbauamts der Stadt Kassel

Die 24 Maßnahmen sind im Folgenden priorisiert innerhalb ihrer Schwerpunkte aufgelistet:

Schwerpunkt 1: Intelligente Verkehrssteuerung durch Aufbau von interaktiven Datenlösungen: Fahrzeuge und Infrastruktur, Umwelt- und Verkehrsinformation, Steuerungsstrategien	
<b>Maßnahme 1.1: Einführung eines Umweltsensitiven Verkehrsmanagements</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p><b>Verstetigung und Steuerung des Verkehrsflusses durch dynamische Anpassung der Lichtsignalsteuerung (a) innerhalb und (b) vor den Koordinierungsstrecken sowie (c) durch kurzfristige Ablaufänderungen der Koordinierungen</b></p> <p>Mit einer umweltsensitiven Verkehrssteuerung soll eine Reduzierung der Anzahl der Halte in den betreffenden kritischen Streckenabschnitten erzielt werden, um dadurch eine Verbesserung des LOS zu erreichen. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen geleistet.</p> <p>Schwerpunkte sind u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erweiterung und Anpassung der technischen Infrastruktur</li> <li>- Aufbau eines stadtweiten Monitorings der aktuellen Verkehrs- und Luftschadstoffsituation</li> <li>- Entwicklung und Umsetzung eines Strategiemanagements mit umweltsensitiven Steuerstrategien</li> <li>- Berücksichtigung von geographischen Gegebenheiten (z. B. Bergauffahrten)</li> <li>- Veränderungen der Progressionsgeschwindigkeiten</li> <li>- Änderung der Umlaufzeiten</li> <li>- Erweiterung des Koordinationsnetzes</li> </ul> <p><b>Dynamische Verkehrsinformation:</b> Durch eine dynamische Verkehrsinformation können die Verkehrsteilnehmer gezielt <b>ontrip</b> informiert werden (z.B. über dynamische Hinweisschilder, eine App, etc.). Die Verkehrsteilnehmer können bei hohen verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen unter anderem über Folgendes informiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NO<sub>2</sub>-Schwellwertüberschreitungen</li> <li>- Ausweichmöglichkeiten (ÖPNV, etc.)</li> <li>- Umleitungen bzw. Umfahrungen</li> <li>- ausgelöste umweltorientierte Steuerstrategien</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 0,7 % (2017: - 0,3 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 2 Jahre (Korridor: bis 2025)
<b>Kostenschätzung</b>	Investitionskosten 1.900.000 €, Betriebskosten inkl. Controlling 282 T€ p.a. (Korridor: 1 – 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme (BMVI)</li> <li>- Förderung für intelligente Verkehrssteuerung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) - geplant</li> </ul>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	Anhang 4 Machbarkeitsstudie, VEP Stadt Kassel: Maßnahme D5, S. 114f; VMMS: Modul 3 und 7, S. 35ff.

Schwerpunkt 1: Intelligente Verkehrssteuerung durch Aufbau von interaktiven Datenlösungen: Fahrzeuge und Infrastruktur, Umwelt- und Verkehrsinformation, Steuerungsstrategien	
<b>Maßnahme 1.2: Dynamische Umweltinformation mit Prognose (Tag+1)</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Durch eine dynamische Umweltinformation (Prognose Tag+1) können die Verkehrsteilnehmer gezielt <b>vorab</b>, also bereits am Vortag über eine zu erwartende kritische Belastungssituation hinsichtlich der verkehrsbedingten Luftschadstoffe im Stadtgebiet und über die Einleitung von Maßnahmenstrategien zur Reduzierung dieser Belastung durch den Kfz-Verkehr informiert werden (über z.B. dynamische Hinweisschilder, eine App, etc.).</p> <p>Die dynamische Umweltinformation soll bei den Verkehrsteilnehmern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eine veränderte Verkehrsmittelwahl</li> <li>- eine veränderte Routenwahl</li> <li>- ein verändertes Zeitmanagement</li> <li>- etc.</li> </ul> <p>unterstützen und die Akzeptanz der verkehrssteuernden Maßnahmen steigern. Zu der Maßnahme zählt bspw. die Beschaffung einer Software für Umweltmonitoring.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 0,9 % (2017: - 0,4 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 2 Jahre (Korridor: bis 2025)
<b>Kostenschätzung</b>	Investitionskosten 90 T€, Betriebskosten inkl. Controlling 47.500 € p. a. (Korridor: 50 T€ - 200 T€)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme (BMVI)</li> <li>- Förderung für intelligente Verkehrssteuerung (BMU) - geplant</li> </ul>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	Anhang 4 Machbarkeitsstudie, VMMS: Modul 3 und 7, S. 35ff.

Schwerpunkt 1: Intelligente Verkehrssteuerung durch Aufbau von interaktiven Datenlösungen: Fahrzeuge und Infrastruktur, Umwelt- und Verkehrsinformation, Steuerungsstrategien	
<b>Maßnahme 1.3: Informationen mittels mobiler Applikationen und virtuellen Schildern</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Ein weiteres Informationsmedium können virtuelle Informationstafeln im Zusammenhang mit einer mobilen Applikation sein. Die Nutzung mobiler Applikationen erhöht wesentlich den Verbreitungsrahmen für die umweltorientierten Informationen (bspw. für eine frühzeitige Information der Pendler).</p> <p>Grundlage ist eine städtische Mobilitätsplattform, um den Verkehrsteilnehmern gleichzeitig Alternativen zur Sicherung ihrer Mobilität anzuzeigen. Darin werden Echtzeit-Verkehrsinformationen und alternative Mobilitätsangebote anbieterneutral gebündelt und aufbauenden Informationsdiensten zur Verfügung gestellt.</p> <p>Dieses Medium wirkt unterstützend zu den oben genannten Maßnahmen.</p> <p>Die Umsetzung könnte in Kooperation mit dem laufenden Forschungsprojekt „SCHOOL“ erfolgen.</p> <p>Darüber hinaus kann ein Ausbau der dynamischen Fahrgastinformationssysteme an allen Bushaltestellen die Verkehrsinformationen für den ÖPNV unterstützen.</p> <p>Bei den Maßnahmen 1.1, 1.2 und 1.3 sind im konkreten Planungsprozess Auswirkungen auf andere Schutzbereiche (z.B. Lärm) zu berücksichtigen und abzuwägen.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Es hat keine Berechnung stattgefunden, da die Maßnahme unterstützend zu den Maßnahmen 1.1 und 1.2 wirkt
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 2 Jahre (Korridor: bis 2025)
<b>Kostenschätzung</b>	Investitionskosten 293 T€, Betriebskosten inkl. Controlling 130 T€ p. a. (Korridor: 201 T€ - 1 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme (BMVI)</li> <li>- Förderung für intelligente Verkehrssteuerung (BMU) - geplant</li> </ul>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	Anhang 4 Machbarkeitsstudie, VMMS: Modul 3 und 7, S. 35ff.



Schwerpunkt 1: Intelligente Verkehrssteuerung durch Aufbau von interaktiven Datenlösungen: Fahrzeuge und Infrastruktur, Umwelt- und Verkehrsinformation, Steuerungsstrategien	
<b>Maßnahme 1.4: Car2X-Kommunikation auf Grundlage des Forschungsprojektes „Veronika“</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Die Reduktion der Anzahl der Halte von Kfz vor LSA unter Beibehaltung der ÖPNV-Beschleunigung trägt zur Verringerung des Schadstoffausstoßes bei. Durch den Aufbau einer technischen Infrastruktur für eine Car2X-Kommunikation (u.a. zentralseitige Steuerungssoftware, Gerätetechnik an LSA-Knoten, Lückenschluss des LSA-Datennetzes inkl. der breitbandigen Datenanbindung an die Verkehrsmanagementzentrale der Stadt Kassel) sollen dem Verkehrsteilnehmer zukünftig gezielt Informationen übermittelt werden können, anhand derer z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Fahrverhalten</li> <li>- die Routenwahl</li> <li>- die Verkehrsmittelwahl</li> </ul> <p>beeinflusst werden können.</p> <p>In der Stadt Kassel wird im Rahmen des Forschungsprojektes „VERONIKA“ ein digitales Testfeld auf zwei Einfallstraßen installiert: Anschlussstelle (AS) Auestadion-Frankfurter Str.-Ständeplatz und B83-AS Waldau-Platz der dt. Einheit. Dieses wird an 15 LSA-Knoten mit Road-Side-Units ausgestattet. Komplementär dazu werden On-Board-Units in 16 Fahrzeugen des ÖV und in Einsatzrettungswagen eingebaut, die die Erprobung der Technik in der Praxis leisten. Das Verkehrsmanagement wird dadurch um die Funktionen der Car2X-Kommunikation ergänzt. Auf dieser Grundlage kann das Verkehrsmanagementsystem durch eine Ausweitung und Modernisierung der Technik im Stadtgebiet, in Kombination mit einer angepassten LSA-Steuerung, höhere Effekte zugunsten der Verkehrseffizienz erzielen. Daher ist u.a. die Installation von Road-Side-Units auf weite Teile des Straßennetzes sinnvoll. Da vorhandene Steuergeräte ggfs. nicht der technischen Anforderung für einen erhöhten Datenaustausch genügen, müssten ggf. Anpassungen der LSA-Steuerung, Investitionen in die Modernisierung der Steuergeräte und der Kommunikationsinfrastruktur (breitbandige Lichtwellenleiter (LWL)-Leitungen) getätigt werden. Für die komplementäre Beschaffung von On-Board-Units und deren Einbau in Fahrzeuge sowie die Einrichtung von Schnittstellen zu dem Fahrzeugbordrechner sind Aufwände bei den Flottenbetreibern erforderlich.</p> <p>Maßnahmenumfang:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modernisierung des Datennetzes der Verkehrssteuerung Kassel auf breitbandige LWL-Kommunikationstechnologie</li> <li>- Installation von 180 LSA, inkl. Road-Side Units und modifizierter Steuerungsprogramme</li> <li>- Erweiterungen in der Verkehrsmanagementzentrale der Stadt Kassel</li> <li>- Beschaffung und Installation von On-Board-Units</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, Flottenbetreiber (KVG, RegioTram Gesellschaft)
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung</b>	Fünffensterstraße: - 0,8 % (2017: - 0,3 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2030
<b>Kostenschätzung</b>	ca. 36 Mio. € (Maßnahmenumfang 1-3) + ca. 1 Mio. € (Maßnahmenumfang 4; Kosten entstehen bei Flottenbetreiber) (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<i>Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme (BMVI)</li> <li>- Förderung für intelligente Verkehrssteuerung (BMU) - geplant</li> </ul>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu ex. Plan.</b>	Anhang 4 Machbarkeitsstudie, VMMS: Modul 3 und 7, S. 35ff.

Schwerpunkt 1: Intelligente Verkehrssteuerung durch Aufbau von interaktiven Datenlösungen: Fahrzeuge und Infrastruktur, Umwelt- und Verkehrsinformation, Steuerungsstrategien	
<b>Maßnahme 1.5: Einführung einer innerstädtischen Logistiklösung zur Optimierung der Auslastung im Wirtschaftsverkehr</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Kassel ist das Oberzentrum des nordhessischen Wirtschaftsraums in der Mitte Deutschlands. Im Schnittpunkt der wichtigsten Hauptverkehrsadern im Zentrum der Bundesrepublik ist der Ballungsraum Kassel ein Investitionsstandort für Handel, Logistik, Dienstleistung und Industrie. Die zentralen Verkehrsverbindungen der Bundesautobahnen A 7, A 44 und auch A 49 ermöglichen den Wirtschaftsunternehmen einerseits einen Standortvorteil, andererseits resultiert daraus auch ein hohes Schwerverkehrsaufkommen in und um Kassel herum. Daher müssen entsprechende Maßnahmen entwickelt werden, die den Schwerverkehr insbesondere in der Innenstadt zugunsten der Lufthygiene und Wirtschaftlichkeit steuern.</p> <p>Dazu werden verschiedene regulatorische und technische Maßnahmen erarbeitet und umgesetzt, die es erlauben sollen, Ladezonen und reservierte Straßenspuren (für den ÖV) effizienter auszulasten. Neben technischen Lösungen sollen Handlungsleitfäden und regulatorische Vorschläge erarbeitet werden, die Lösungen dazu aufzeigen, wie der Logistikverkehr in seiner Gesamtheit optimiert bzw. reduziert werden kann.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, Händler, Lieferdienste etc.
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Die Maßnahmenwirkung ist kaum modellierbar, Schätzung: 1 – 5 % Reduktion der NO <sub>2</sub> -Immissionswerte
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2025
<b>Kostenschätzung</b>	Korridor: 50 T€ – 200 T€
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / Nationale Klimaschutzinitiative (NKI), BMU</li> <li>- Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs (BMVI)</li> </ul> <p><i>Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme (BMVI)</li> <li>- Förderung für intelligente Verkehrssteuerung (BMU) - geplant</li> </ul> <p><i>EU-Projektförderung, z.B. Horizon 2020 (Projektdauer 2014-2020); Horizon Europe für Förderperiode 2021-2028</i></p> <p><i>Energieeffiziente und/oder CO<sub>2</sub>-arme schwere Nutzfahrzeuge (Bundesamt für Güterverkehr (BAG))</i></p>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahmen H1 - 4, S. 144 - 147

Schwerpunkt 2: Unterstützung und Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements (betrieblich, schulisch und individuell) inkl. Förderung von Sharing-Systemen und Integration in die ÖV-Angebote	
<b>Maßnahme 2.1 Ausbau von P+R-Parkplätzen und Einrichtung von Mobilitätspunkten in Kombination mit Parkraumplanung im Stadtzentrum</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Mobilpunkte fördern die Erreichbarkeit von urbanen Räumen, was der Luftqualität, insbesondere der Stadt Kassel mit ihrem MIV-geprägten Pendleranteil von 40 Prozent, zuträgt. Sie dienen der Schnittstellenoptimierung der Verkehrsmittel des Umweltverbundes (ÖPNV-Haltestellen, Stationen des Fahrradverleihs und Carsharing-Standorte) und fördern deren Nutzung. Sinnvoll einzurichten sind diese als Verknüpfung an P+R-Stationen.</p> <p>Das Angebot von P+R-Parkplätzen soll außerhalb des Stadtgebiets und im Umland erweitert werden. Zu beachten ist, dass die P+R-Plätze in kurzer fußläufiger Distanz an den SPNV und an (Schnell-) Bushaltestellen angebunden sind und darüber hinaus mit weiteren Verkehrsmodi ausgestattet sind, wie z.B. einem gewerblichen Fahrradverleihsystem. Zur Etablierung der Nutzung ist es wichtig, dass P+R-Plätze u.a. bei der Stadteinfahrt durch Beschilderung und Bewerbung kenntlich zu machen sind. Gleichzeitig ist zu überlegen, ein spezielles P+R-Tarifangebot für den ÖV zu implementieren.</p> <p>Die Auslagerung des MIV biete darüber hinaus neue Handlungsoptionen in der Parkraumplanung durch die Reduzierung des ruhenden Verkehrs im Stadtgebiet. Hier kann beispielsweise eine Erneuerung der Stellplatzsatzung angedacht werden. Die Parkraumbewirtschaftung im Stadtzentrum kann im Gegenzug die Nutzung des P+R-Angebots begünstigen.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, Landkreis Kassel, ZRK, NVV, KVG
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 3,5 % (2017: - 1,3 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2020/25
<b>Kostenschätzung</b>	Ca. 5 T€ pro Stellplatz (ca. 1.800 neue P+R-Parkplätze: 9 Mio. €) (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Verkehrsinfrastrukturförderung, Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement</i></p> <p><i>Hessisches Mobilitätsförderungsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme D7, S. 118f; IKK: Handlungsfeld H17, S.225; VEP Region Kassel: Maßnahme 1.4, S. 43 und 1.5, S. 102

Schwerpunkt 2: Unterstützung und Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements (betrieblich, schulisch und individuell) inkl. Förderung von Sharing-Systemen und Integration in die ÖV-Angebote	
<b>Maßnahme 2.2 Förderung von Maßnahmen zur stärkeren Nutzung von Carsharing und Fahrradverleihsystemen in Kassel</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Ziel hierbei ist die Verlagerung von MIV-Fahrten mit dem eigenen Pkw auf eine erhöhte Carsharing-Nutzung (größerer Einkauf, Besorgungen), das Radfahren (Freizeit-/Einkaufs-/Berufswege) und eine erhöhte ÖPNV-Nutzung (alle Wegearten) durch Kommunikationsmaßnahmen (Information, Beratung, Werbung).</p> <p>Arbeitspakete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse der bestehenden Angebote</li> <li>- Entwicklung und Umsetzung gemeinsamer Informations- und Werbeaktivitäten</li> <li>- Schaffung einer gemeinsamen digitalen Angebotsplattform</li> <li>- Entwicklung eines integrativen Tarifangebots (Kernleistung: ÖPNV)</li> <li>- Abstimmung von Vertriebsaktivitäten</li> <li>- Etc.</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	KVG, NVV, Carsharing- und Bikesharinganbieter entwickeln gemeinsame Vermarktung
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 3,0 % (2017: - 1,2 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2020
<b>Kostenschätzung</b>	Ca. 100 T€ p. a. (Korridor: 50 T€ - 200 T€)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Förderung des Radverkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunalrichtlinie (BMU)</li> <li>- Bundeswettbewerb „Klimaschutz durch Radverkehr“ (BMU)</li> </ul> <p><i>Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der Nahmobilität (HMWEVL)</i></p>
<b>Priorität</b>	Sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahmen K3, S. 158f und B8, S. 88f, IKK: Handlungsfeld H13, S. 221 und H17, S.225

Schwerpunkt 2: Unterstützung und Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements (betrieblich, schulisch und individuell) inkl. Förderung von Sharing-Systemen und Integration in die ÖV-Angebote	
<b>Maßnahme 2.3: ÖV-Integration bei temporären Verkehren von (Groß-) Veranstaltungen</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Kassel ist eine Stadt, die viele Veranstaltungen anbietet und dadurch nicht nur für die Einwohner von Kassel selber, sondern auch für zahlreiche Besucher aus dem Umland in Bezug auf die Freizeit- und Unterhaltungsmöglichkeiten sehr attraktiv ist. Da an Veranstaltungstagen ein erhöhtes Verkehrsaufkommen vermerkt wird, sollen Maßnahmen zur Reduzierung des Individualverkehrs umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integration von temporären Verkehren in das bestehende Tarif- und Bezahlsystem des ÖPNV</li> <li>- Vertrieb von Kombitickets, die explizit auf Veranstaltungsverkehre verweisen</li> <li>- Organisation von Pendelverkehren zwischen autobahnnahen Parkplätzen (Pendlerparkplätzen) und den Veranstaltungsorten</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, KVG, NVV
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 0,7 % (2017: - 0,3 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2025 - langfristige Verstetigung
<b>Kostenschätzung</b>	Eine detaillierte Kostenschätzung gestaltet sich als schwierig, da Pendel- und Veranstaltungsverkehre inklusive der Kombitickets individuell pro Veranstaltung kalkuliert werden müssen (Korridor: 1 - 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Verkehrsinfrastrukturförderung, Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement</i></p> <p><i>Hessisches Mobilitätsförderungsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme G5, S. 141

Schwerpunkt 2: Unterstützung und Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements (betrieblich, schulisch und individuell) inkl. Förderung von Sharing-Systemen und Integration in die ÖV-Angebote	
<b>Maßnahme 2.4: Anschaffung von Lastenrädern zur Leihnutzung und Integration in Fahrradvermietsysteme</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Das Angebot von Lastenrädern ermöglicht es, Wege, bei denen eine Last zu transportieren ist, mit einem Lastenrad anstatt mit dem Pkw zu absolvieren. Somit soll auf eine weitere klima- und ressourcenschonende Mobilitätsform aufmerksam, diese erfahrbar gemacht und das Mobilitätsverhalten nachhaltig beeinflusst werden.</p> <p>Hierbei werden verschiedene Angebotsformen angedacht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leasing von Elektrorädern für städtische Mitarbeiter*innen und Bürger*innen</li> <li>- Integration von Lastenrädern in betriebliches Mobilitätsmanagement</li> <li>- Integration von Lastenrädern in bestehendes Fahrradvermietsystem</li> <li>- Gewerblicher Verleih von Lastenrädern für Private und Gewerbebetriebe</li> <li>- Freier Verleih elektrisch unterstützter Lastenräder</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, Umweltverbände (Umwelthaus e.V.), Gewerbebetriebe, Einzelhandel
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 0,6 % (2017: - 0,2 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 2 Jahre – langfristige Verstetigung (Korridor: bis 2020)
<b>Kostenschätzung</b>	200 T€ Anfangsphase; ca. 50 T€ p. a. zur Verstetigung (Korridor: 201 T€ - 1 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Förderung des Radverkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunalrichtlinie (BMU)</li> <li>- Bundeswettbewerb „Klimaschutz durch Radverkehr“ (BMU)</li> </ul> <p><i>Elektrifizierung des Verkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kleinserien-Richtlinie – Fördermodul 5: Schwerlastenfahrräder / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Förderrichtlinie „Kurze Wege für den Klimaschutz“ im Rahmen der NKI</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderantrag „KARLA - KAsseler LAsTenräder“ eingereicht</li> </ul>
<b>Priorität</b>	Mittel
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	IKK: Handlungsfeld H15, S. 223 und H17, S.225; VEP Stadt Kassel: Maßnahme E1, S. 127 und F1, S. 132; Förderantrag „KARLA - KAsseler LAsTenräder“ eingereicht

Schwerpunkt 2: Unterstützung und Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements (betrieblich, schulisch und individuell) inkl. Förderung von Sharing-Systemen und Integration in die ÖV-Angebote	
<b>Maßnahme 2.5: Verlegung des Fernbus-Bahnhofes</b>	
<b>Beschreibung</b>	Die Standortuntersuchung für einen künftigen Fernbusbahnhof in Kassel hat den Bereich Platz der Deutschen Einheit/Ölmühlenweg als Vorzugsvariante ergeben. Wenn dieser dort umgesetzt und die entsprechende Haltestelle am ICE-Bahnhof Wilhelmshöhe aufgegeben wird, ergeben sich NO <sub>2</sub> -Reduktionspotentiale entlang der betroffenen Strecken.
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: -0,25 % bis -0,5 %  (Schätzung in Anlehnung an die Verkehrs- und Standortuntersuchung zum Fernbus-Bahnhof)
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2025 - langfristige Verstetigung
<b>Kostenschätzung</b>	5 Mio. € (abhängig von Ausbaustandard und Einbettung in Gebietsentwicklung) (Korridor: 1 – 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i> - Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)  <i>Verkehrsinfrastrukturförderung, Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement</i>  <i>Hessisches Mobilitätsförderungsgesetz (ab 2019)</i>
<b>Priorität</b>	Mittel
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme G3, S. 139; Verkehrs- und Standortuntersuchung zum Fernbus-Bahnhof (2016)

Schwerpunkt 3: Förderung stadtgerechter Mobilitätsformen	
<b>Maßnahme 3.1: Durchführung von Image- und Informationskampagnen (u. a. zum Thema „Stadt der kurzen Wege“) zur Bewusstseinsförderung einer nachhaltigen Mobilitätskultur und zur Rücksichtnahme im Verkehr. Gezieltes Dialogmarketing und Angebote zur Mobilitätsberatung und -bildung zur Änderung der individuellen Verkehrsmittelwahl</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Bürgerinnen und Bürgern fehlt teilweise die Information über individuell passende ÖPNV-Angebote und -Tarife, Carsharing- oder Fahrradverleihsysteme, Fußwege zur nächsten Tram-Haltestelle etc. So verfolgt man bei dieser Maßnahme das Ziel durch konkretes Marketing (u. a. Dialogmarketing, Information, Beratung, Werbung, Kampagnen) die Verlagerung von MIV-Fahrten auf zu Fuß gehen (z. B. Schulwege), Radfahren (Freizeit-/Einkaufs-/Berufswege) und ÖPNV (alle Wegearten) über unterschiedliche Kanäle (schriftlich, digital, persönlich) zu erreichen. Auch das Bewusstsein soll in diesem Zusammenhang in Richtung einer nachhaltigen Mobilitätskultur und Rücksichtnahme im Verkehr positiv beeinflusst werden.</p> <p>Arbeitspakete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktive Mobilitätsberatung (Flyer, Taschenfahrpläne ÖPNV, Radwegekarten, Aktionstage, Beratung in Schulen, „Die KVG vor Ort“)</li> <li>- Persönlicher Kundendialog – Dialogmarketing (in Haushalten)</li> <li>- Verkehrssicherheitsprogramme mit Kommunen</li> <li>- Regionale Image- und Informationskampagnen (zielgruppenspezifisch) für mehr Nahmobilität (Neubürgermarketing etc.)</li> <li>- Wettbewerbe und Auszeichnungen (z.B. bike + business, Stadtradeln, Bike Challenge Nordhessen)</li> <li>- Marken- und Sloganbildung für das ZRK-Gebiet</li> <li>- Betrachtung der Entfernungen bis zu ÖV-Haltestellen</li> <li>- Kommunikation/Erklärung/Beratung von Carsharing- und Bike-Sharing-Angeboten</li> <li>- Mobilitätstraining mit Kindern, älteren Menschen, Behinderten etc.</li> <li>- Bedarfsgerechte Anpassung des Tarifkonzeptes im ÖPNV</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	KVG, Dienstleister und Umweltverbände (ADFC, Verkehrsclub Deutschland, ...), IHK – Angebote in den jeweiligen Arbeitsgebieten
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 3,0 % (2017: - 1,2 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2020 - langfristige Verstetigung
<b>Kostenschätzung</b>	Korridor: 50 T€ – 200 T€ p. a.
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Förderung des Radverkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunalrichtlinie (BMU)</li> </ul> <p><i>Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der Nahmobilität (HMWEVL)</i></p>
<b>Priorität</b>	Sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahmen M2, S. 168, M3, S. 169 und M4, S. 170f



Schwerpunkt 3: Förderung stadtgerechter Mobilitätsformen	
<b>Maßnahme 3.2: Erstellung eines Fußverkehrskonzeptes inkl. eines Programms für mehr Fußgängerquerung und dessen zügige Umsetzung</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Bei der vorliegenden Maßnahme sollen folgende Aspekte und Thematiken im Mittelpunkt stehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Querungsstellen-Programm (grundsätzlich gibt es eine Vielzahl von anstehenden Querungsstellen-Projekten, die näher betrachtet und umgesetzt werden sollen)</li> <li>- Straßenbeleuchtung</li> <li>- Winterdienst (Treppensperrungen, Räumung und Streuung von Gehwegen)</li> <li>- Optimierung der fußläufigen Erreichbarkeit zu Tram/Regio Tram durch Verbesserung der letzten Meile von/zu Haltestellen</li> <li>- Verbesserung der Durchwegbarkeit von Quartieren durch systematische Analyse und Ankauf von Potential/Vorhalteflächen für Fußwegeverbindungen „Gässchen-Programm“</li> <li>- Integrierte Betrachtung mit touristischen Wegeleitsystemen</li> <li>- Schulwegplanung (Entgegenwirken „Generation SUV“)</li> <li>- Etc.</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, KVG, NVV, Ortsbeiräte, Behindertenbeirat
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 1,2 % (2017: - 0,5 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 2 Jahre (Korridor: bis 2020)
<b>Kostenschätzung</b>	Konzepterstellung 80.000 €, Umsetzung ca. 500.000 € p. a. (Korridor: 201 T€ – 1 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Förderung des Radverkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunalrichtlinie (BMU)</li> </ul> <p><i>Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der Nahmobilität (HMWEVL)</i></p> <p><i>Verkehrsinfrastrukturförderung, Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement</i></p> <p><i>Hessisches Mobilitätsfördergesetz (ab 2019)</i></p> <p><i>Förderrichtlinie „Kurze Wege für den Klimaschutz“ im Rahmen der NKI</i></p>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme A1, S. 60, F1, S. 132; IKK: Handlungsfeld H15, S. 223

Schwerpunkt 3: Förderung stadtgerechter Mobilitätsformen	
<b>Maßnahme 3.3: Kontinuierliche Evaluation und Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Der VEP soll nicht als statisches Planwerk angesehen werden. Der VEP und die weiteren regionalen Planwerke und Datengrundlagen sollen nicht nur regelmäßig erstellt, weiterentwickelt und überarbeitet werden, sondern als kontinuierliche Diskussionsgrundlage dienen.</p> <p>Weitere z. B. regionale Datengrundlagen und Planwerke neben dem VEP, die kontinuierlich erstellt, weiterentwickelt und überarbeitet werden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nahverkehrsplan</li> <li>- Aktualisierung des Verkehrsmodells</li> <li>- Regelmäßige repräsentative Befragungen (SrV-Befragungen)</li> <li>- Kontinuierliche Verkehrsdatenerfassung mit Verbesserung des Systems der Erfassung und Auswertung</li> <li>- Erarbeitung weiterer Planwerke wie z. B.: Fußgänger- und Radinfrastrukturzustandskarte</li> </ul> <p>Es ist notwendig o.g. Planwerke bzw. Modelle fortzuschreiben und zu evaluieren, um verkehrliche Maßnahmenwirkungen messbar zu machen.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, KVG, NVV, ZRK, Landkreis Kassel, Universität Kassel Fachgebiet Verkehrsplanung
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Es hat keine Berechnung stattgefunden
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2020 – langfristige Verstetigung
<b>Kostenschätzung</b>	Ca. 200 T€ p. a. (Korridor: 50 T€ – 200 T€)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Förderung des Radverkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunalrichtlinie (BMU)</li> </ul> <p><i>EU-Projektförderung, z.B. Horizon 2020 (Projektdauer 2014-2020); Horizon Europe für Förderperiode 2021-2028</i></p>
<b>Priorität</b>	Mittel
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel, Nahverkehrsplan

Schwerpunkt 4: Förderung des Radverkehrs im Umland- und Binnenverkehr	
<b>Maßnahme 4.1: Ausbau und Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs im Binnenverkehr des Stadtnetzes (Schwerpunkt 3-10 km Wegelänge)</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Die einheitliche Radwegweisung von Fahrradstraßen im Stadtnetz soll insbesondere die Radnutzung fördern und die Sichtbarkeit der Radfahrer im Verkehr erhöhen. Dazu sollen folgende Aspekte umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Straßenmarkierungen, Radfahrstreifen und Schutzstreifen entlang von Hauptverkehrsstrecken</li> <li>- Piktogramme auf der Fahrbahn</li> <li>- Einheitliche Ausgestaltung der Fahrradstraßen</li> <li>- Bereitstellung von sicheren und komfortablen Radverkehrsanlagen an Hauptverkehrsstraßen</li> <li>- Weiterentwicklung des Bike &amp; Ride – Angebotes</li> <li>- Ausbau von Abstellanlagen</li> <li>- Lückenschluss zwischen Radwegen</li> <li>- Kontinuierliche Führung des Radverkehrs (Konflikte zwischen Fuß- und Radverkehr vermeiden)</li> <li>- Nebenstraßen als komfortable durchgängige Routen gestalten (insbesondere auch im Umkreis von Schulen und Kindergärten)</li> <li>- Sichere Gestaltung von durch LSA gesteuerten Kreuzungen für den Fuß- und Radverkehr</li> <li>- Kampagnen zur besseren Akzeptanz des Radverkehrs</li> </ul> <p>Das Radforum Region Kassel setzt sich u. a. für die Einführung und Umsetzung des bundeseinheitlichen Wegweisungssystems für das kommunale Radroutennetz ein.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 3,0 % (2017: - 1,2 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Korridor: bis 2030 - langfristige Verstetigung
<b>Kostenschätzung</b>	Fahrrad-Piktogramm (groß) 200 €/Stück, Bau eines Radweges: 120 €/m <sup>2</sup> , Schutzstreifen (Markierung) 10 €/lfd. m, Radfahrstreifen (Markierung): 15 €/lfd. m; Investitionskosten rund 1 Mio. € p. a. (Korridor: 201 T€ – 1 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Förderung des Radverkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunalrichtlinie (BMU)</li> <li>- Bundeswettbewerb „Klimaschutz durch Radverkehr“ (BMU)</li> <li>- Finanzhilfen gem. § 5b FStrG für Radschnellwege (BMVI)</li> </ul> <p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der Nahmobilität (HMWEVL)</i></p> <p><i>Verkehrsinfrastrukturförderung, Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement</i></p> <p><i>Hessisches Mobilitätsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme: A2, S. 62, B, S. 74-78; Initiative Radentscheid Kassel, Radverkehrskonzept Stadt Kassel (Veröffentlichung vorauss. Herbst 2018)

Schwerpunkt 4: Förderung des Radverkehrs im Umland- und Binnenverkehr	
<b>Maßnahme 4.2: Einrichtung und Ausbau von Raddirektrouten zur Verbesserung der Erreichbarkeit für Pendler (Schwerpunkt 10-25 km Wegelänge)</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Insbesondere der Berufsverkehr aus dem Umland, dessen MIV-Anteil 40 Prozent am städtischen Modal Split ausmacht, kann durch zügige, komfortable und sichere Verkehrsverbindungen für den Radverkehr gewonnen werden. Derzeit beträgt der Anteil der Radfernpendler 8 % (Quelle: aktuelle Studie des ZRK (in Bearbeitung)). Ein großes Ausbaupotenzial liegt in den folgenden Routen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radkomfortroute Baunatal – Kassel</li> <li>- Radkomfortroute Kaufungen – Kassel</li> <li>- Radkomfortroute Vellmar – Kassel</li> </ul> <p>In den direkten Umlandkommunen Baunatal, Vellmar und Kaufungen ist eine intensive Nutzung der geplanten Radkomfortrouten wahrscheinlich (Studie ZRK schätzt eine Erhöhung der Radfernpendlerquote um 2,4 Prozent auf 10,4 Prozent). Hierbei sollte nicht nur der Ausbau der eigentlichen Radkomfortrouten betrachtet werden, sondern auch die „letzte Meile“ bis zum ÖPNV. Ist die „letzte Meile“ bis zum ÖPNV für den Radverkehr vernünftig ausgebaut, kann auch der Weg bis zum ÖPNV mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. Damit einhergehend sollten sichere Radabstellanlagen installiert werden, um die Attraktivität, den Weg bis zum ÖPNV mit dem Fahrrad zu absolvieren, zu steigern.</p> <p>Der ZRK wird für das IV. Quartal 2018 eine Machbarkeitsstudie für Raddirektverbindungen im ZRK-Gebiet fertigstellen. Insgesamt werden ca. 32 km Streckenlänge untersucht. Gleichzeitig unterstützt das Markthoch für elektrifizierte Fahrräder die Erweiterung des Fahrradnutzungsradius.</p> <p>Auch soll der Bau von „Park + Bike“ - Parkplätzen thematisiert werden. Darüber hinaus können Konzepte der Rad- und ÖPNV-Erschließung in Gewerbegebieten unter Berücksichtigung der Schichtwechsel von im Umland angesiedelten Unternehmen betrachtet werden.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, ZRK, Umlandgemeinden
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünfensterstraße: - 0,9 % (2017: - 0,3 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Vellmar, Baunatal und Kaufungen bis 2025 (Korridor: bis 2025)
<b>Kostenschätzung</b>	Kassel – Vellmar: ca. 2.240.000 €; Kassel – Helsa: ca. 19.880.000 €; Teilstrecke Kassel – Köningin Hofstraße: ca. 3.075.000 €; Kassel – Baunatal: ca. 23.740.000 € (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Förderung des Radverkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunalrichtlinie (BMU)</li> <li>- Bundeswettbewerb „Klimaschutz durch Radverkehr“ (BMU)</li> <li>- Finanzhilfen gem. § 5b FStrG für Radschnellwege (BMVI)</li> </ul> <p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der Nahmobilität (HMWEVL)</i>  <i>Verkehrsinfrastrukturförderung, Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement</i>  <i>Hessisches Mobilitätsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP: Maßnahme B2, S. 76f; VEP Region Kassel: Maßnahme 3.3, S. 88f, Machbarkeitsstudie für Raddirektverbindungen im ZRK (in Bearbeitung), Initiative Radentscheid Kassel, Radverkehrskonzept Stadt Kassel (Veröffentlichung vorauss. Herbst 2018)

Schwerpunkt 5: Unterstützung des SPNV durch Neubewertung von ruhenden Streckenneubauprojekten	
<b>Maßnahme 5.1: Untersuchung der Potenziale für den Bau von Schienenstrecken und Umsetzung zur Verbesserung der Stadt – Umland – Verbindungen</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Ziel ist hierbei die Verlagerung von Wegen, die bisher mit dem privaten Kfz zurückgelegt werden, auf den ÖPNV und das Ersetzen von Dieselnbussen durch lokal emissionsfreie Straßenbahnen.</p> <p>Folgende Korridore sollten betrachtet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anbindung der Gemeinde Fuldaatal durch Verlängerung der Tramstrecke von der Ihringshäuser Straße in den Ortsteil Ihringshausen</li> <li>- Anbindung der Gemeinde Lohfelden durch Verlängerung einer möglichen Tramstrecke nach Waldau oder durch Neubau einer Strecke im Korridor Leipziger Straße – Forstfeld – Lohfelden</li> <li>- Haltestellenkonzept Innenstadt – Prüfung von Realisierungsoptionen für metrobusähnliche Systeme. Diesbezüglich sollen beispielsweise Tangentialbuslinien insbesondere für die Königsstraße und die Haltestelle Stern (Untere Königsstraße und Kurt-Wolters-Straße) betrachtet werden und ob man diese mit Großbussen realisieren kann</li> </ul> <p>Arbeitsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Machbarkeitsstudien</li> <li>- Nutzen-Kosten-Untersuchung</li> <li>- Antrag: Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG)</li> <li>- Ausführungsplanung</li> <li>- Bau</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	<p>Verantwortlich: NVV, Stadt Kassel</p> <p>Darüber hinaus beteiligt: KVG, Umlandgemeinden, ZRK, Landkreis Kassel, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, MHK, TAB, Genehmigungsbehörde etc.</p>
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 3,5 % (2017: - 1,3 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 8 Jahre je Korridor (Korridor: bis 2030)
<b>Kostenschätzung</b>	Planungskosten: max. 8 Mio. €; Umsetzung: max. 67 Mio. € (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p>Bau: GVFG / Finanzausgleichsgesetz (FAG)</p> <p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Hessisches Mobilitätsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme C2, S. 95f, Nahverkehrsplan S. 40f, S. 46f

Schwerpunkt 5: Unterstützung des SPNV durch Neubewertung von ruhenden Streckenneubauprojekten	
Maßnahme 5.2: Tramanbindung der Stadtteile Rothenditmold und Harleshausen	
<b>Beschreibung</b>	<p>Ziel ist hierbei die Verlagerung von Wegen, die bisher mit dem privaten Kfz zurückgelegt werden, auf den ÖPNV und das Ersetzen von Dieselnbussen durch lokal emissionsfreie Straßenbahnen.</p> <p>Bei einer Umsetzung wären gemäß Nahverkehrsplan folgende Eckpunkte zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anbindung an das bestehende Tramnetz im Bereich Lutherplatz</li> <li>- Ausreichende Bemessung der Strecken- und Haltestelleninfrastruktur für den Einsatz von Doppeltraktionen und 2,65 m breiten Fahrzeugen</li> <li>- Führung durch die potenzialstarken Bereiche entlang der Wolfhager Straße</li> <li>- Ausbau einer funktionalen Umsteigeinfrastruktur am potenziellen Endhaltepunkt in Harleshausen</li> <li>- Prüfung leistungsfähiger Metro-Bus-Linien als Alternative</li> </ul> <p>Arbeitsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Machbarkeitsstudie</li> <li>- Nutzen-Kosten-Untersuchung</li> <li>- GVFG-Antrag</li> <li>- Ausführungsplanung</li> <li>- Bau</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	<p>Verantwortlich: KVG, Stadt Kassel            Darüber hinaus beteiligt: NVV, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, TAB, Genehmigungsbehörden etc.</p>
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 2,4 % (2017: - 0,9 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 7 Jahre (Korridor: bis 2025/2030)
<b>Kostenschätzung</b>	<p>Kostenkalkulation ist variantenabhängig: Planungskosten: 4,5 Mio. - 8,5 Mio. €, Baukosten: 35 Mio. - 70 Mio. €            (Korridor: &gt; 5 Mio. €)</p>
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p>Bau: GVFG / FAG</p> <p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Hessisches Mobilitätsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme C2, S. 95f, Nahverkehrsplan, S. 40

Schwerpunkt 5: Unterstützung des SPNV durch Neubewertung von ruhenden Streckenneubauprojekten	
Maßnahme 5.3: Tramanbindung des Stadtteils Waldau	
<b>Beschreibung</b>	<p>Ziel ist hierbei ebenfalls die Verlagerung von Wegen, die bisher mit dem privaten Kfz zurückgelegt werden, auf den ÖPNV und das Ersetzen von Dieselnbussen durch lokal emissionsfreie Straßenbahnen.</p> <p>Bei einer Umsetzung wären gemäß Nahverkehrsplan folgende Eckpunkte zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausschöpfung der vorhandenen Einsparpotenziale durch Nutzung vorhandener Trassen</li> <li>- Ausreichende Bemessung der Strecken- und Haltestelleninfrastruktur für den Einsatz von Doppeltraktionen und / oder RegioTram-Fahrzeugen</li> <li>- Reibungslose Einbindung in die Abläufe der Knoten Rathauskreuzung, Am Stern, Altmarkt und Platz der deutschen Einheit</li> <li>- Führung durch die potenzialstarken Bereiche der Wohnstadt Waldau</li> <li>- Ausbau einer funktionalen Umsteigeinfrastruktur am Endhaltepunkt in Waldau</li> <li>- Prüfung leistungsfähiger Metro-Bus-Linien als Alternative</li> <li>- Ggf. Prüfung einer weiteren Streckenverlängerung</li> </ul> <p>Arbeitsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktualisierung Nutzen-Kosten-Untersuchung</li> <li>- GVFG-Antrag</li> <li>- Ausführungsplanung</li> <li>- Bau</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	<p>Verantwortlich: KVG, Stadt Kassel            Darüber hinaus beteiligt: NVV, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, TAB, Genehmigungsbehörde etc.</p>
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 2,4 % (2017: - 0,9 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 6 Jahre (Korridor: bis 2025/2030)
<b>Kostenschätzung</b>	Planungskosten: 4,2 Mio. €, Bau: 39 Mio. € (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p>Bau: GVFG / FAG</p> <p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Hessisches Mobilitätsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Sehr hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme C2, S. 95f, Nahverkehrsplan, S. 41

Schwerpunkt 5: Unterstützung des SPNV durch Neubewertung von ruhenden Streckenneubauprojekten	
Maßnahme 5.4: Reaktivierung Herkulesbahn	
<b>Beschreibung</b>	<p>Auch hier ist das Ziel die Verlagerung von Wegen, die bisher mit dem privaten Kfz zurückgelegt werden, auf den ÖPNV und das Ersetzen von Dieselnbussen durch lokal emissionsfreie Straßenbahnen.</p> <p>Bei einer Umsetzung wären gemäß Nahverkehrsplan folgende Eckpunkte zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Streckenführung ab der heutigen Endhaltestelle Druseltal auf der alten Trasse der Herkulesbahn über Neuholland, von dort nach Norden entlang der Drusel bis zum Herkules</li> <li>- Eingleisiger Ausbau</li> <li>- Einbettung in ein touristisches und verkehrliches Gesamtkonzept</li> <li>- Vermarktung im Rahmen dieses Konzepts</li> </ul> <p>Arbeitsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktualisierung Machbarkeitsstudie</li> <li>- Ausführungsplanung</li> <li>- Bau</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	<p>Verantwortlich: KVG, Stadt Kassel</p> <p>Darüber hinaus beteiligt: NVV, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, Museumslandschaft Hessen Kassel (MHK), Genehmigungsbehörden etc.</p>
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 0,2 % (2017: - 0,1 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 6 Jahre (Korridor: bis 2025/2030)
<b>Kostenschätzung</b>	Planungskosten: 2 Mio. €, Bau: 16 Mio. € (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p>Aufgrund der besonderen Charakteristika der Strecke nicht im Rahmen des GVFG zugrunde liegenden Logik darstellbar.</p> <p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Hessisches Mobilitätsgesetz (ab 2019)</i></p>
<b>Priorität</b>	Mittel
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme C2, S. 95f, G1, S. 136f; Nahverkehrsplan, S. 47; Tourismusstrategie 2022, S. 12; Machbarkeitsstudie KVG: „Die neue Herkulesbahn“



Schwerpunkt 5: Unterstützung des SPNV durch Neubewertung von ruhenden Streckenneubauprojekten	
Maßnahme 5.5: Elektrifizierung der Bahnstrecke von Vellmar nach Wolfhagen	
<b>Beschreibung</b>	<p>Bisher sind die Züge zwischen dem Kasseler Hauptbahnhof und Wolfhagen mit Dieselantrieb unterwegs, da der Abschnitt von Vellmar nach Wolfhagen nicht elektrifiziert ist.</p> <p>Arbeitsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie zeigen, dass der bisher von Diesel-Regiotrams befahrene Streckenabschnitt, elektrifiziert werden kann</li> <li>- Möglichkeiten der Finanzierung</li> <li>- Planungen</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	NVV, Kurhessenbahn, HMWEVL
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	<p>Es hat keine Berechnung stattgefunden</p> <p>(Machbarkeitsstudie NVV in Bearbeitung; Veröffentlichung vorauss. Ende 2018)</p>
<b>Umsetzungszeitraum</b>	<p>Beginn: Ende des Jahres 2018 (Einreichung von Anträgen, Einholung von Genehmigungen etc.), Umsetzung: 2027-2030 (Korridor: bis 2030)</p>
<b>Kostenschätzung</b>	<p>Bau- und Planungskosten: 40 – 60 Mio. € (variantenabhängig: komplette Sperrung der Strecke möglich: ca. 40 Mio. €; ausschließlich Nacharbeit möglich: ca. 60 Mio. €) (Korridor: &gt; 5 Mio. €)</p>
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Verbesserung von Logistikkonzepten und Bündelung von Verkehrsströmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte / NKI (BMU)</li> </ul> <p><i>Bundesprogramm Elektrifizierung von Schienenstrecken in Planung</i></p>
<b>Priorität</b>	Mittel
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme C2, S. 95f, Machbarkeitsstudie NVV (Veröffentlichung vorauss. Ende 2018)

Schwerpunkt 6: Umstellung von Fahrzeugflotten auf lokal emissionsfreie bzw. -arme Antriebstechnologien inkl. Betrachtung der Ladeinfrastruktur (Standort- und Nutzungskonzept)	
<b>Maßnahme 6.1: Sektorübergreifende Planungsoptimierung für ein E-Bus-Szenario und Umsetzung der Roadmap E-Bus im Stadtverkehr Kassel</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Ziel 1: Erstellung einer Roadmap für ein E-Bus-Szenario für Kassel unter Einbeziehung aller wichtigen Akteure.</p> <p>Arbeitspakete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologieanalyse: einsetzbare E-Bus-Systeme inkl. Ladeinfrastruktur</li> <li>- Bewertung der ökonomischen Parameter unter Einbeziehung der Betriebshof- und Ladeinfrastruktur</li> <li>- Erstellung eines Lastenhefts für Busse, Strecken, Umlauf- und Dienstplanung sowie Ladeinfrastruktur</li> <li>- Entwicklung E-Bus-Szenario für Kassel</li> <li>- E-Bus Roadmap für Kassel</li> </ul> <p>Ziel 2: Umstellung der Fahrzeugflotte und der dazugehörigen stationären Infrastruktur auf den E-Bus-Einsatz</p> <p>Arbeitspakete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umstellung Betriebshof</li> <li>- Aufbau Ladeinfrastruktur</li> <li>- Beschaffung der Busse</li> </ul> <p>Neben der elektrischen Antriebsform können weitere Antriebe wie Wasserstoff, Gas etc. in Betracht gezogen werden.</p>
<b>Beteiligte</b>	KVG, Stadt Kassel, Forschungseinrichtungen, Bushersteller
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 1,9 % (2017: - 0,7 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 2 Jahre Planung; 8 Jahre Umsetzung (Korridor: bis 2030)
<b>Kostenschätzung</b>	Erstellung Roadmap: 500 t €; Umsetzung: 60 Mio. € (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Elektrifizierung des Verkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Elektromobilität (BMVI)</li> <li>- Förderprogramm Elektro-Mobil (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)) / Erneuerbar Mobil (BMU)</li> <li>- Förderrichtlinie zur Anschaffung von Elektrobussen im ÖPNV (BMU)</li> </ul> <p><i>Nachrüstung von Dieselnissen im ÖPNV:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Nachrüstung von Dieselnissen im ÖPNV mit Abgasnachbehandlungssystemen (BMVI)</li> </ul> <p><i>Umweltbonus (Kaufprämie für E-Fahrzeuge):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umweltbonus (BMWi)</li> </ul>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme D11, S. 124, H4, S. 147; Nahverkehrsplan S. 63

Schwerpunkt 6: Umstellung von Fahrzeugflotten auf lokal emissionsfreie bzw. -arme Antriebstechnologien inkl. Betrachtung der Ladeinfrastruktur (Standort- und Nutzungskonzept)	
<b>Maßnahme 6.2: Erstellung und Umsetzung eines Energie- und Standortkonzepts für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur mit Schwerpunkt außerhalb des öffentlichen Verkehrsraums</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Elektrofahrzeuge können stark zu einer Reduzierung der Luftbelastungen durch Verkehrsabgase und zu einer Lärmreduktion in Städten beitragen. Für die Stadt Kassel gibt es bisher kein konkretes Elektromobilitätskonzept. Die Stadtwerke Union Nordhessen GmbH &amp; Co. KG (SUN) hat eine Mengengerüstberechnung für ein übergreifendes Regionalkonzept vorgenommen, hierbei wird die Stadt Kassel aber nur als ein Bestandteil und dementsprechend teilweise adressiert. Um eine Entscheidungsgrundlage für den Ausbau der Ladeinfrastruktur und für eine Umstellung des städtischen Fuhrparks auf Elektrofahrzeuge zu haben, bedarf es einem Handlungskonzept für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einen bedarfsorientierten und vorausschauenden Ausbau der E-Ladeinfrastruktur</li> <li>- die Integration der Ladeinfrastruktur in ein langfristiges, städtebauliches Konzept der Stadt Kassel</li> <li>- die Entwicklung und Erprobung von Abrechnungsmodellen und Maßnahmen zur Steuerung der Verweildauer an den Ladesäulen im Hinblick auf einen effizienten Betrieb der Ladeinfrastruktur</li> </ul> <p>Ziel hierbei ist folglich die Bereitstellung einer adäquaten, öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur als Voraussetzung für den Einsatz von Fahrzeugen mit lokal emissionsfreien Elektroantrieben. Es soll dabei beachtet werden, dass es nicht darum geht, Ladeinfrastruktur in Massen im öffentlichen Verkehrsraum zu installieren, sondern vorzugsweise in Tiefgaragen, auf Parkplätzen des Einzelhandels, an Arbeitsstätten etc.</p>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, Städtische Werke AG, Partner (Flottenbetreiber wie Taxi-Unternehmen, Logistik-Unternehmen) etc.
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 1,8 % (2017: - 0,7 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 3 Jahre (Korridor: bis 2025)
<b>Kostenschätzung</b>	Konzept: 100 t €; Aufbau Ladeinfrastruktur: 3 Mio. €; Systemeinbindung: 0,5 Mio. € (Korridor: 1 - 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Elektrifizierung des Verkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Elektromobilität (BMVI)</li> <li>- Förderprogramm Elektro-Mobil (BMWi) / Erneuerbar Mobil (BMU)</li> </ul> <p><i>Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland (BMVI)</i></p>
<b>Priorität</b>	Hoch
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme D11, S. 124

Schwerpunkt 6: Umstellung von Fahrzeugflotten auf lokal emissionsfreie bzw. -arme Antriebstechnologien inkl. Betrachtung der Ladeinfrastruktur (Standort- und Nutzungskonzept)	
<b>Maßnahme 6.3: Fahrzeugvorhaltung Bus mit alternativen Antrieben inkl. Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Im Regionalverkehr mit Bussen ist der Einsatz von z.B. E- oder Wasserstoffbussen über die Ausschreibung der Verkehrsleistung schwierig, da Fördermittel die Bewertung erschweren. Zudem besteht die Gefahr, dass bei deutlich teureren Fahrzeugen mittelständische Unternehmen einen Nachteil erhalten, da sie schlechtere Kreditbedingungen haben.</p> <p>Ein Fahrzeugpooling kann durch höhere Stückzahlen günstigere Anschaffungspreise erreichen, gezielter gefördert werden und ein existenzgefährdendes Risiko von (mittelständischen) Unternehmen fernhalten. In einem ersten Schritt sind ca. 25 Gelenkbusse mit Wasserstoff und/oder E-Antrieb vorgesehen, die auf den Stadtumlandlinien 37, 52 und 100, die aktuell mit „Diesel Euro 5 EEV“ fahren, eingesetzt werden sollen.</p> <p>Für den Einsatz von E- oder Wasserstoffbussen ist eine Tank-, bzw. Ladeinfrastruktur notwendig. Im Wasserstoffbereich wären dafür etwa drei Tankstellen, die sich im Norden, Osten und Süden der Stadt Kassel befinden sollten, notwendig. Im besten Fall wird Wasserstoff aus überschüssiger (Nacht-)energie der Windparks Söhre/Nieste/Schauenburg erzeugt. Im reinen Akkubetrieb wären Schnellladestationen notwendig, hier – aufgrund der geringeren Kilometerleistung – an mehreren Stellen (z.B. Flughafen Kassel, Bahnhof Wilhelmshöhe).</p>
<b>Beteiligte</b>	NVV, Fahrzeugvorhaltesgesellschaft, Energiewirtschaft z.B. SUN, Kasseler Verkehrs- und Versorgungs GmbH, EAM GmbH & Co. KG und Partner in der Industrie – z.B. SMA Solar Technology AG
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Ausschließliche Wirkung am Hotspot Holländische Straße: - 0,1 % (2017: - 0,05 µg/m <sup>3</sup> ) Fünffensterstraße: 0 %
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Linie 52 bis 12/2020, Linien 37/100 bis 12/2021; Zeitbedarf Aufbau Ladeinfrastruktur: 3 Jahre (Korridor: bis 2020/2025)
<b>Kostenschätzung</b>	ca. 11 Mio. € Zusatzkosten gegenüber Dieselmotoren bei 25 Gelenkbussen, Abschreibung über 10 Jahre 2020 bis 2030. Ladeinfrastruktur: Kosten Wasserstofftankstelle derzeit ca. 500 t €, d.h. min. 1,5 Mio. € für 3 Tankstellen (Korridor: > 5 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Elektrifizierung des Verkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Elektromobilität (BMVI)</li> <li>- Förderprogramm Elektro-Mobil (BMWi) / Erneuerbar Mobil (BMU)</li> <li>- Förderrichtlinie zur Anschaffung von Elektrobussen im ÖPNV (BMU)</li> </ul> <p><i>Nachrüstung von Dieselmotoren im ÖPNV:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Nachrüstung von Dieselmotoren im ÖPNV mit Abgasnachbehandlungssystemen (BMVI)</li> </ul> <p><i>Umweltbonus (Kaufprämie für E-Fahrzeuge):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umweltbonus (BMWi)</li> </ul>
<b>Priorität</b>	Mittel
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel: Maßnahme D11, S. 124

Schwerpunkt 6: Umstellung von Fahrzeugflotten auf lokal emissionsfreie bzw. -arme Antriebstechnologien inkl. Betrachtung der Ladeinfrastruktur (Standort- und Nutzungskonzept)	
<b>Maßnahme 6.4: Umstellung von Fuhrparks auf schadstoffarme Fahrzeuge und Auslastungsoptimierung inkl. Erstellung eines Fahrzeugbeschaffungsprogramms am Beispiel der Stadtverwaltung Kassel</b>	
<b>Beschreibung</b>	<p>Die Fahrprofile von Dienstwegen weisen grundsätzlich ideale Voraussetzungen für die Nutzung von Elektrofahrzeugen auf. Die systematische Umstellung einer Flotte ist ein strategisches Thema, was querschnittlich ämterübergreifend angegangen werden muss. Der Ersatz von Altfahrzeugen durch vorzugsweise (z. T.) elektrisch-betriebene Pkws stellt einen guten Ansatz dar, eine Flotte kontinuierlich und über einen längeren Zeitraum zu verändern. Darüber hinaus kann die Stadtverwaltung authentisch in ihrer Vorbildfunktion für lokale Flottenbetreiber (Taxi-/Pflegedienste etc.) fungieren und mit einem guten Beispiel vorangehen.</p> <p>Ziel 1: Bedarfsgerechte Reduzierung der Fuhrparkgröße zugunsten der Wirtschaftlichkeit                  Ziel 2: Erstellung eines Fahrzeugbeschaffungsprogramm, insb. bei Neuanschaffungen                  Ziel 3: Verlagerung von Dienstwegen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren auf Verkehrsmittel des Umweltverbunds und Fahrzeuge mit lokal emissionsfreiem Antrieb</p> <p>Arbeitsschritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse der Dienstwege mit Hilfe eines GPS-gestützten Analysetools</li> <li>- Bewertung der mobilitätsrelevanten und ökonomischen Parameter</li> <li>- Entwicklung eines nachhaltigen Dienstwegekonzepts</li> <li>- Ggf. Beschaffung von E-Fahrzeugen</li> </ul>
<b>Beteiligte</b>	Stadt Kassel, KVG, Carsharinganbieter
<b>NO<sub>2</sub>-Wirkung (Immission)</b>	Fünffensterstraße: - 0,01 % (2017: - 0,0 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Zeitbedarf: 3 Jahre pro Unternehmen (Korridor: bis 2025)
<b>Kostenschätzung</b>	Analyse der Dienstwege: ca. 15 t €; Entwicklung Dienstwegekonzept: ca. 2 t €; Beschaffung von E-Pkw: 30 t € / Stk. (Korridor: 201 t - 1 Mio. €)
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<p><i>Elektrifizierung des Verkehrs:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderrichtlinie Elektromobilität (BMVI)</li> <li>- Förderprogramm Elektro-Mobil (BMWi) / Erneuerbar Mobil (BMU)</li> </ul> <p><i>Umweltbonus (Kaufprämie für E-Fahrzeuge):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umweltbonus (BMWi)</li> </ul> <p><i>Laden beim Arbeitgeber (BMWi)</i></p>
<b>Priorität</b>	Mittel
<b>Bezug zu existierenden Planwerken</b>	VEP Stadt Kassel; Maßnahme: E1, S. 127f

## 4. Zusammenfassung

Mobilität ist ein Grundbedürfnis moderner Gesellschaften und die Basis des Wirtschaftsgeschehens. Da der Anspruch der Menschen und der Wirtschaft an die Mobilität in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen ist, stehen immer mehr Städte – so auch die documenta-Stadt Kassel – vor der Herausforderung, dem stetig ansteigenden Verkehr mit gezielten Maßnahmen entgegenzuwirken und die damit einhergehenden Luftschadstoffbelastungen zu kontrollieren. Der Bund unterstützt an dieser Stelle die Städte, bei denen die Luftschadstoffbelastungen über dem vorgegebenen Grenzwert liegen, im Rahmen des „Sofortprogramms Saubere Luft 2017 – 2020“.

Um die Schadstoffe zu reduzieren und eine langfristige Gestaltung einer nachhaltigen und emissionsfreien Mobilität zu erzielen, hat die Stadt Kassel im Rahmen des Sofortprogramms den vorliegenden Masterplan erstellt, um ihrem Ziel eine „Green-City“ zu werden, einen Schritt näher zu kommen. Aufgrund der starken wirtschaftlichen und verkehrlichen Verflechtungen der Stadt Kassel mit der Region sind im Rahmen der Erstellung des Masterplans kommunale und wirtschaftliche Stakeholder von Anfang an integriert worden, so dass Transparenz und Akzeptanz geschaffen werden konnten.

Als Grundlage wurden bereits bestehende Konzepte, Strategien und Planwerke der Stadt Kassel betrachtet, wie bspw. der VEP, der LRP und das IKK, in denen bereits kurzfristige, mittelfristige und langfristige Maßnahmen definiert und zur Umsetzung der verkehrspolitischen Zielerreichung beschlossen wurden. Im Masterplan der Stadt Kassel wurden die Maßnahmen aus den bestehenden Planwerken mit dem größten Nutzen zur Verbesserung der Luftqualität gefiltert und mit neuen erfolgsversprechenden Maßnahmen aus aktuellen Vorhaben ergänzt. Die Maßnahmen wurden anschließend hinsichtlich ihres Potentials zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Immissions- und NO<sub>x</sub>-Emissionswerte mit Hilfe eines Screeningmodells bewertet und auf Basis dessen und unter Berücksichtigung der Umsetzungszeiträume und Kostenschätzungen priorisiert.

Es wurden sechs Maßnahmenschwerpunkte definiert unter denen insgesamt 24 Maßnahmen angeordnet sind, die eine möglichst hohe Senkung der Luftschadstoffe und kurzfristige Umsetzung bewirken. Würde man das Potential zur Reduktion der NO<sub>2</sub>-Immissionen bei Umsetzung aller Maßnahmen am Hotspot Fünffensterstraße kumulieren, käme man auf eine NO<sub>2</sub>-Reduktion von ca. 28 Prozent. Legt man den Mittelwert der vergangenen fünf Jahre 2013 - 2017 zugrunde, entspräche dies einer Reduktion von ca. 43 µg/m<sup>3</sup> auf ca. 31 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel.

Die definierten Maßnahmen können nun als Grundlage für die weitere Vorgehensweise der Stadt Kassel hinsichtlich einer Verbesserung der Lufthygiene dienen. Dabei ist es das Ziel, möglichst viele Maßnahmen des Masterplans im Rahmen des „Sofortprogramms Saubere Luft 2017 – 2020“ mit Unterstützung des Bundes und des Landes Hessen umzusetzen, damit die Luft in der Stadt Kassel in naher Zukunft „sauberer“ wird.

## Literaturverzeichnis

- BUND, Landesverband Hessen e.V. (2017). *BUND-Klimaschutzplan Hessen 2040*, Frankfurt am Main.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2017a). *Bundesminister überreicht Förderbescheide für Masterpläne/Sonderbeauftragter Sofortprogramm Saubere Luft*. Abgerufen von <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/168-schmidt-unbuerokratische-hilfe-kommunen.html> (Zugriff am 12 Juni 2018).
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2017b). *Förderrichtlinie "Automatisiertes und vernetztes Fahren"*. Berlin.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2018). *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020*. Abgerufen von <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/sofortprogramm-saubere-luft-2017-2020.html?nn=12830> (Zugriff am 6 Juni 2018).
- Der Tagesspiegel. (2018). *Kommunaler Diesel-Gipfel*. Abgerufen von <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/kommunaler-diesel-gipfel-gute-luft-im-kanzleramt/20642898.html> (Zugriff am 6 Juni 2018).
- Deutscher Städtetag. (2017). *Nachhaltige städtische Mobilität für alle. Agenda für eine Verkehrswende aus kommunaler Sicht*. Berlin.
- Electrive.net. (2018). *NOx-Grenzwerte: EU-Kommission verklagt Deutschland*. Abgerufen von <https://www.electrive.net/2018/05/17/nox-grenzwerte-eu-kommission-verklagt-deutschland/> (Zugriff am 6 Juni 2018).
- European Commission. (2016). *Prosperity through innovation and promotion of Sustainable Urban Mobility Plans*. Abgerufen von <https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020/projects/h2020-transport/urban-mobility/prosperity> (Zugriff am 23.07.2018).
- Handelsblatt. (2018). *Diese Städte haben ein Problem mit dreckiger Luft*. Abgerufen von <http://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/stickstoffdioxid-in-dieselabgasen-diese-staedte-haben-ein-problem-mit-dreckiger-luft/20915438.html?ticket=ST-663399-YgbgcSLtFP95H0nTZN3A-ap1> (Zugriff am 6 Juni 2018).
- HMUJELV, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (2011). *1. Fortschreibung. Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Kassel*. Wiesbaden.
- HMUJELV, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (2017). *Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025*. Wiesbaden.
- HMWEVL, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung. (2018). *Hessenstrategie Mobilität 2035 - Hessen wird Vorreiter der Verkehrswende*. Wiesbaden.
- INFRAS. (2017). *Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. HBEFA Version 3.3*.
- Initiative Radentscheid Kassel. (2018). *Radentscheid Kassel*. Abgerufen von <https://www.radentscheid-kassel.de/> (Zugriff am 03. August 2018).
- IVU Umwelt. (2011). *Ausbreitungsrechnungen für die Gebiete Mittel- und Nordhessen, Lahn-Dill und den Ballungsraum Kassel*. Freiburg.
- IVU Umwelt. (2017a). *IMMIS<sup>em/luft/lärm</sup> - Handbuch zur Version 7*. IVU Umwelt GmbH. Freiburg.

- IVU Umwelt. (2017b). *Ausbreitungsberechnungen zur flächendeckenden Ermittlung der Luftqualität in Hessen als Grundlage der Luftreinhalteplanung*. Freiburg.
- Kasseler Verkehrs-Gesellschaft AG. (2009). *Die neue Herkulesbahn*. Kassel.
- KRdL, Kommission Reinhaltung der Luft. (2003). *Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen*. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL. Düsseldorf.
- Regionalmanagement Nordhessen GmbH. (2012). *Tourismusstrategie 2022. Grimmheimat Nordhessen*. Kassel
- Stadt Kassel. (2011/2012). *Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Kassel*. Kassel.
- Stadt Kassel. (2014a). *Fortschreibung des Nahverkehrsplans der Stadt Kassel*. Kassel
- Stadt Kassel. (2014b). *Verkehrs- und Mobilitätsmanagementsystem (VMMS). Maßnahmenkonzept (entsprechend Modul 2 des VMMS-Konzepts)*. Kassel.
- Stadt Kassel. (2015a). *Carsharing-Entwicklungskonzept*. Berlin, Preetz, Kassel.
- Stadt Kassel. (2015b). *Verkehrsentwicklungsplan Stadt Kassel 2030. Abschlussbericht*. Kassel.
- Stadt Kassel. (2016). *Verkehrs- und Standortuntersuchung zum Fernbus-Bahnhof*. Kassel.
- Süddeutsche Zeitung. (2018). *Bundesverwaltungsgericht erlaubt Diesel-Fahrverbote*. Abgerufen von <http://www.sueddeutsche.de/auto/eil-bundesverwaltungsgericht-erlaubt-diesel-fahrverbote-1.3878154> (Zugriff am 6 Juni 2018).
- Wiegand, G., Diegmann, V. (1994). *Modellierung der Immissionsbelastung inerter Schadstoffe in Innenstädten durch den Kfz-Verkehr auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen*. In: Ossing, F. (Hrsg.): EDV für Verkehrskonzepte in Stadt und Region. Praxis der Umweltinformatik, Band 3. Metropolis Verlag, Marburg.
- Umweltbundesamt. (2018). *Stickstoffdioxid-Belastung: Hintergrund zu EU-Grenzwerten für NO2*. Abgerufen von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/stickstoffdioxid-belastung-hintergrund-zu-eu> (Zugriff am 6 Juni 2018).
- ZRK, Zweckverband Raum Kassel. (2015a). *Verkehrsentwicklungsplan Region Kassel 2030*. Kassel.
- ZRK, Zweckverband Raum Kassel. (2015b). *Kommunaler Entwicklungsplan (KEP) Zentren 2015. Einzelhandels- und Zentrenkonzept*. Kassel.



## Anhang

<b>Anhang 1</b>	Ergebnisse der NO <sub>2</sub> -Berechnungen für die Maßnahmen, die eine Auswirkung auf den DTV und das Fahrzeugkollektiv ausüben.....	52
<b>Anhang 2</b>	Ergebnisse der NO <sub>x</sub> -Berechnungen für die Maßnahmen, die eine Auswirkung auf das Fahrzeugkollektiv ausüben.....	54
<b>Anhang 3</b>	Tabellarische Gesamtdarstellung: schwerpunktübergreifende Priorisierung der Maßnahmen (Prioritätenliste).....	58
<b>Anhang 4</b>	Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements für die Stadt Kassel.....	61

**Anhang 1: Ergebnisse der NO<sub>2</sub>-Berechnungen für die Maßnahmen, die eine Auswirkung auf den DTV und das Fahrzeugkollektiv ausüben**

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse der Vergleiche der Änderungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts für die betreffenden Maßnahmen und Hotspots angegeben.

**Tabelle 1: NO<sub>2</sub> - Jahresmittelwerte (in µg/m<sup>3</sup>) pro Maßnahme und Hotspot im Nullfall und nach Durchführung der Maßnahmen (Planfall)<sup>7</sup>**

Hotspots	Maßnahmen																			
	Nullfall, Pkw	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	5.4	6.2	6.4	Nullfall, Bus	6.1	6.3
Fünffensterstraße	38,7		37,4	37,6	38,5	38,5		37,6	38,3	37,6	38,4	37,4	37,8	37,8	38,7	38,0	38,7	37,6	36,9	37,6
Brüderstraße	50,4		48,2	48,5	49,9	50,0		48,5	49,6	48,5	49,8	48,2	48,9	48,9	50,2	49,1	50,4	49,6	49,3	49,6
Frankfurter Straße	42,5		40,9	41,1	42,2	42,2		41,1	41,9	41,1	42,1	40,9	42,5	41,4	42,4	41,6	42,5	42,1	41,6	42,1
Holländische Straße	42,1		40,5	40,7	41,8	41,8		40,7	41,5	40,7	41,7	40,5	41,0	42,1	42,0	41,2	42,1	41,5	41,3	41,5
Schönfelder Straße	52,2		50,0	50,3	51,8	51,9		50,3	51,5	50,3	51,7	50,0	52,2	50,7	52,1	50,8	52,2	53,0	51,0	53,0
Ysenburgstraße	51,8		49,6	49,9	51,3	51,4		49,9	51,0	49,9	51,2	49,6	51,8	50,2	51,6	50,5	51,8	51,8	51,8	51,8

<sup>7</sup> Für eine plausible Wirkungsermittlung werden zwei Nullfälle (Pkw, Bus) herangezogen. Infolge der verschiedenen Maßnahmenswerpunkte ist die Auswirkung auf den DTV und das Fahrzeugkollektiv nach Fahrzeugtypen zu differenzieren. Die Maßnahmen 6.1 und 6.3 beinhalten die Fahrzeugvorhaltung im öffentlichen Personenverkehr, sodass der Nullfall Bus als Vergleichswert herangezogen wird. Als Ausgangswert aller weiteren Maßnahmen wird der Nullfall Pkw verwendet.

**Tabelle 2: Absolute Änderung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes (in µg/m<sup>3</sup>) pro Maßnahme und Hotspot**

Hotspots	Maßnahmen																			
		1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	5.4	6.2	6.4		6.1	6.3
Fünffensterstraße			-1,3	-1,2	-0,3	-0,2		-1,2	-0,5	-1,2	-0,3	-1,3	-0,9	-0,9	-0,1	-0,7	0,0		-0,7	0,0
Brüderstraße			-2,1	-1,9	-0,4	-0,4		-1,9	-0,7	-1,9	-0,5	-2,1	-1,5	-1,5	-0,2	-1,3	0,0		-0,3	0,0
Frankfurter Straße			-1,6	-1,4	-0,3	-0,3		-1,4	-0,6	-1,4	-0,4	-1,6	0,0	-1,1	-0,1	-0,9	0,0		-0,4	0,0
Holländische Straße			-1,6	-1,4	-0,3	-0,3		-1,4	-0,5	-1,4	-0,4	-1,6	-1,1	0,0	-0,1	-0,9	0,0		-0,2	-0,05
Schönfelder Straße			-2,2	-2,0	-0,4	-0,4		-2,0	-0,8	-2,0	-0,6	-2,2	0,0	-1,6	-0,2	-1,4	0,0		-2,0	0,0
Ysenburgstraße			-2,2	-1,9	-0,4	-0,4		-1,9	-0,8	-1,9	-0,5	-2,2	0,0	-1,5	-0,2	-1,3	0,0		0,0	0,0

**Tabelle 3: Relative Änderung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes (in %) pro Maßnahme und Hotspot**

Hotspots	Maßnahmen																			
		1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	5.4	6.2	6.4		6.1	6.3
Fünffensterstraße		(-1 bis -5)	-3,5	-3,0	-0,7	-0,6	(-0,25 bis -0,5)	-3,0	-1,2	-3,0	-0,9	-3,5	-2,4	-2,4	-0,2	-1,8	-0,01		-1,9	0,0
Brüderstraße		(-1 bis -5)	-4,2	-3,7	-0,8	-0,7	(-0,25 bis -0,5)	-3,7	-1,5	-3,7	-1,1	-4,2	-3,0	-3,0	-0,3	-2,6	-0,01		-0,6	0,0
Frankfurter Straße		(-1 bis -5)	-3,7	-3,3	-0,7	-0,7	0,0	-3,3	-1,3	-3,3	-0,9	-3,7	0,0	-2,6	-0,3	-2,2	-0,01		-1,1	0,0
Holländische Straße		(-1 bis -5)	-3,7	-3,2	-0,7	-0,7	0,0	-3,2	-1,3	-3,2	-0,9	-3,7	-2,6	0,0	-0,3	-2,1	-0,01		-0,5	-0,1
Schönfelder Straße		0,0	-4,3	-3,8	-0,9	-0,7	(-0,25 bis -0,5)	-3,8	-1,5	-3,8	-1,1	-4,3	0,0	-3,0	-0,3	-2,7	-0,01		-3,8	0,0
Ysenburgstraße		0,0	-4,3	-3,7	-0,8	-0,7	0,0	-3,7	-1,5	-3,7	-1,1	-4,3	0,0	-3,0	-0,3	-2,4	-0,01		0,0	0,0

**Anhang 2: Ergebnisse der NO<sub>x</sub>-Berechnungen für die Maßnahmen, die eine Auswirkung auf das Fahrzeugkollektiv ausüben**

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse der Berechnungen der spezifischen Kfz-Emissionen für NO<sub>x</sub> für die betreffenden Maßnahmen angegeben.

**Tabelle 1: Ergebnisse der Maßnahme 6.1: Sektorübergreifende Planungsoptimierung für ein E-Bus-Szenario und Umsetzung der Roadmap E-Bus im Stadtverkehr Kassel**

<b>Gesamt-Bus-Anzahl KVG (10.04.2018)</b> (Quelle: KVG)	<b>84</b>		
Benziner	-		
<b>Diesel</b>	<b>84</b>	<b>gew. NOX-EF (g/km)</b>	<b>Bemerkung</b>
Euro 0	1	18,70	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
Euro 1	-	-	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
Euro 2	1	12,56	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
Euro 3	25	286,81	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
Euro 4	6	47,98	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
Euro 5	2	12,24	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
EEV	23	140,75	wie E5
Euro 6	26	11,13	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
EF je Fzg.		6,31	gewichteter EF
durchschnittl. Fahrleistung pro Bus (km/a) (Fahrplankilometer und Ein- und Ausrückfahrten) (Quelle: KVG)	45.000		
		<b>Emissionen (g/Jahr)</b>	
Fahrleistung Busse Gesamt (km/a)	3.780.000	23.857.483	
Zu ersetzende Dieselbusse	84		
Fahrleistung der zu ersetzenden Dieselbusse	3.780.000		
<b>Ersatz durch</b>			
E-Antrieb	100%	0	
Hybrid	0%	0	
<b>Minderung NO<sub>x</sub> in g/Jahr</b>		<b>23.857.483</b>	
<b>Relative Minderung bezogen auf NO<sub>x, Busse, KVG</sub></b>		<b>100%</b>	

**Tabelle 2: Ergebnisse der Maßnahme 6.2: Erstellung und Umsetzung eines Energie- und Standortkonzepts für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur mit Schwerpunkten außerhalb des öffentlichen Verkehrsraums**

<b>Gesamt-Pkw-Anzahl in Kassel (01.01.2018)</b> (Quelle: Kba und destatis)	<b>88.186</b>		
<b>Anzahl Diesel (Quelle Stadt Kassel, 01.04.2018)</b>	<b>28.669</b>		
durchschnittl. Fahrleistung pro Privat-Pkw in Deutschland (km/a) (Quelle: Kba)	14.000		
Fahrleistung gesamt (km/a)	1.234.604.000		
Fahrleistung Dieselfahrzeuge (km/a)	401.366.000		
Anteil Fahrleistung Diesel-Pkw an Pkw-Gesamt (%)	32,51%		
10 % der Dieselfahrzeuge werden ersetzt	2.867		
Fahrleistung der 10 % zu ersetzenden Dieselfahrzeuge (km/a)	40.136.600		

<b>NOX-Emissionen (g/Jahr)</b>
499.184.179
290.849.308
58,26%

<b>Dieseltypen der zu ersetzenden Dieselfahrzeuge</b>	<b>2.867</b>	<b>FL (km/a)</b>	<b>NOX-Emissionen (g/Jahr)</b>	<b>Bemerkung</b>
Euro 1		-	0,0	EF nach HBEFA 3.3 für Diesel in 2017 für øIO
Euro 2		-	0,0	EF nach HBEFA 3.3 für Diesel in 2017 für øIO
Euro 3 (50 %)	1.433	20.068.300	14.775.922	EF nach HBEFA 3.3 für Diesel in 2017 für øIO
Euro 4 (30 %)	860	12.040.980	7.808.000	EF nach HBEFA 3.3 für Diesel in 2017 für øIO
Euro 5 (15 %)	430	6.020.490	5.447.072	EF nach HBEFA 3.3 für Diesel in 2017 für øIO
Euro 6 (5 %)	143	2.006.830	1.043.725	EF nach HBEFA 3.3 für Diesel in 2017 für øIO
Summe		40.136.600	29.074.719	
<b>Ersatz durch</b>				
E-Antrieb	12%	4.816.392	0	Öko-Institut; ISOE 2011
Hybrid	88%	35.320.208	1.068.289	EF 40% von EF Patrol E6
Summe		40.136.600	1.068.289	
<b>Minderung NOx in g/Jahr</b>			<b>28.006.429</b>	
<b>Relative Mind. bezogen auf Diesel-Pkw</b>			<b>9,6%</b>	
<b>Relative Minderung bezogen auf NO<sub>x</sub>PKW</b>			<b>5,6%</b>	

**Tabelle 3: Ergebnisse der Maßnahme 6.3: Fahrzeugvorhaltung Bus mit alternativen Antrieben inkl. Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur**

<b>Gesamt-Bus-Anzahl (2018) (Quelle: NVV)</b>	<b>155</b>		
Benziner	-		<b>Bemerkung</b>
<b>Diesel</b>	<b>155</b>	<b>gew. NOX-EF (g/km)</b>	
Euro 1	-	-	
Euro 2	-	-	
Euro 3	-	-	
Euro 4	-	-	
Euro 5	126	771,05	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
Euro 6	29	12,41	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
EF je Fzg.		5,05	gewichteter EF
durchschnittl. Fahrleistung pro Bus (km/a)	57.885		
		<b>NOX-Emissionen (g/Jahr)</b>	
Fahrleistung Busse Gesamt (km/a)	8.972.175	45.350.913,03	
Zu ersetzende Dieselbusse	25		
Fahrleistung der zu ersetzenden Dieselbusse	1.600.000	9.791.130,83	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
<b>Dieseltypen der zu ersetzenden Dieselfahrzeuge</b>	<b>25</b>		
Euro 1			
Euro 2			
Euro 3			
Euro 4			
Euro 5	25	9.791.130,83	EF nach HBEFA 3.3 für L. Busse in 2017 für øIO
Euro 6			
<b>Ersatz durch</b>			
E-Antrieb	100%	0	
Wasserstoff	0%	0	
<b>Minderung NOx in g/Jahr</b>		<b>9.791.130,83</b>	
<b>Relative Minderung bezogen auf NO<sub>x, Busse, NVV</sub></b>		<b>22%</b>	

**Tabelle 4: Ergebnisse der Maßnahme 6.4: Umstellung des Fuhrparks auf schadstoffarme Fahrzeuge und Auslastungsoptimierung inkl. Erstellung eines Fahrzeugbeschaffungsprogramms am Beispiel der Stadtverwaltung Kassel**

<b>Gesamt-Pkw-Anzahl in Kassel (01.01.2018)</b> (Quelle: Kba und destatis)	<b>88.186</b>
<b>Anzahl Diesel (Quelle Stadt Kassel 01.04.2018)</b>	<b>28.669</b>
durchschnittl. Fahrleistung pro Privat-Pkw in Deutschland (km/a) (Quelle Kba)	14.000
Fahrleistung gesamt (km/a)	1.234.604.000
Fahrleistung Dieselfahrzeuge (km/a) gesamt	401.366.000
Anteil Diesel-Pkw an Pkw-Gesamt	32,51%
durchschnittl. Fahrleistung pro Fuhrpark-Pkw der Stadt Kassel (km/a) (Quelle Stadt Kassel)	4.000
Fuhrpark Stadt Kassel inkl. Eigenbetriebe und Tochterunternehmen (Anzahl Autos) (Quelle Stadt Kassel)	777
Fahrleistung Fuhrpark Stadt Kassel (km/a)	3.108.000
Anteil Fahrleistung Fuhrpark an Gesamtfahrleistung	0,25%
Anzahl austauschbarer Fahrzeuge (Quelle Stadt Kassel)	60
Fahrleistung der Ersatzfahrzeuge (km/a)	240.000
Anteil Fahrleistung Ersatzfahrzeuge an Gesamtfahrleistung	0,0194%
<b>auszutauschende Fahrzeuge (Annahme Stadt Kassel)</b>	<b>60</b>
Anzahl Benzin	20
Fahrleistung Benziner (km/a)	80000
Erdgas	10
Fahrleistung Erdgas (km/a)	40000
Diesel	30
Fahrleistung Diesel (km/a)	120000
Summe Fahrleistung (km/a) / NOX	240.000
Anteil Fahrleistung Ersatzfahrzeuge an Gesamtfahrleistung	0,0194%
<b>Dieseltyp der zu ersetzenden Dieselfahrzeuge (Quelle Stadt Kassel) aufgeteilt (Anzahl)</b>	<b>30</b>
	<b>FL (km/a)</b>
Euro 1 Anzahl und mit FL	1,2 4800
Euro 2 Anzahl und mit FL	1,0 4080
Euro 3 Anzahl und mit FL	2,3 9360
Euro 4 Anzahl und mit FL	4,6 18360
Euro 5 Anzahl und mit FL	7,7 30600
Euro 6 Anzahl und mit FL	5,5 22080
keine Angaben Anzahl und mit FL	7,6 30240
Summe	119520
<b>Ersatz durch</b>	
E-Antrieb (15 Diesel)	15 60000
Erdgas (15 Diesel + 20 Benziner + 10 Erdgas)	45 180000
<b>Minderung NOx in g/Jahr</b>	<b>85.224</b>
<b>Relative Mind. bezogen auf Austauschfgz. Des Fuhrparks</b>	<b>89%</b>
<b>Relative Minderung bezogen auf NO<sub>x,PKW</sub></b>	<b>0,0171%</b>

<b>NOX-Emissionen (g/Jahr)</b>
499.184.179
290.849.308
58,26%

NOX-Emissionen (g/Jahr)	Bemerkung
6.075	EF nach HBEFA 3.3 für Benziner in 2017 für øIO
3.038	Emissionsfaktor wie Benziner
86.958	EF nach HBEFA 3.3 für Diesel in 2017 für øIO
96.071	
0,0192%	

Anhang 3: Tabellarische Gesamtdarstellung: schwerpunktübergreifende Priorisierung der Maßnahmen (Prioritätenliste)

Nr.	Maß-Nr.	Maßnahmen	Priorisierung	Beteiligte	NO <sub>2</sub> -Wirkung in %				Umsetzungszeitraum			Kostenschätzung			
					relativer Wert Fünffensterstraße	hoch (≥ 3)	mittel (1,1 – 2,9)	niedrig (≤ 1)	2020	2025	2030	50 t – 200 t €	201 t – 1 Mio. €	1 – 5 Mio. €	> 5 Mio. €
1.	2.1	Ausbau von P+R-Parkplätzen und Einrichtung von Mobilitätspunkten in Kombination mit Parkraumplanung im Stadtzentrum	Sehr hoch	Stadt Kassel, Landkreis Kassel, ZRK, NVV, KVG	- 3,5	X			X	X					X
2.	5.1	Untersuchung der Potenziale für den Bau von Schienenstrecken und Umsetzung zur Verbesserung der Stadt – Umland – Verbindungen	Sehr hoch	NVV, Stadt Kassel, KVG, Umlandgemeinden, ZRK, Landkreis Kassel, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, MHK, TAB, Genehmigungsbehörde	- 3,5	X					X				X
3.	2.2	Förderung von Maßnahmen zur stärkeren Nutzung von Carsharing und Fahrradverleihsystemen in Kassel	Sehr hoch	KVG, NVV, Carsharing- und Bikesharinganbieter	- 3,0	X			X			X			
4.	3.1	Durchführung von Image- und Informationskampagnen (u.a. Thema "Stadt der kurzen Wege") zur Bewusstseinsförderung einer nachhaltigen Mobilitätskultur und zur Rücksichtnahme im Verkehr. Gezieltes Dialogmarketing und Angebote zur Mobilitätsberatung und -bildung zur Änderung der individuellen Verkehrsmittelwahl	Sehr hoch	KVG, Dienstleister und Umweltverbände (ADFC, Verkehrsclub Deutschland, etc.), IHK	- 3,0	X			X			X			
5.	4.1	Ausbau und Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs im Binnenverkehr des Stadtnetzes (Schwerpunkt 3-10 km Wegelänge)	Sehr hoch	Stadt Kassel	- 3,0	X					X		X		
6.	5.2	Tramandbindung der Stadtteile Rothen-ditmold und Harleshausen	Sehr hoch	KVG, Stadt Kassel, NVV, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, TAB, Genehmigungsbehörde	- 2,4		X			X	X				X
7.	5.3	Tramandbindung des Stadtteils Waldau	Sehr hoch	KVG, Stadt Kassel, NVV, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, TAB, Genehmi-	- 2,4		X			X	X				X



Integrierter Aktionsplan Luft für die Stadt Kassel - Masterplan

8.	1.5	Einführung einer innerstädtischen Logistiklösung zur Optimierung der Auslastung im Wirtschaftsverkehr	Hoch	Stadt Kassel, Wirtschaftsunternehmen	(- 1 bis - 5)	X	X	X		X		X			
9.	6.1	Sektorübergreifende Planungsoptimierung für ein E-Bus-Szenario und Umsetzung der Roadmap E-Bus im Stadtverkehr Kassel	Hoch	KVG, Stadt Kassel, Forschungseinrichtungen, Bushersteller	- 1,9		X				X				X
10.	6.2	Erstellung und Umsetzung eines Energie- und Standortkonzepts für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur mit Schwerpunkt außerhalb des öffentlichen Verkehrsraums	Hoch	Stadt Kassel, Städtische Werke AG, Partner (Flottenbetreiber wie Taxi-Unternehmen, Logistik-Unternehmen) etc.	- 1,8		X			X				X	
11.	3.2	Erstellung eines Fußverkehrskonzeptes inkl. eines Programms für mehr Fußgängerquerung und dessen zügige Umsetzung	Hoch	Stadt Kassel, KVG, NVV, Ortsbeiräte, Behindertenbeirat	- 1,2		X		X				X		
12.	4.2	Einrichtung und Ausbau von Raddirektrouten zur Verbesserung der Erreichbarkeit für Pendler (Schwerpunkt 10-25 km Wegelänge)	Hoch	Stadt Kassel, ZRK, Umlandgemeinden	- 0,9			X		X					X
13.	1.4	Car2X-Kommunikation auf Grundlage des Forschungsprojektes „Veronika“	Hoch	Stadt Kassel	- 0,8			X			X				X
14.	1.1	Einführung eines Umweltsensitiven Verkehrsmanagements	Hoch	Stadt Kassel	- 0,7			X		X				X	
15.	1.2	Dynamische Umweltinformation mit Prognose (Tag+1)	Hoch	Stadt Kassel	- 0,9			X		X		X			
16.	1.3	Informationen mittels mobiler Applikationen und virtuellen Schildern	Hoch	Stadt Kassel	--					X			X		
17.	2.3	ÖV-Integration bei temporären Verkehren von (Groß-) Veranstaltungen	Hoch	Stadt Kassel, KVG, NVV	- 0,7			X		X				X	
18.	2.4	Anschaffung von Lastenrädern zur Leihnutzung und Integration in Fahrradvermietsysteme	Mittel	Stadt Kassel, Umweltverbände (Umwelthaus e.V.), Gewerbebetriebe, Einzelhandel	- 0,6			X	X				X		
19.	2.5	Verlegung des Fernbus-Bahnhofes	Mittel	Stadt Kassel	(- 0,25 bis			X		X				X	

Integrierter Aktionsplan Luft für die Stadt Kassel - Masterplan

					- 0,5)										
20.	5.4	Reaktivierung Herkulesbahn	Mittel	KVG, Stadt Kassel, NVV, Hessen Mobil, Ingenieurbüros, MHK, Genehmigungsbehörde	-0,2			X		X	X				X
21.	6.3	Fahrzeughalterung Bus mit alternativen Antrieben inkl. Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur	Mittel	NVV, Fahrzeughaltergesellschaft, Energiewirtschaft z.B. SUN, Kasseler Verkehrs- und Versorgungs GmbH, EAM GmbH & Co. KG und Partner in der Industrie – z.B. SMA Solar Technology AG	0 (Holländische Str.: - 0,1)			X	X	X					X
22.	6.4	Umstellung von Fuhrparks auf schadstoffarme Fahrzeuge und Auslastungsoptimierung inkl. Erstellung eines Fahrzeugbeschaffungsprogramms am Beispiel der Stadtverwaltung Kassel	Mittel	Stadt Kassel, KVG, Carsharinganbieter	- 0,01			X		X			X		
23.	3.3	Kontinuierliche Evaluation und Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans	Mittel	Stadt Kassel, KVG, NVV, ZRK, Landkreis Kassel, Universität Kassel Fachgebiet Verkehrsplanung	--				X			X			
24.	5.5	Elektrifizierung der Bahnstrecke von Vellmar nach Wolfhagen	Mittel	NVV, Kurhessenbahn, HMWEVL	--						X				X