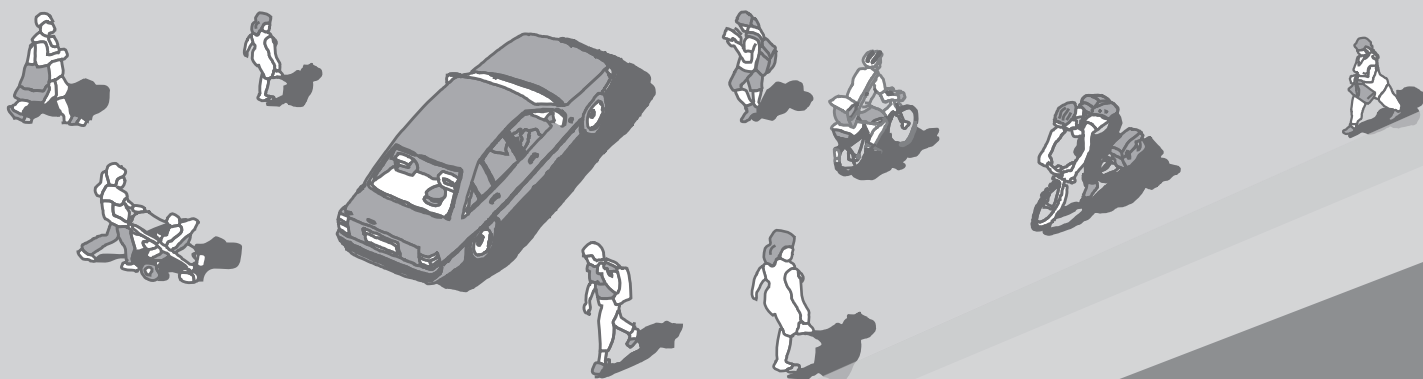


Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe

3 Strategische Umweltprüfung (SUP) – Umweltbericht





**Verkehrsentwicklung
Karlsruhe** · Januar 2013



- 1 Zustandsanalyse · Juni 2009
- 2 Szenarien und integriertes Handlungskonzept
- 3 Strategische Umweltprüfung (SUP) –
Umweltbericht

Herausgeber:

**Stadt Karlsruhe
Stadtplanungsamt**

Lammstraße 7
76133 Karlsruhe

Tel. 0721 / 133-6101

www.karlsruhe.de

stpla@karlsruhe.de

Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe

3 Strategische Umweltprüfung (SUP) Umweltbericht

VERKEHRLÖSUNGEN BLEES

Verkehrslösungen Blees
Untere Mühlstraße 31
64291 Darmstadt

volker.blees@verkehrsloesungen.de

HABERMEHL FOLLMANN INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

Habermehl & Follmann Ingenieurgesellschaft mbH
Frankfurter Straße 79
63110 Rodgau

info@habermehl-follmann.de

intransiCon Integrierte Verkehrsmodelle + Consulting

InTransiCon GmbH
Wolfgangstraße 4
88046 Friedrichshafen

info@intransicon.de



Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe

Der Verkehrsentwicklungsplan ist ein Rahmenplan für die verkehrliche Entwicklung in Karlsruhe. Der Gemeinderat beschloss dieses Werk im November 2012 einstimmig.

Mit dem Verkehrsentwicklungsplan liegt ein ehrgeiziges Konzept vor, um dem Grundbedürfnis nach Mobilität möglichst gerecht zu werden und den Verkehr in Karlsruhe zukünftig nachhaltig, stadtverträglich und leistungsfähig abwickeln zu können.

Der Verkehrsentwicklungsplan entstand in einem vierjährigen Beteiligungsprozess. Die einzelnen Schritte wurden durch kontinuierliche, konzeptionell aufeinander abgestimmte Veranstaltungen mit Politik und Gesellschaft rückgekoppelt.

In Teil 1 liegt die Zustandsanalyse vor: Wie sieht die derzeitige verkehrliche Situation aus, wo ist Karlsruhe gut aufgestellt und wo gibt es Defizite?

In Teil 2 wurden mit der Szenarientechnik drei bewusst extrem unterschiedliche Ausrichtungen der verkehrlichen Entwicklung durchleuchtet und mögliche Auswirkungen aufgezeigt. So liegt nun eine Bandbreite des Handlungsspielraums für den Verkehrsentwicklungsplan vor.

In Teil 3 sind mit der Strategischen Umweltprüfung (SUP) die Umweltauswirkungen abgeschätzt.

Nach der politischen Entscheidung, sich an Szenario 2 auszurichten, konnte ein integriertes Handlungskonzept entwickelt werden. Dieses benennt viele Maßnahmen und Strategien, welche für die Entwicklung der Mobilität in Karlsruhe in den nächsten 10 bis 20 Jahren umgesetzt werden sollten.

Der Verkehrsentwicklungsplan gibt somit die Zielausrichtung vor und ist ein abgestimmtes Konzept für das verkehrliche Handeln in Karlsruhe. Die einzelnen Maßnahmen und Strategien müssen nun überprüft und geplant werden. Die Umsetzung hängt von den Rahmenbedingungen, dem politischen Willen sowie nicht zuletzt den Finanzierungsmöglichkeiten ab.

Heinz Fenrich
Oberbürgermeister



Inhalt

1. Einleitung	7
1.1 Der Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe als Gegenstand der Strategischen Umweltprüfung.....	7
1.2 Untersuchungsrahmen.....	8
1.3 Erläuterungen zum Planungsprozess	9
2. Zielbereiche und Kriterien	12
2.1 Einführung.....	12
2.2 Modal Split/Verkehrsaufwand	14
2.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung.....	15
2.4 Lärm.....	15
2.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz	15
2.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs.....	16
3. Allgemeine Beschreibung des Umweltzustands und der Umweltprobleme.....	17
3.1 Einführung.....	17
3.2 Modal Split/Verkehrsaufwand	17
3.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung.....	18
3.4 Lärm.....	20
3.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz	22
3.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs.....	26
4. Indikatoren gestützte Beschreibung des Umweltzustands im Planungsnullfall und in den Entwicklungsszenarien	27
4.1 Einführung.....	27
4.2 Modal Split/Verkehrsaufwand	28
4.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung.....	32
4.4 Lärm.....	34
4.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz	38
4.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs.....	41
4.7 Bewertung der Szenarien aus Umweltsicht	43

5. Indikatorengestützte Beschreibung der Umweltwirkungen des integrierten Handlungskonzepts	44
5.1 Einführung.....	44
5.2 Modal Split/Verkehrsaufwand	45
5.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung.....	49
5.4 Lärm.....	50
5.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz	51
5.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs.....	53
5.7 Bewertung des integrierten Handlungskonzepts aus Umweltsicht	55
6. Hinweise zum Monitoring der Umweltwirkungen	57
7. Quellen	58

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Übersicht über einen integrativen Planungsprozess „Verkehrsentwicklungsplan mit SUP“	9
Abbildung 2: Modal Split der Karlsruher Bevölkerung 1982 bis 2012 sowie deutscher Großstädte mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern 2008/09.....	18
Abbildung 3: Anteile verschiedener Flächennutzungen im Gemeindegebiet Karlsruhe	19
Abbildung 4: Siedlungsdichte im Städtevergleich	20
Abbildung 5: Auswertung Hot Spots Straßenverkehr.....	21
Abbildung 6: PM10-Immissionen (Kurzzeitwert) an den Messstellen in Karlsruhe	23
Abbildung 7: NO ₂ -Immissionen (Langzeitwert) an den Messstellen in Karlsruhe	24
Abbildung 8: CO ₂ -Bilanz nach Verbrauchssektoren mit Verkehr (Strommix Deutschland) .	25
Abbildung 9: Auszug Verkehr aus dem Handlungskatalog des Klimaschutzkonzepts	26
Abbildung 10: Modal Split der Karlsruher Bevölkerung (Ergebnisse Verkehrsmodell)	28
Abbildung 11: Bi-Modal Split Quell- und Zielverkehr.....	29
Abbildung 12: Wegeaufkommen Quell- und Zielverkehr.....	30
Abbildung 13: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Straßentyp	31
Abbildung 14: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Fahrzeugart.....	31
Abbildung 15: Differenzdarstellung Lärmemissionen Planungsnullfall – Analyse.....	36
Abbildung 16: Differenzdarstellung Lärmemissionen Szenario 1 - Planungsnullfall	36
Abbildung 17: Differenzdarstellung Lärmemissionen Szenario 2 - Planungsnullfall	37
Abbildung 18: Differenzdarstellung Lärmemissionen Szenario 3 - Planungsnullfall	37
Abbildung 19: PM10-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten.....	39
Abbildung 20: NO ₂ -Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten.....	39
Abbildung 21: CO ₂ -Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten.....	40
Abbildung 22: Relative Veränderungen von Fahrleistung und Abgasemissionen im Stadtgebiet gegenüber dem Planungsnullfall.....	41
Abbildung 23: Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn Straßenabschnitten	42
Abbildung 24: Bausteine des integrierten Handlungskonzepts.....	44
Abbildung 25: Modal Split der Karlsruher Bevölkerung (Ergebnisse Verkehrsmodell)	46
Abbildung 26: Bi-Modal Split Quell- und Zielverkehr.....	47
Abbildung 27: Wegeaufkommen Quell- und Zielverkehr.....	47

Abbildung 28: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Straßentyp	48
Abbildung 29: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten.....	48
Abbildung 30: Differenzdarstellung Lärmemissionen Integriertes Handlungskonzept - Planungsnullfall	50
Abbildung 31: PM10-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten	51
Abbildung 32: NO ₂ -Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten.....	52
Abbildung 33: CO ₂ -Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten.....	53
Abbildung 34: Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn Straßenabschnitten	54

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Umweltindikatoren im Zielbereich Modal Split/Verkehrsaufwand	14
Tabelle 2:	Umweltindikatoren im Zielbereich Flächennutzung, Zerschneidung.....	15
Tabelle 3:	Umweltindikatoren im Zielbereich Lärm	15
Tabelle 4:	Umweltindikatoren im Zielbereich Luftschadstoffe/Klimaschutz	16
Tabelle 5:	Kenngößen für Flächeninanspruchnahmen und Zerschneidungswirkungen	34
Tabelle 6:	Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn betrachteten Straßenabschnitten (absolute Werte).....	42
Tabelle 7:	Bewertung	43
Tabelle 8:	Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn betrachteten Straßenabschnitten (absolute Werte).....	54

1. Einleitung

1.1 Der Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe als Gegenstand der Strategischen Umweltprüfung

Die Stadt Karlsruhe hat von 2008 bis 2012 einen neuen Verkehrsentwicklungsplan (VEP) erarbeitet. Im Rahmen der Erstellung des Verkehrsentwicklungsplans wurden unterschiedliche mögliche Entwicklungsrichtungen von Verkehr und Mobilität in Karlsruhe in Szenarien untersucht und es wurde daraus anhand inhaltlicher Ziele der Verkehrsentwicklung ein integriertes Handlungskonzept abgeleitet. Das Handlungskonzept bildet den Orientierungsrahmen für die Verkehrsentwicklung, also für die von städtischer Seite bis zum Jahr 2025 zu ergreifenden infrastrukturellen und nicht-infrastrukturellen Maßnahmen zur Gestaltung von Verkehrssystem und Mobilitätsangeboten. Der Verkehrsentwicklungsplan ist im „Handlungsfeld 10: Verkehr und Mobilität“ Teil des Integrierten Stadtentwicklungskonzepts 2020 (ISEK 2020) und bildet so einen wichtigen Baustein der gesamten Stadtentwicklung.

Für die Aufstellung des Verkehrsentwicklungsplans besteht keine gesetzliche Verpflichtung im Sinne von §14 UVPG (UVPG, 2012) und damit auch kein rechtliches Erfordernis zur Erstellung einer Strategischen Umweltprüfung (SUP). Angesichts der hohen und weiter zunehmenden Bedeutung, welche Umweltaspekte für den Verkehr haben, und welche umgekehrt auch der Verkehr für die Umweltqualität hat, besteht jedoch unzweifelhaft ein inhaltliches Erfordernis, die Umweltfolgen des Verkehrsentwicklungsplans bzw. der im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans geprüften und entwickelten Maßnahmen zu beleuchten. Die Stadt Karlsruhe hat sich daher entschlossen, begleitend zur Erstellung des Verkehrsentwicklungsplans eine Betrachtung der Umweltaspekte in Anlehnung an Ziele und Methodik der Strategischen Umweltprüfung im Sinne §14 UVPG vorzunehmen.

Die Erarbeitung dieser SUP orientiert sich methodisch am ‚Leitfaden Strategische Umweltprüfung (SUP) in der kommunalen Verkehrsentwicklungsplanung‘ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2006) und greift auch die dort vorgeschlagene Gliederung auf.

Der Verkehrsentwicklungsplan steht in enger Beziehung zu verschiedenen bereits bestehenden überfachlichen und fachbezogenen Plänen. Zu nennen sind hier insbesondere

1. übergeordnete raumbezogene Fachplanungen:

- Regionalplan 2003 des Regionalverbands Mittlerer Oberrhein (Regionalverband Mittlerer Oberrhein, 2006).
- Flächennutzungsplan 2010 des Nachbarschaftsverbands Karlsruhe (Nachbarschaftsverband Karlsruhe, 2004; in Fortschreibung).

2. verkehrsbezogene Fachplanungen:

- Bundesverkehrswegeplan 2003 (Bundesregierung, 2003).
- Nahverkehrsentwicklungsplan (Karlsruher Verkehrsverbund GmbH, 2003).
- Nahverkehrsplan 2006 (Karlsruher Verkehrsverbund GmbH, 2006; in Fortschreibung).

3. umweltbezogene Fachplanungen:

- Lärmaktionsplan (Stadt Karlsruhe, 2009).
- Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe 2006/2008 und Fortschreibung 2012 (RP KA 2012).
- Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009 (Stadt Karlsruhe, 2009) sowie Machbarkeitsstudie Klimaneutrales Karlsruhe 2050 (Stadt Karlsruhe 2011).

Die vorgenannten Pläne wurden – soweit sie umweltbezogene Aussagen und Festlegungen treffen – auch im Rahmen der SUP berücksichtigt.

1.2 Untersuchungsrahmen

Der Verkehrsentwicklungsplan – und damit auch die SUP - bezieht sich räumlich auf das Gemarkungsgebiet von Karlsruhe als so genannter „Planungsraum“: hier hat die Stadt Karlsruhe unmittelbaren Einfluss auf die Gestaltung des Verkehrs- und Mobilitätsangebots, hier setzen die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzeptes in erster Linie an. Wesentliche Teile des Verkehrs in diesem Planungsraum überschreiten aber als Quell-, Ziel- oder Durchgangsverkehr die Gemarkungsgrenzen. Um diese Verkehre bei der Analyse und bei der Maßnahmenkonzeption angemessen zu berücksichtigen, wurde im Verkehrsentwicklungsplan ein „Untersuchungsraum“ definiert, der die gesamten Region Karlsruhe mit ihren für das Gemarkungsgebiet Karlsruhe relevanten Verkehren umfasst. Dabei zählen jene Fernstraßen, die überwiegend dem weiträumigen regionalen und überregionalen Durchgangsverkehr dienen und die sich im Hinblick auf die Verkehrssystemgestaltung weitgehend dem Zugriff der Stadt Karlsruhe entziehen, auch dann zum Untersuchungsraum und nicht zum Planungsraum, wenn sie innerhalb der Gemarkungsgrenzen Karlsruhes liegen. Dies sind insbesondere die BAB 5, die BAB 8 sowie die Südtangente zwischen der Anschlussstelle Karlsruhe Mitte und der Rheinbrücke. Soweit erforderlich und sinnvoll, wird im Rahmen der SUP versucht, die Umweltwirkungen des Verkehrs auf diesen Straßen gesondert auszuweisen.

Methodisch stützt sich die SUP bei der Mehrzahl der Umwelt-Indikatoren (vgl. Kap. 2) auf die Ergebnisse des Verkehrsnachfragemodells, das im Verkehrsentwicklungsplan zur Ermittlung der verkehrlichen Wirkungen angewendet wurde. An Hand dieser Ergebnisse werden mit Hilfe in Kapitel 2 näher beschriebener Verfahren die Umweltwirkungen ermittelt.

1.3 Erläuterungen zum Planungsprozess

Die Strategische Umweltprüfung fügt sich als unselbständiger Teil in den Prozess zur Erstellung des Verkehrsentwicklungsplans ein. Dabei sind die Arbeitsschritte der SUP jeweils mit denen des Verkehrsentwicklungsplans verzahnt bzw. auf diese abgestimmt. In allgemeiner Form ist der Planungsablauf in Abbildung 1 dargestellt.

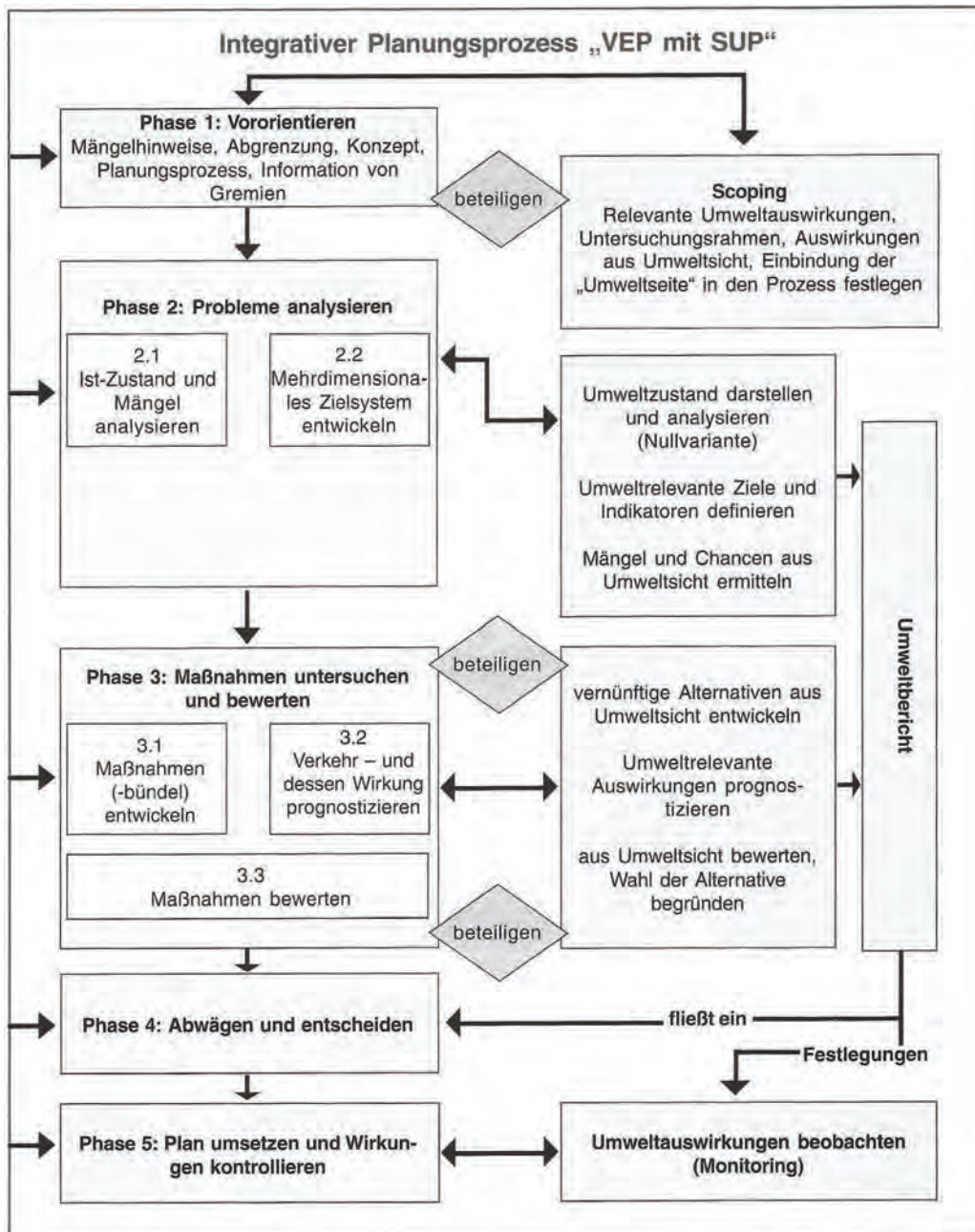


Abbildung 1: Übersicht über einen integrativen Planungsprozess „Verkehrsentwicklungsplan mit SUP“

Bildquelle: BMVBS (2006), S. 17.

Für den Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe lässt sich das gewählte Verfahren kurz gefasst wie folgt beschreiben:

- Zustandsanalyse

Im Rahmen der verkehrlichen Zustandsanalyse wurden zunächst eingehend Verkehrsnachfrage, Verkehrsangebote sowie strukturelle Rahmenbedingungen untersucht und nach fachlichen Kriterien bewertet.

Das SUP-Pendant zur verkehrlichen Zustandsanalyse stellt die ‚Allgemeine Beschreibung des Umweltzustands und der Umweltprobleme‘ in Kapitel 3 des vorliegenden Zwischenberichts dar. Ferner wurden im Rahmen eines verwaltungsinternen Scopings am 10.8.2008 Indikatoren zur Beurteilung der Umweltwirkungen formuliert.

- Formulierung von Zielen und Szenarien

Ausgehend von der Zustandsanalyse wurden Ziele für die verkehrliche Entwicklung formuliert (siehe Abschnitt 2.1). Ferner wurden drei Szenarien entworfen, in denen sich das Verkehrssystem künftig auf jeweils unterschiedliche Weise entwickelt. Mit Hilfe dieser drei Szenarien sollte die Bandbreite möglicher Entwicklungen durch die Stadt Karlsruhe aufgezeigt und eine Entscheidungsgrundlage über das Handlungskonzept geschaffen werden.

Die verkehrliche Zustandsanalyse wurde im Planungsausschuss am 23.10.2009 zur Kenntnis genommen sowie den Zielen und der Szenarienformulierungen zugestimmt.

Umweltaspekte haben sich in diesem Planungsabschnitt in der Formulierung eines dezidierten Umweltszenarios niedergeschlagen, dessen Maßnahmenpaket auf die Verringerung der verkehrlichen Umweltwirkungen ausgerichtet ist (Szenario 3).

- Wirkungsanalyse und Beurteilung der Szenarien

Gestützt auf ein Verkehrsmodell wurden die Wirkungen der verschiedenen Szenarien für die sechs verkehrlichen Handlungsziele ermittelt. Der Planungsausschuss hat die Ergebnisse der Wirkungsanalyse am 27.10.2011 zur Kenntnis genommen und darauf aufbauend die Grundausrichtung des integrierten Handlungskonzepts beschlossen.

Von Seiten der SUP wurden hier die wichtigsten und signifikantesten Umweltwirkungen eingespeist. Die Entscheidung über die Ausrichtung der Einzelkonzepte und des integrierten Handlungskonzepts erfolgte mithin in Kenntnis der bedeutsamsten Umweltwirkungen der verschiedenen Szenarien. Bei der beschlossenen Ausrichtung spielt die Förderung nachhaltiger Mobilität und der Klimaschutz eine zentrale Rolle.

- Formulierung eines integrierten Handlungskonzepts und eines Umsetzungskonzepts

Entsprechend der beschlossenen Ausrichtung wurden in mehreren Bearbeitungsschritten ein integriertes Handlungskonzept sowie ein zugehöriges Umsetzungskonzept ausgearbeitet. Das Handlungskonzept orientierte sich dabei grundsätzlich an Szenario 2 („Stadtverträglichkeit“), wobei aus Szenario 1 („Erreichbarkeit“) die Optimierung des Verkehrsablaufs an kritischen Knotenpunkten bzw. Netzabschnitten und aus Szenario 3 („Umweltszenario“) die Verringerung der CO₂-Emissionen zum Erreichen der Klimaziele übernommen wurden.

- Wiederum mit Hilfe des Verkehrsmodells wurden die Wirkungen der Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts abschließend ermittelt und dokumentiert.

- Der Gemeinderat der Stadt Karlsruhe hat dem Handlungskonzept am 20.11.2012 zugestimmt.

Der gesamte Prozess des Verkehrsentwicklungsplans wurde von Foren begleitet, in denen Repräsentanten verschiedener Gruppen aus Wirtschaft und Gesellschaft die Erarbeitung des Plans begleiten, sich über Zwischenergebnisse informieren und ihre Meinung in das weitere Verfahren einspeisen. Das Verfahren der SUP wurde im 2. Forum am 19.9.2008 (Sonderforum Lärm) eingehend dargestellt. Die Umweltwirkungen der entwickelten Maßnahmen nahmen in mehreren Foren einen breiten Raum ein und wurden auch von den Forumsteilnehmenden eingehend gewürdigt: im 4. Forum am 14.7.2011 bei der Vorstellung der Ergebnisse der Szenarienanalyse und im 5. Forum am 14.5.2012 sowie im so genannten Bürgerforum am 16.5.2012 bei der Vorstellung und Diskussion des Entwurfs des integrierten Handlungskonzepts. Auch im abschließenden Stadtbauforum am 13.11.2012 wurde die wichtige Rolle der Umweltauswirkungen des Verkehrs bzw. der Entwicklungsmaßnahmen in Präsentation und Diskussion deutlich.

Der vorliegende SUP-Bericht umfasst

- die Beschreibung der umweltbezogenen Zielbereiche und Kriterien (Kap. 2),
- die allgemeine Beschreibung der verkehrsbezogenen Umweltprobleme in Karlsruhe (Kap. 3),
- die Ergebnisse der Analyse und Beurteilung der Umweltwirkungen der drei Szenarien (Kap. 4),
- die Ergebnisse der Analyse und Beurteilung der Umweltwirkungen des integrierten Handlungskonzepts einschließlich weiter gehender Hinweise zur Verbesserung der Umweltsituation (Kap. 5),
- Hinweise zum Monitoring der Umweltsituation begleitend zur Umsetzung des Handlungskonzepts (Kap. 6) sowie

Der SUP-Bericht ergänzt als eigenständiges Dokument den Schlussbericht zum Verkehrsentwicklungsplan vom November 2012.

2. Zielbereiche und Kriterien

2.1 Einführung

Im Zuge der Erarbeitung des Verkehrsentwicklungsplans wurde ein Zielsystem für die Verkehrsentwicklungsplanung erarbeitet, das als Orientierungshilfe bei der Definition von Szenarien und Maßnahmen bzw. als Referenz für die Beurteilung der Szenarien und des integrierten Handlungskonzepts dient (siehe hierzu ausführlicher Kap. 3 des VEP-Schlussberichts).

Aus den Leitbildern der Stadtentwicklung (Stärkung von Karlsruhe als Oberzentrum in der Region und als attraktiver Wohnstandort) wurden Leitziele für die Verkehrsentwicklungsplanung abgeleitet. Hierzu gehören die Sicherung der wirtschaftlichen Austauschbeziehungen mit der Region und darüber hinaus, die Sicherung der Erreichbarkeit wichtiger Einrichtungen für Kultur, Bildung und Freizeit in Karlsruhe, die Sicherung der Mobilitätschancen für alle Bevölkerungsgruppen als Voraussetzung zur gleichberechtigten Teilhabe am gesellschaftlichen Leben (insbesondere Berücksichtigung der Belange von Frauen und Männern in ihren sozialen Rollen innerhalb der Gesellschaft im Sinne des Gender Mainstreaming) sowie eine umwelt- und klimaverträgliche Entwicklung des städtischen Verkehrs auf der Grundlage der bisherigen Bemühungen der Stadt Karlsruhe, die im Lärmaktions- und Luftreinhalteplan sowie in einem Gemeinderatsbeschluss zum Klimaschutz fixiert sind.

Das führt zu den Handlungszielen der Verkehrsentwicklungsplanung, die jeweils durch Teilziele konkretisiert werden. Hierbei können Teilziele auch verschiedenen Handlungszielen zugeordnet werden, sodass es hier zu Überschneidungen kommen kann. Die folgenden aus den Leitzielen und –bildern abgeleiteten Handlungs- und Teilziele wurden im Zuge des Beteiligungs- und Entscheidungsprozesses im Juli 2009 im Forum Verkehrsentwicklungsplanung und im November 2009 im Planungsausschuss festgehalten:

Verbesserung der Verkehrsabwicklung des motorisierten Verkehrs (IV, ÖPNV)

- Reduzierung von Staus und zähflüssigem Verkehr im Stadtgebiet
- Beseitigung von Engpässen im Straßennetz
- Verlagerung von Autofahrten auf die Verkehrsmittel des Umweltverbundes (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr)
- Optimierung der Lichtsignalsteuerung
- Bündelung von Verkehrsströmen des motorisierten IV auf leistungsfähigen Hauptachsen

Stärkung des Umweltverbundes

- Ausbau des ÖPNV-Angebots
- Ausbau des Radverkehrsangebots
- Erweiterung des (Flächen-)Angebots für den Fußverkehr
- Verbesserung der Vernetzung der Verkehrssysteme
- Sicherung der Barrierefreiheit der Verkehrssysteme
- Minimierung der Wartezeiten an Lichtsignalanlagen

Steigerung der Umweltqualität

- Minimierung der Lärm- und Schadstoffbelastungen
- Verlagerung von Autofahrten auf die Verkehrsmittel des Umweltverbundes (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr)
- Ausbau der Angebote für die Nutzung mehrerer Verkehrsmittel (Multimodalität)
- Minimierung des Flächenverbrauchs für Kfz-Infrastruktur
- Verstärkter Einsatz von emissionsarmen Fahrzeugen

Erhöhung der Verkehrssicherheit

- Entschärfung von Unfallschwerpunkten
- Verbesserung der Situation im Fuß- und Radverkehr
- Anordnung von adäquaten Kfz-Geschwindigkeiten
- Sicherung der Barrierefreiheit der Verkehrssysteme
- Förderung gegenseitiger Rücksichtnahme und partnerschaftlichen Verhaltens

Erhöhung der Attraktivität der Innenstadt und der Stadtquartiere

- Sicherung der Barrierefreiheit der Verkehrssysteme
- Sicherung der Erreichbarkeit mit allen Verkehrsmitteln
- Stärkung der Aufenthaltsfunktion des öffentlichen Straßenraums
- Schaffung von zusammenhängenden Netzen im Fußverkehr
- Anordnung von adäquaten Kfz-Geschwindigkeiten
- Sicherung eines adäquaten Parkraumangebots (Kfz und Fahrräder)
- Abbau von Gehwegparken
- Reduzierung von quartiersfremdem/ störendem Kfz-Verkehr

Verbesserung der Situation im Wirtschaftsverkehr

- Verbesserung der Erreichbarkeit der Gewerbegebiete mit dem ÖPNV
- Verbesserung der Organisation des Wirtschaftsverkehrs
- Reduzierung von Staus und zähflüssigem Verkehr im Stadtgebiet
- Beseitigung von Engpässen im Straßennetz
- Sicherung von Ladezonen in Stadtquartieren

Die inhaltlichen Ziele der Verkehrsentwicklung umfassen mithin unmittelbar („Steigerung Umweltqualität“) oder mittelbar („Stärkung Umweltverbund“, „Erhöhung Attraktivität Stadtquartiere“) auch umweltbezogene und Klimaschutz-Ziele.

Zur Prüfung und Beurteilung der Umweltwirkungen des Verkehrs im Status quo, im Planungsnullfall, in den drei Szenarien sowie im integrierten Handlungskonzept bzw. im Umsetzungskonzept hat ein interner Arbeitskreis aus Gutachtern, Stadtplanungsamt und Umweltamt im Juli 2008, also bereits vor Beginn des inhaltlichen Planungsprozesses, im Rahmen eines Scopingprozesses einen Katalog von Umwelt-Indikatoren entworfen. Grundsätze für die Auswahl von Indikatoren waren dabei:

- **Umweltrelevanz:**
die Indikatoren müssen sich auf die umweltbezogenen Schutzgüter (1. Menschen, Tiere, Pflanzen, Biodiversität; 2. Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft; 3. Kultur- und Sachgüter; 4. Wechselwirkungen zwischen 1. bis 3.) beziehen.
- **Durchgängigkeit und Prognosefähigkeit:**
die Indikatoren müssen sowohl für den Status quo als auch für die Szenarien in vergleichbarer Methodik ermittelt werden können.
- **Maßnahmensensitivität:**
die Indikatoren müssen auf verkehrliche Entwicklungsmaßnahmen, die im Handlungs- und Kompetenzbereich der Stadt Karlsruhe liegen, reagieren (können).
- **Aussagekraft:**
die Indikatoren müssen wesentliche, bewertungsrelevante Aspekte der Umwelt erfassen.
- **Effizienz von Erhebung/Ermittlung der Indikatorenwerte:**
die Indikatoren müssen mit vertretbarem Aufwand und in angemessener Genauigkeit ermittelbar sein.

Nachfolgend werden Umwelt-Indikatoren sowie das jeweilige Erhebungsverfahren für die fünf Umwelt-Wirkungsfelder Modal Split/Verkehrsaufwand, Flächennutzung/Zerschneidung, Lärm, Luftschadstoffe/Klimaschutz sowie straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs dargestellt und erläutert.

2.2 Modal Split/Verkehrsaufwand

Der Modal Split, also die Verteilung des Wegeaufkommens und des Verkehrsaufwandes auf die verschiedenen Verkehrsträger, gilt in der Verkehrsplanung als Leitindikator für die Umweltwirkungen des Verkehrs. Dahinter steht der Zusammenhang, dass der Motorisierte Verkehr hinsichtlich Flächenverbrauch, Lärm- und Abgasemissionen deutlich ungünstigere Umweltwirkungen aufweist als der Nichtmotorisierte Verkehr (NMIV) mit Fahrrädern und zu Fuß. Innerhalb des Motorisierten Verkehrs wiederum ist der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) in aller Regel umweltfreundlicher als der Motorisierte Individualverkehr (MIV).

Der Verkehrsaufwand gilt als Leitgröße für Maß und Umfang des tatsächlich stattfindenden Verkehrs und damit auch seiner Umweltwirkungen.

Indikator	Einheit	Datenherkunft/Methodik der Ermittlung
Modal Split Personenverkehr (Wege)	%	Aus Verkehrsmodell
Pkw-Verkehrsaufkommen	Fahrzeug-km	Aus Verkehrsmodell
Lkw-Verkehrsaufkommen	Fahrzeug-km	Aus Verkehrsmodell

Tabelle 1: Umweltindikatoren im Zielbereich Modal Split/Verkehrsaufwand

2.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung

Eine baulich bedingte und daher in der Regel dauerhafte Umweltwirkung des Verkehrs ist die Flächeninanspruchnahme durch Verkehrsanlagen wie Straßen, Plätze, Parkierungsbauten, Wege und Schienenbahnen. Insbesondere durch Straßen und Plätze wird die Oberfläche versiegelt und so der natürliche Wasserhaushalt beeinträchtigt. Zudem zerschneiden Verkehrswege Nutzungs- und Lebensbereiche und bilden so Grenzen für Fauna und Mensch.

Indikator	Einheit	Datenherkunft/Methodik der Ermittlung
Veränderung zerschnittener/tangierter Gebiete	km, differenziert nach Gebietstypen	Überschlägige Längen neuer Verkehrswege, Kartierung von (Schutz-) Gebieten
Veränderung der versiegelten Fläche	ha	Berechnung aus durchschnittlichen Flächenverbrauchs-Kennzahlen bei Verkehrswegebauten bzw. -Rückbauten

Tabelle 2: Umweltindikatoren im Zielbereich Flächennutzung, Zerschneidung

2.4 Lärm

Die Lärmwirkungen des Verkehrs sind in jüngerer Zeit vermehrt in das öffentliche Bewusstsein gedrungen. Lärm wirkt nicht allein störend, er begünstigt nach heutigem Erkenntnisstand auch Herz- und Kreislauferkrankungen sowie weitere chronische Gesundheitsbeeinträchtigungen. Der Verkehr gilt als einer der Hauptverursacher von Lärm.

Indikator	Einheit	Datenherkunft/Methodik der Ermittlung
Lärmemission Straße	dB(A), streckenbezogen	Verkehrsbelastungen aus Modell, Ermittlung des Emissionspegels nach RLS90

Tabelle 3: Umweltindikatoren im Zielbereich Lärm

2.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz

Abgase des Verkehrs schädigen in vielfacher Weise Mensch und natürliche Umwelt. Als lokal wirksame Luftschadstoffe sind insbesondere Feinstäube und Stickoxide von Bedeutung. Beide schädigen die Atemwege und können zu Erkrankungen der Atemwege und Folgeerkrankungen führen. Global schädlich ist dagegen Kohlendioxid, das als Leitgas für den Treibhauseffekt und den Klimawandel gilt.

Indikator	Einheit	Datenherkunft/Methodik der Ermittlung
Partikelemissionen	Kg/Tag	Verkehrsbelastungen aus Modell, Verkehrssituationen im Netz nach HBEFA
NO ₂ -Emissionen	Kg/Tag	Verkehrsbelastungen aus Modell, Verkehrssituationen im Netz nach HBEFA
CO ₂ -Emissionen	t/Tag	Verkehrsbelastungen aus Modell, Emissionsfaktoren aus HBEFA

Tabelle 4: Umweltindikatoren im Zielbereich Luftschadstoffe/Klimaschutz

2.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs

Unter dem Begriff der Straßenräumlichen Verträglichkeit des Verkehrs wurden in der Zustandsanalyse des Verkehrsentwicklungsplans zwanzig ausgewählte Straßenabschnitte in Karlsruhe nach einer einheitlichen Methodik analysiert und bewertet (StetePlanung, Habermehl + Follmann Ingenieurgesellschaft mbH, 2009, S. 94 ff.). Im Blickfeld stand dabei insbesondere die Sozial- und Aufenthaltsfunktion des Straßenraums sowie die Qualität der Verkehrssituation für den Fuß- und Radverkehr. Die Bewertung erfolgte schematisch in sieben Bewertungsfeldern, in denen unter anderem die gefahrenen Geschwindigkeiten, die Verkehrsstärken in der Spitzenstunde, die Parkierungspraxis sowie das Vorhandensein bzw. die Eigenschaften verschiedener Straßenraumelemente (Fußweg, Radweg, Parkraum, Straßenröhre, Querungshilfen) eine Rolle spielen.

Eine kursorische Anwendung des Analyseverfahrens zur straßenräumlichen Verträglichkeit auf die Szenarien hat gezeigt, dass die Bearbeitungstiefe der Szenarien nicht ausreicht, um signifikante Veränderungen der straßenräumlichen Verträglichkeit gegenüber dem Status quo darzustellen. Aus den Ergebnissen der Szenarienbetrachtungen lassen sich zwar Veränderungen der Tages-Verkehrsstärken und – mit Einschränkungen – der gefahrenen Geschwindigkeiten ableiten; für eine vollständige und zum Vergleich mit dem Status quo geeignete Beurteilung wäre ein straßenräumlicher Vorentwurf erforderlich, der im Rahmen der Szenarienbearbeitung nicht geleistet werden kann.

3. Allgemeine Beschreibung des Umweltzustands und der Umweltprobleme

3.1 Einführung

Der Verkehr zählt gerade in städtischen Räumen zu den Hauptverursachern von Umweltbeeinträchtigungen und Umweltproblemen. Nachfolgend soll zunächst ein allgemeiner Überblick über die verkehrsbedingten Umweltprobleme in Karlsruhe in den fünf Zielbereichen der SUP gegeben werden. Der Überblick fußt dabei vorrangig auf bereits bestehenden Analysen und Fachplanungen und fasst deren wichtigste Ergebnisse zusammen.

Die indikatorengestützte Beurteilung der Umweltwirkungen des heutigen Verkehrs wird in Kapitel 4 vorgenommen, da dort auch eine Gegenüberstellung mit den untersuchten künftigen Entwicklungen von Verkehr und Umweltfolgen möglich ist und auf diese Weise die heutigen Wirkungen besser eingeordnet werden können.

3.2 Modal Split/Verkehrsaufwand

Das Mobilitätsverhalten der Karlsruher Bevölkerung wird seit nunmehr 40 Jahren in Zehnjahres-Abständen erfasst. Die letzte Erhebung fand während der abschließenden Arbeiten am Verkehrsentwicklungsplan in 2012 statt.

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung des Modal Split der Karlsruher Bevölkerung seit 1982. Von 1982 bis 2002 ist der Anteil des MIV näherungsweise konstant geblieben, während der ÖPNV über die Jahre hinweg allmählich zu Lasten des Fuß- und Fahrradverkehrs an Bedeutung gewonnen hat. 2012 hat sich der Modal Split im Vergleich zu den Vorjahren drastisch verändert: der Fahrrad-Anteil hat mit 8,5 Prozentpunkten um mehr als die Hälfte zugelegt, während der MIV-Anteil um fast 10 Prozentpunkte bzw. über ein Fünftel abgenommen hat. Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass bei der Erhebung 2012 gegenüber den Vorjahren ein Methodenwechsel stattgefunden hat. Ein möglicher weiterer Sondereffekt sind die Verkehrsbehinderungen für den MIV durch eine große Zahl von Straßenbaustellen. Des ungeachtet ist davon auszugehen, dass auch die verkehrlichen Maßnahmen der letzten Jahre und hier insbesondere das 20-Punkte-Programm zur Förderung des Radverkehrs ihre Wirkung zeitigen.

Im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt der Großstädte gleicher Größenkategorie (100.000 bis 500.000 Einwohner), wie er sich aus den Ergebnissen der bundesweiten Mobilitätserhebung Mobilität in Deutschland 2008 (MiD 2008/09) ergibt, verfügt die Stadt Karlsruhe 2012 über eine aus Umweltsicht ausgesprochen günstige Position hinsichtlich der Verkehrsmittelwahl ihrer Bevölkerung: der „Umweltverbund“ macht in Karlsruhe bereits zwei Drittel aller Wege aus, während er im Durchschnitt der Großstädte kaum die Hälfte erreicht. Entsprechend gering ist im Vergleich der MIV-Anteil: werden im Schnitt 53,1% der Wege der großstädtischen Bevölkerung mit dem MIV zurückgelegt, so sind es in Karlsruhe nur rund ein Drittel.

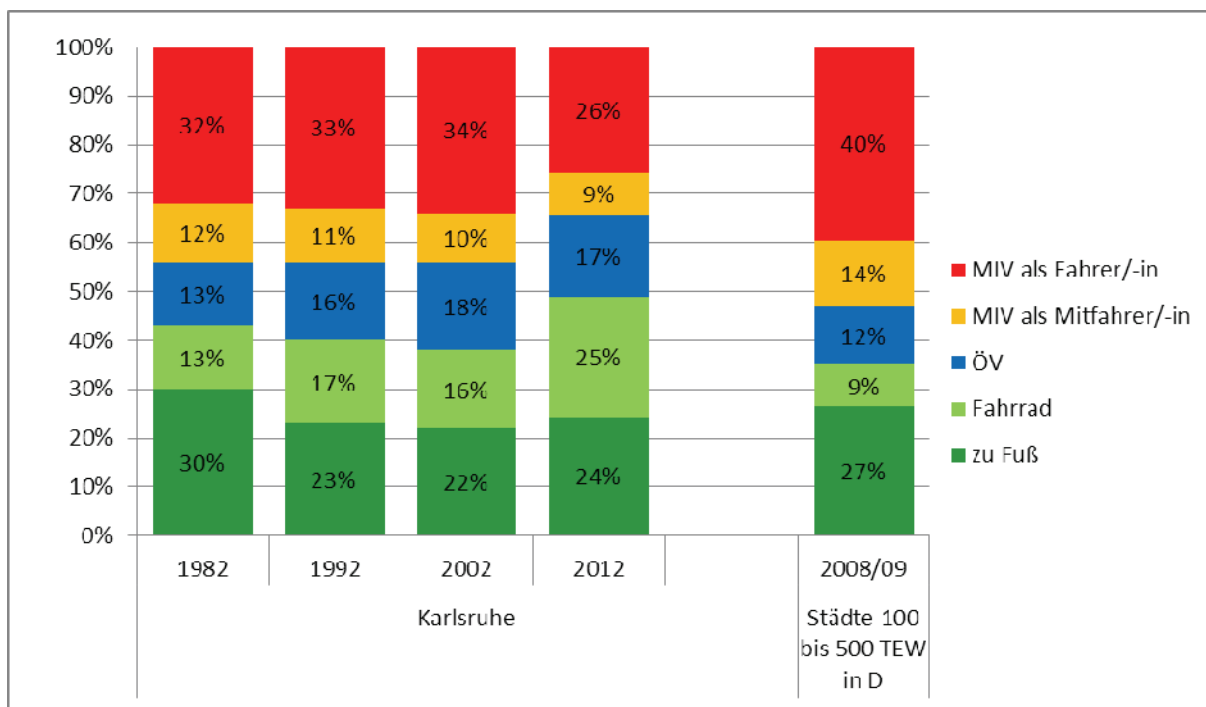


Abbildung 2: Modal Split der Karlsruher Bevölkerung 1982 bis 2012 sowie deutscher Großstädte mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern 2008/09

Eigene Darstellung nach (Omniphon, 2012) und (infas/DLR, 2010)

3.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung

Statistische Angaben zu versiegelten Flächen im engeren Sinne oder zu Zerschneidungen stehen nicht zur Verfügung¹. Die amtliche Statistik liefert dagegen allgemeine Daten zur Flächennutzung. In

¹ In den Indikatoren zur Raum- und Stadtentwicklung (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BSR), 2010) wird als Indikator für unzerschnittene verkehrsarme Räume der Anteil der Fläche unzerschnittener verkehrsarmer (d.h. ohne klassifizierte Straßen mit mehr als 1000 Kfz/24h) Räume an der Gesamtfläche angegeben. In nahezu allen Kreisfreien Städten ist dieser Indikator jedoch unwirksam, da die Kriterien an größere unzerschnittene Räume nirgends im Stadtgebiet erfüllt werden.

Abbildung 3 ist die Entwicklung der Flächenanteile verschiedener Flächennutzungen im Gemeindegebiet Karlsruhe seit 1992 dargestellt. Wie deutlich zu erkennen ist, hat sich der Anteil der Verkehrsflächen seitdem kaum verändert und liegt stabil bei knapp einem Achtel der Gesamt-Gemeindefläche. Auch die Gebäude- und Freiflächen sind weitgehend stabil, was zusammen mit den Verkehrsflächen auf ein weitgehend abgeschlossenes Siedlungsgefüge und Verkehrsnetz hinweist. Zuwächse gibt es in den betrachteten beiden Dekaden lediglich bei den Erholungsflächen zulasten land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen.

Der bebaute Anteil des Stadtgebiets beträgt mit Gebäude-, Frei- und Verkehrsflächen rund 40%, was rund 6.800 ha Fläche entspricht, die überwiegend versiegelt ist.

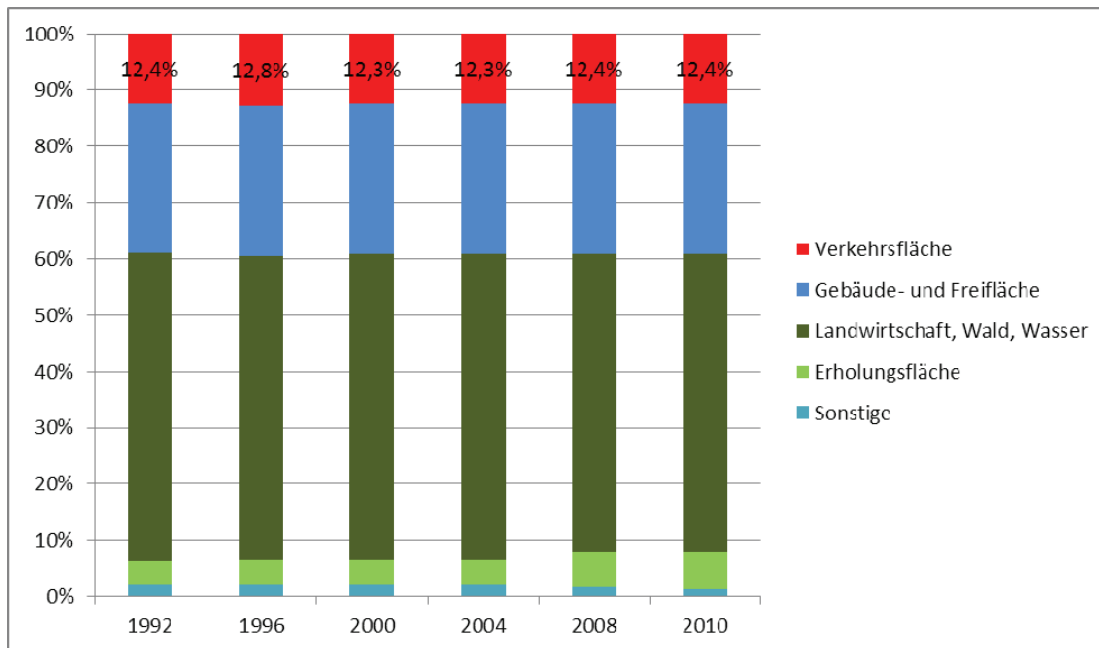


Abbildung 3: Anteile verschiedener Flächennutzungen im Gemeindegebiet Karlsruhe
(eigene Darstellung nach Daten aus (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2011))

Ergänzend kann als Indikator zur Beurteilung der Flächennutzung unter Umweltgesichtspunkten die Siedlungsdichte herangezogen werden, also das Verhältnis der Einwohnerzahl zur Siedlungs- und Verkehrsfläche. Die Siedlungsdichte ist als generalisiertes Maß für die Effizienz der Siedlungsorganisation zu verstehen: je dichter Siedlungen sind, desto geringer ist dem Grunde nach der Verkehrsaufwand für Funktionen des täglichen Bedarfs, da diese – gleichmäßige Nutzungsmischung unterstellt - häufiger in Wohnortnähe zu finden sind.

Abbildung 4 zeigt die Siedlungsdichte der sieben hinsichtlich Einwohnerzahl und raumstruktureller Zugehörigkeit mit Karlsruhe vergleichbaren deutschen Städte. Die Stadt Karlsruhe liegt mit einem Wert von 3.641 EW/ha Siedlungs- und Verkehrsfläche im Mittelfeld all dieser Städte.

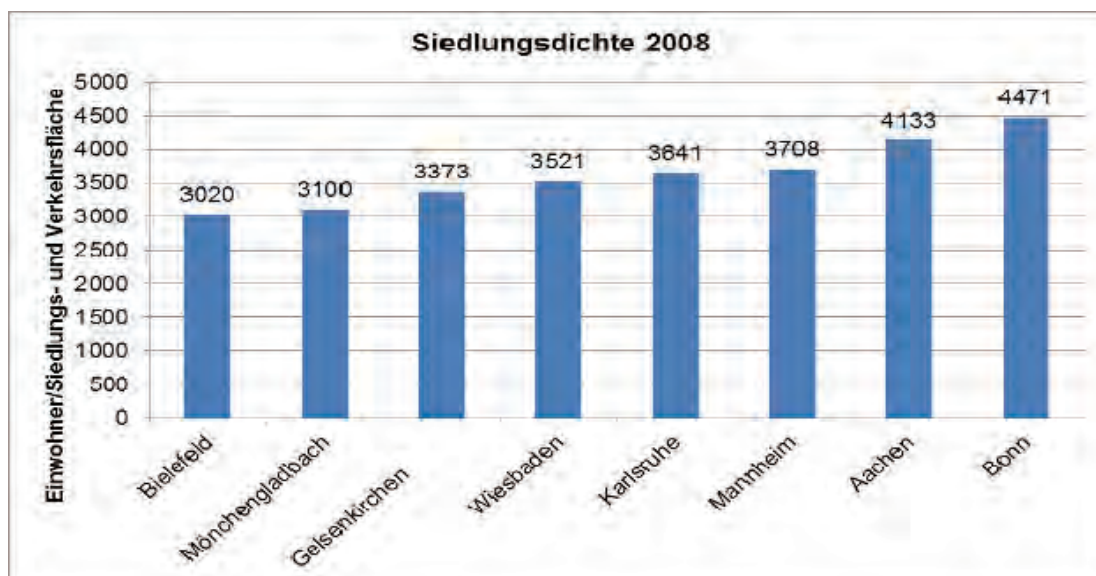


Abbildung 4: Siedlungsdichte im Städtevergleich

(eigene Darstellung nach Daten aus (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), 2010))

3.4 Lärm

Das Thema Verkehrslärm wird in Karlsruhe bereits seit den 1970er Jahren systematisch behandelt. Seitdem wurde eine Vielzahl von Maßnahmen zur Lärminderung in der gesamten Bandbreite von Lärmvermeidung durch Bauleitplanung (Siedlungsentwicklung in ruhigen Gebieten) und Verkehrsplanung (Bau von Umfahrungsstraßen) über aktiven Schallschutz an Straßen und Schienenwegen (Lärmschutzwände und -wälle, lärmindernde Straßenbeläge, Geschwindigkeitsreduzierung) bis hin zu passiven Schutzmaßnahmen (Schallschutzfensterprogramm) ergriffen.

Im Jahr 2007 hat die Stadt Karlsruhe eine Lärmkartierung nach den Regularien der EU-Umgebungslärmrichtlinie durchgeführt und dabei ermittelt, wo und wie viele Stadtbewohner in welchem Maße von Verkehrslärm betroffen sind (Stadt Karlsruhe 2009). Im Ergebnis zeigt sich, dass – wie in vielen städtischen Räumen – trotz der bereits durchgeführten Maßnahmen noch immer Teile der Bevölkerung erheblichen Verkehrslärm-Belastungen ausgesetzt sind. So wird beispielsweise durch Straßenverkehrslärm an den Wohnorten von 3.200 Menschen und durch Schienenverkehrslärm (Straßenbahn) an den Wohnorten von 5.100 Menschen der Hot Spot-Schwellenwert von 70 dB(A) (L_{DEN}) überschritten.

Abbildung 5 zeigt im Überblick vorhandene aktive Lärmschutzanlagen (grün) sowie Hot Spots des Straßenverkehrslärms (rot). Wie deutlich zu erkennen ist, liegt die Mehrzahl der Hot Spots an innerstädtischen angebauten Hauptstraßen. Viele Umfahrungsstraßen sind dagegen mit Lärmschutzwänden und -wällen ausgestattet.

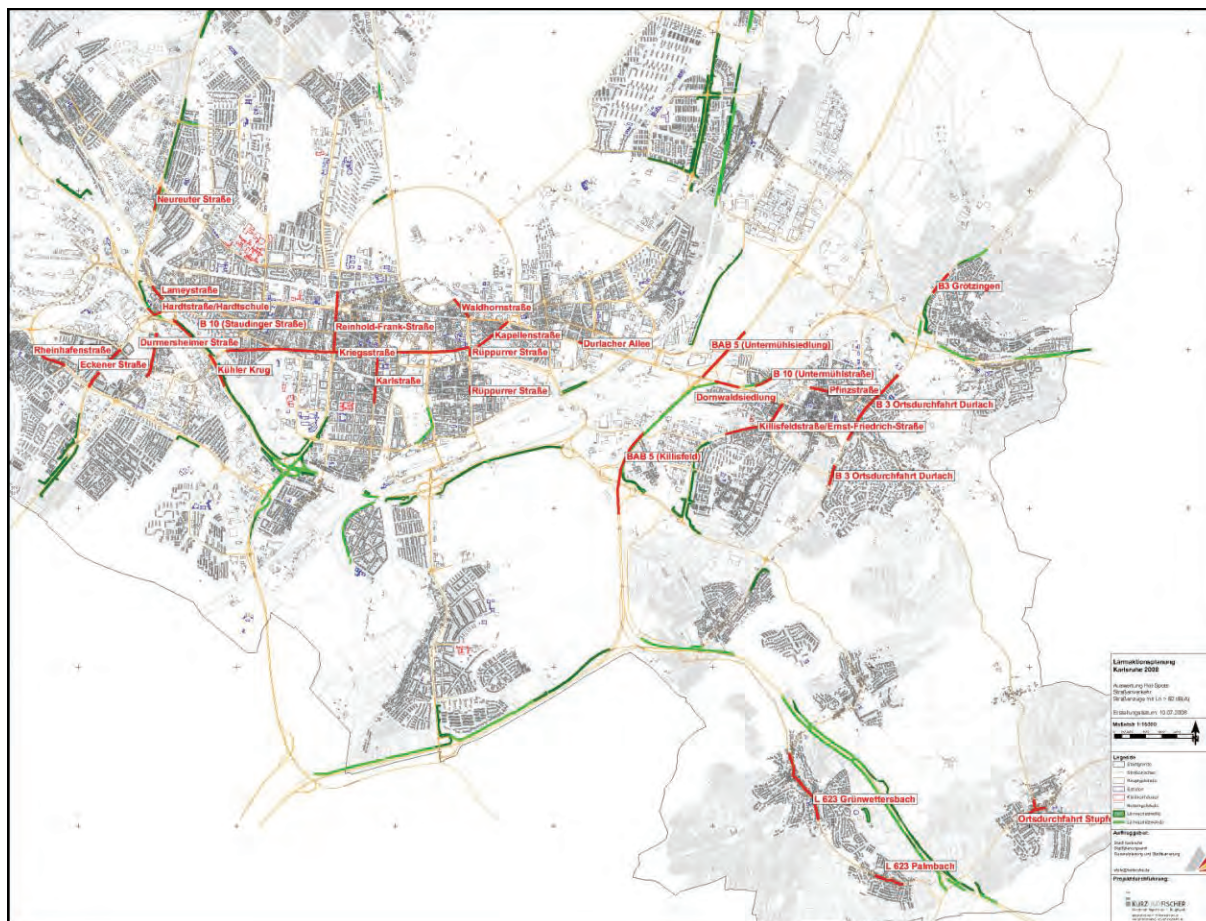


Abbildung 5: Auswertung Hot Spots Straßenverkehr

Bildquelle: (Stadt Karlsruhe 2009). (rot: Hot Spot-Straßenabschnitte; grün: bestehende Lärmschutzwälle und -wände)

Der 2009 aufgestellte Lärmaktionsplan der Stadt Karlsruhe umfasst insgesamt 49 Maßnahmen zur Bekämpfung bzw. Verringerung des Verkehrslärms, darunter 22 an Hot Spots und sieben an so genannten ‚Verbesserungsbedürftigen Situationen² des Straßenverkehrs sowie 20 an Hot Spots des Straßenbahnverkehrs.

Die straßenverkehrsbezogenen Maßnahmen sind insbesondere der Bau von Lärmschutzwänden sowie passiver Schallschutz; an drei von zwölf geprüften Straßenabschnitten wird die zulässige Geschwindigkeit reduziert.

Maßnahmen zur Bekämpfung des Schienenlärms der Straßenbahnen umfassen vor allem Verbesserungen am Fahrweg (Schienenschleifen, Lärmüberwachung des Gleises) und passive Schallschutzmaßnahmen an den Gebäuden.

Die Lärmkartierung der Eisenbahnen des Bundes liegt erst seit Anfang 2011 vor. Die Aufstellung eines Lärmaktionsplans für diesen Lärmverursacher ist in Arbeit.

² Dies sind Stellen bzw. Straßenabschnitte, die hinsichtlich Betroffenenzahlen und/oder Immissionspegel die Kriterien für Hot Spots nicht erreichen, aber dennoch hohen Lärmbelastungen ausgesetzt sind.

3.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz

Luftreinhaltung

Seit rund zehn Jahren sind die gesundheitsgefährdenden Immissionen von Feinstäuben (PM₁₀ und PM_{2,5}) sowie von Stickoxiden (NO und NO₂) in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit gerückt. Treiber waren hierbei insbesondere EU-Luftqualitätsrichtlinien bzw. deren Umsetzung in nationales Recht. Sie schreiben vor, verschiedene Schadstoffgruppen systematisch zu erfassen und bei Überschreiten von bestimmten Grenzwerten Maßnahmen zur Immissionsminderung zu ergreifen. Die Immissionsmessungen zeigen, dass in vielen städtischen Räumen die Feinstaub- und NO₂-Grenzwerte regelmäßig und deutlich überschritten werden. Dies betrifft insbesondere den PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert und den NO₂-Langzeitgrenzwert, die nachfolgend für Karlsruhe dargestellt sind.

In Karlsruhe werden zwei Luftmessstationen durch die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) dauerhaft betrieben:

- Station ‚Karlsruhe-Nordwest‘, Daimlerstraße, Hintergrund-Messstelle an vorstädtischem Standort,
- Station ‚Karlsruhe-Straße‘, Reinhold-Frank-Straße, Verkehrsmessstelle an städtischem Standort.

Weitere Messstellen wurden in den letzten Jahren befristet betrieben.

In Abbildung 6 ist die Entwicklung der Kurzzeitgrenzwerte der PM₁₀-Immissionen an den beiden Dauermessstellen dargestellt. Deutlich zu erkennen sind die von Jahr zu Jahr sehr großen Schwankungen der Immissionen. Hieran wird der große Einfluss der Meteorologie auf die PM₁₀-Immissionen anschaulich: in Jahren mit häufigen austauscharmen Wetterlagen steigen die Feinstaub-Immissionen an. Zu einer Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes (35 Tage mit einem PM₁₀-Tagesmittel von mehr als 50 µg/m³) kam es nur 2006 an der Station Karlsruhe Straße. Der Grenzwert für den Jahresmittelwert wurde an keine Station überschritten.

Der Verkehr hat nach Berechnungen des LUBW einen Anteil an den PM₁₀-Belastungen von 47% bzw. – wird die großräumige Hintergrundbelastung, die allein schon die Hälfte des Immissionswertes verursacht, außer Betracht gelassen – von mehr als 70% (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 2011).

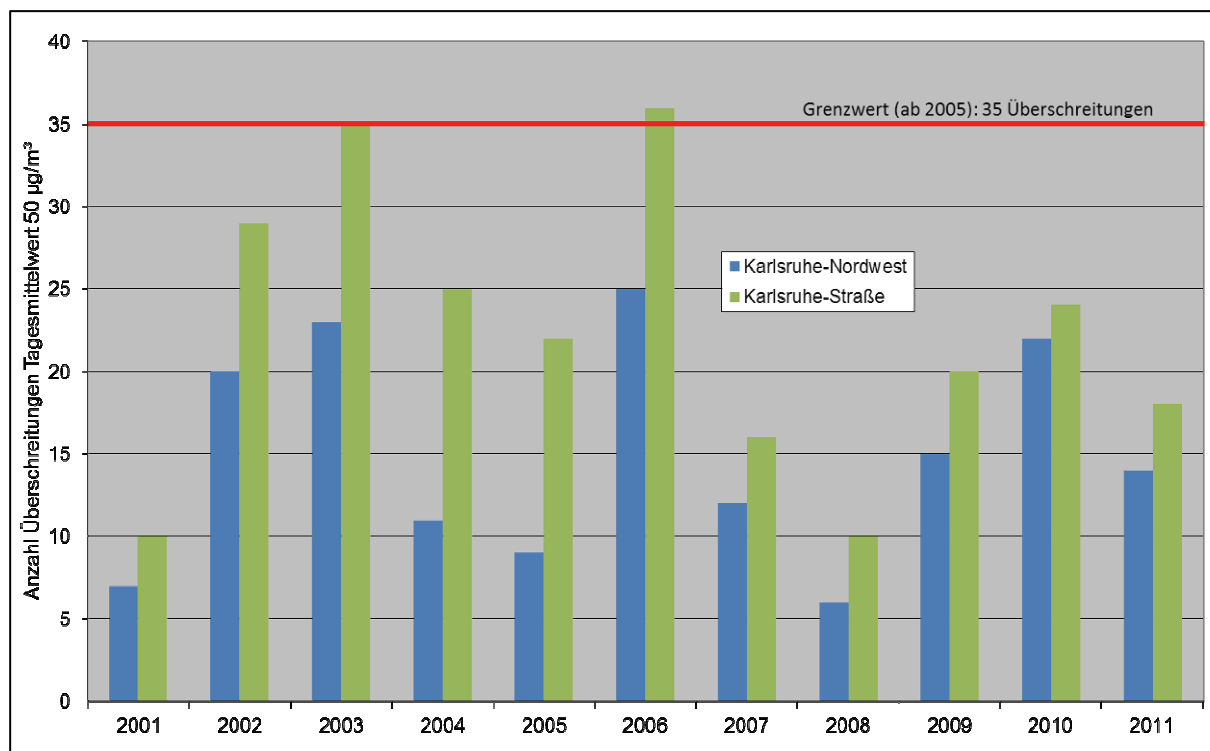


Abbildung 6: PM10-Immissionen (Kurzzeitwert) an den Messstellen in Karlsruhe
(Eigene Darstellung nach (Umweltbundesamt 2012))

In Abbildung 7 ist die Entwicklung der Langzeitgrenzwerte der NO_2 -Immissionen an den beiden Dauermessstellen dargestellt. Im Vergleich zu den PM10-Immissionen ist deutlich die Kontinuität der maßgebenden NO_2 -Immissionen zu erkennen, d.h. auch ihre weitgehende Unabhängigkeit von meteorologischen Einflüssen.

An der für Karlsruhe repräsentativen Straßenmessstation ‚Karlsruhe-Straße‘ wird der seit 01.01.2010 gültige Grenzwert für das Jahresmittel von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dauerhaft überschritten. Die Entwicklung der letzten 11 Jahre lässt eine nur leicht abnehmende Tendenz erkennen. Die städtische Hintergrundbelastung liegt dagegen, wie an der Station ‚Karlsruhe-Nordwest‘ erkennbar, deutlich und dauerhaft unter dem Grenzwert.

Der Verkehr hat nach Berechnungen des LUBW einen Anteil an den NO_2 -Belastungen von 61% bzw. – wird die großräumige Hintergrundbelastung, die sich bei NO_2 nur auf 15 % des Immissionswertes beläuft, außer Betracht gelassen – von mehr als 70% (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 2011).

Erfahrungen und Modellrechnungen in anderen Regionen und Bundesländern lassen es als wahrscheinlich erscheinen, dass sich die Grenzwertüberschreitungen nicht auf die Messorte beschränken, sondern vielmehr andere Hauptverkehrsstraße vergleichbar hohe oder gar noch höhere Belastungen aufweisen. Dies gilt insbesondere für die NO_2 -Immissionen.



Abbildung 7: NO₂-Immissionen (Langzeitwert) an den Messstellen in Karlsruhe
(Eigene Darstellung nach (Umweltbundesamt 2012))

Zur Verringerung der Luftschadstoffimmissionen hat das Regierungspräsidium Karlsruhe für den gesamten Regierungsbezirk in 2006 einen Luftreinhalteplan aufgestellt und diesen in 2012 fortgeschrieben. Ferner hat das Regierungspräsidium Karlsruhe in 2008 einen Aktionsplan für die Stadt Karlsruhe zur Reduzierung der Feinstaubimmissionen mit 7 Maßnahmen erlassen.

Zentrale verkehrsbezogene Maßnahme war und ist die stufenweise Einführung einer Umweltzone. Die räumliche Abgrenzung der Umweltzone umfasst den Kernbereich von Karlsruhe und ist damit vergleichsweise klein. Seit 1.1.2009 ist die Einfahrt für Kraftfahrzeuge ohne Plakette verboten. Ab 1.1.2012 dürfen nur noch Fahrzeuge mit gelber oder grüner Plakette einfahren. Am 1.1.2013 tritt als letzte Stufe die Beschränkung der Einfahrt auf Fahrzeuge mit grüner Plakette in Kraft.

Klimaschutz

Als freiwilliges Instrument zur Erreichung der Klimaschutzziele hat die Stadt Karlsruhe 2008/09 ein Klimaschutzkonzept erstellt. Es umfasst eine Bestandsaufnahme bereits bestehender Klimaschutzaktivitäten, eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen und der Endenergieverbräuche in verschiedenen Verbrauchssektoren, einen 80 Maßnahmen umfassenden Handlungskatalog sowie Konzepte zum Controlling der CO₂-Emissionen und zur Öffentlichkeitsarbeit.

Der Verkehr spielt in allen Teilen des Klimaschutzkonzepts nur eine nachgeordnete Rolle, da die Hauptrolle bei der Gestaltung des Verkehrssystems beim seit 2008 in Erarbeitung befindlichen Verkehrsentwicklungsplan liegt. Bei der CO₂-Bilanzierung wurden die verkehrsbezogenen Emissionen aus einem Zwischen-Bearbeitungsstand des Verkehrsentwicklungsplans übernommen. Sie zeigen, dass der Straßenverkehr einen Anteil von 20% an den gesamten

CO₂-Emissionen in Karlsruhe hat. Nach dem dominierenden Sektor Industrie liegt der Verkehr damit gleichauf mit den Emissionen der privaten Haushalte und von Gewerbe und Sonstigen (Abbildung 8).

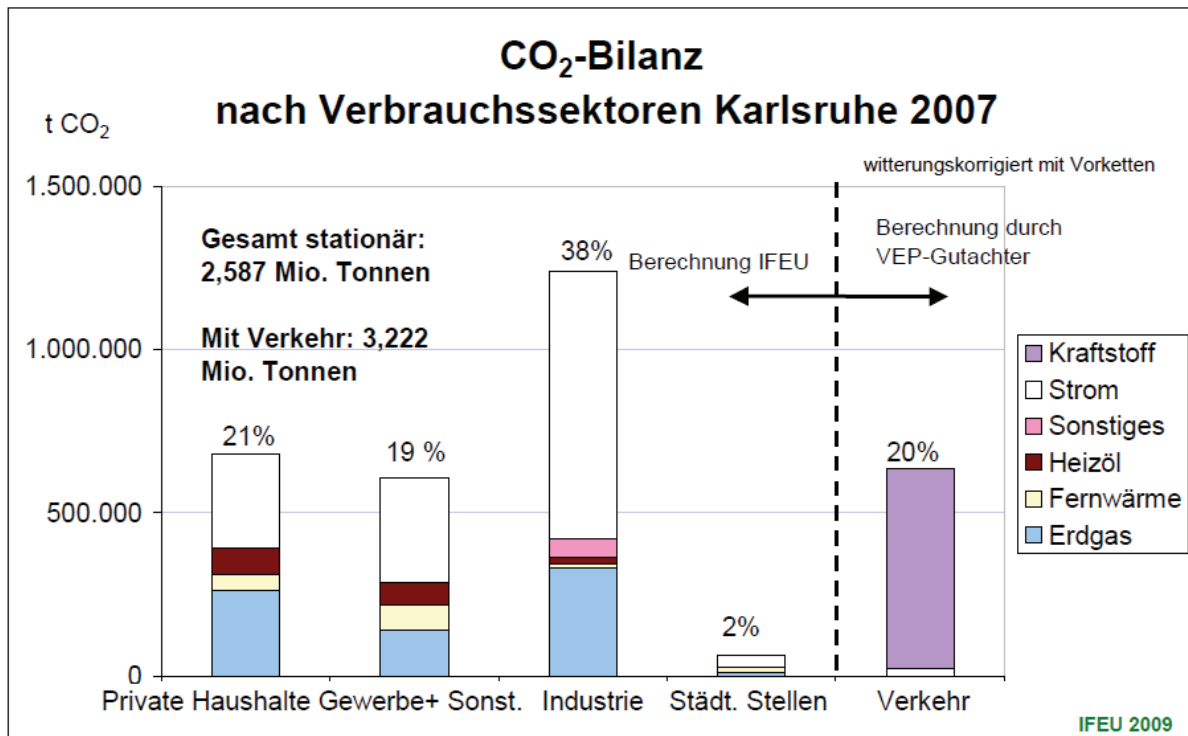


Abbildung 8: CO₂-Bilanz nach Verbrauchssektoren mit Verkehr (Strommix Deutschland)
Bildquelle: (Stadt Karlsruhe 2009)

Im Handlungskatalog des Klimaschutzkonzepts sind insgesamt neun verkehrsbezogene Maßnahmen verankert, die sich überwiegend auf bereits laufende Aktivitäten beziehen (Status ‚F‘ = Fortführung; u.a. Ausbau ÖPNV, 20-Punkte-Programm für den Radverkehr) oder aber eher allgemeine Strategien beschreiben (CarSharing, Fußgängerverkehr, ...). Auch die Erstellung des Verkehrsentwicklungsplans selbst wird als Klimaschutzmaßnahme aufgeführt.

Abbildung 9 zeigt eine tabellarische Übersicht der Maßnahmen. Vier der Maßnahmen sind hoch priorisiert (Priorität 1). Die Minderungspotenziale werden überwiegend als ‚Mittel‘ eingeschätzt, was CO₂-Einsparungen über 100 Mg/a und unter 1.000 Mg/a entspricht. Für die Umsetzung der Maßnahmen ist überwiegend die Stadt alleine oder in Kooperation mit weiteren Partnern zuständig.

Nr.	Kurztitel	Priorität	Minde- rungs- potenzial CO ₂	Status	Umset- zung
5 Verkehr					
5.1 Übergreifend					
M 48	Entwicklung eines integrierten Verkehrs- entwicklungsplans	1	Mittel bis Hoch	N	Stadt, (Koop)
M 49	Betriebliche Mobilitätskonzepte	2	Gering bis Mittel	N	Koop, Ex
5.2 Motorisierter Individualverkehr und Güterverkehr					
M 50	Modernisierung des städt. Fuhrparks, Fuhrparkmanagement	1	Mittel	V	Stadt
M 51	Carsharing weiter fördern und ausbauen	2	Gering	V	Koop
5.3 ÖPNV					
M 52	Weiterentwicklung und Ausbau des ÖPNV-Liniennetzes	1	ind. Eff.	F	Stadt, Koop
M 53	Information und Anreize für die ÖPNV- Nutzung	2	ind. Eff.	F	Stadt, Koop
M 54	Modernisierung von Bussen und Schie- nenfahrzeugen	2	Gering bis Mittel	F	Stadt, Koop
5.4 Fußgänger- und Radverkehr					
M 55	Förderung des Radverkehrs: Umsetzung des 20-Punkte-Programms	1	Mittel	F	Stadt, Koop
M 56	Förderung des Fußgängerverkehrs	2	Mittel	V	Stadt

Abbildung 9: Auszug Verkehr aus dem Handlungskatalog des Klimaschutzkonzepts

Bildquelle: (Stadt Karlsruhe 2009)

3.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs

Im Rahmen der Zustandsanalyse des Verkehrsentwicklungsplans wurde die straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs für insgesamt 20 Straßenabschnitte nach einem standardisierten Verfahren untersucht (StetePlanung, Habermehl + Follmann Ingenieurgesellschaft mbH, 2009, S. 94 ff.). Im Ergebnis zeigt sich, dass keiner der untersuchten Abschnitte die beste Verträglichkeitsstufe (Stufe 0) des Bewertungsverfahrens erreicht, aber auch keine als absolut unverträglich (Stufe IV) einzuordnen ist.

Als Ursachen für die Unverträglichkeiten sind in erster Linie zu geringe Gehwegbreiten, zu hohe zulässige bzw. tatsächlich gefahrene Geschwindigkeiten, zu hohe Verkehrsbelastungen sowie unzureichende Querungsmöglichkeiten zu konstatieren.

4. Indikatoren gestützte Beschreibung des Umweltzustands im Planungsnullfall und in den Entwicklungsszenarien

4.1 Einführung

Im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans wurden insgesamt fünf verschiedene Planfälle entwickelt und mit Hilfe des Verkehrsmodells mit ihren verkehrlichen Wirkungen abgebildet. Dies sind:

- Analysefall 2009
Dieser Fall bildet den heutigen Zustand von Verkehr und Mobilität in Karlsruhe ab. Er dient als Referenz zur Beurteilung aller künftigen Entwicklungen.
- Planungsnullfall 2025
In diesem Planfall wird abgebildet, wie sich der Verkehr entwickelt, wenn keine weiteren verkehrsplanerischen Maßnahmen (außer den bereits beschlossenen und in Umsetzung befindlichen) ergriffen werden. Der Planungsnullfall – in Grafiken z.T. mit ‚Planung 0‘ abgekürzt – ist der Referenzfall für Beurteilung der drei Szenarien.
- Szenario 1
In Szenario 1 steht die Optimierung des Verkehrsablaufs mit Fokus auf dem Motorisierten Individualverkehr (MIV) im Vordergrund. Umfangreiche Straßennetzergänzungen bilden den Kern des Szenarios, ergänzt um ausgewählte Maßnahmen für die übrigen Verkehrsmittel.
- Szenario 2
Dieses Szenario steht im Zeichen der Stadtverträglichkeit des Verkehrs und der Quartiersentlastung. Ein Straßennetzausbau erfolgt darin nur in reduzierter Form, ausgewählte Quartiersdurchfahrten werden rückgebaut und die Verkehrsmittel des Umweltverbundes werden gefördert.
- Szenario 3
Szenario 3 steht als ‚Minimum-Emissions-Szenario‘ im Zeichen der Umwelt. Starke Restriktionen für den MIV gehören ebenso zum Maßnahmenrepertoire wie umfangreiche Maßnahmen pro Umweltverbund.

Die drei Szenarien beziehen sich wie der Planungsnullfall auf den Zeithorizont 2025 und dienen dazu, die Bandbreite möglicher verkehrspolitischer Strategien mit ihren Wirkungen aufzuzeigen.

Nachfolgend werden für alle fünf Zielbereiche der SUP die Wirkungen der einzelnen Planfälle an Hand der in Kapitel 2 dargestellten Indikatoren beschrieben und gegenübergestellt. Auf diese Weise ist ein direkter Vergleich der Wirkungen der Planfälle möglich und ihre Beurteilung wird erleichtert.

In einem verketteten Vergleich zunächst des Planungsnullfalls 2025 mit dem Analysefall 2008 und anschließend der Szenarien mit dem Planungsnullfall lässt sich ablesen, welche Veränderungen der Wirkungen den Maßnahmen in den Szenarien zuzuschreiben sind und welche den allgemeinen Veränderungen der Rahmenbedingungen über die Zeit hinweg. Ein direkter Vergleich der Szenarien mit dem heutigen Status quo ist dagegen nur eingeschränkt sinnvoll.

4.2 Modal Split/Verkehrsaufwand

Die Angaben zu Modal Split und Verkehrsaufwänden werden für den Vergleich der Prognosen unmittelbar aus dem Verkehrsmodell des Verkehrsentwicklungsplans gewonnen bzw. abgeleitet³. Methodisch bedingt wird unterschieden zwischen dem Mobilitätsverhalten der Karlsruher Bevölkerung einerseits und dem der Einpendler bzw. Tagesgäste (Quell- und Zielverkehrs) andererseits.

In Abbildung 10 ist der mit dem Verkehrsmodell ermittelte Modal Split aller Wege der Karlsruher Bevölkerung dargestellt. Im Planungsnullfall verändert sich im Vergleich zum Status quo (Analyse) der Radverkehrsanteil: er steigt aufgrund der Umsetzung des 20-Punkte-Programms um drei Prozentpunkte von 18% auf 21%. Die Steigerung geht zu Lasten des Pkw-Verkehrs und des Fußverkehrs (minus ein bzw. zwei Prozentpunkte). Insgesamt sind diese Veränderungen als gering zu beurteilen.

Deutlichere Veränderungen des Modal Split zeigen die drei Szenarien. Im MIV-orientierten Szenario 1 wird der MIV-Anteil gegenüber dem Planungsnullfall gestärkt, während ÖV- und Radanteile geringer ausfallen. In den Szenarien 2 und 3 bildet sich die entgegengesetzte Entwicklung ab: der MIV-Anteil (Pkw-Fahrer und –Mitfahrer) sinkt gegenüber dem Planungsnullfall (dort 46%) deutlich auf 42% (Szenario 2, relativer Rückgang 9%) bzw. 37% (Szenario 3, relativer Rückgang 20%). Korrespondierend dazu steigen die Anteile des ‚Umweltverbundes‘, wobei vor allem ÖV und Fahrrad Zugewinne verbuchen können, während der Fußwegeanteil konstant bleibt.

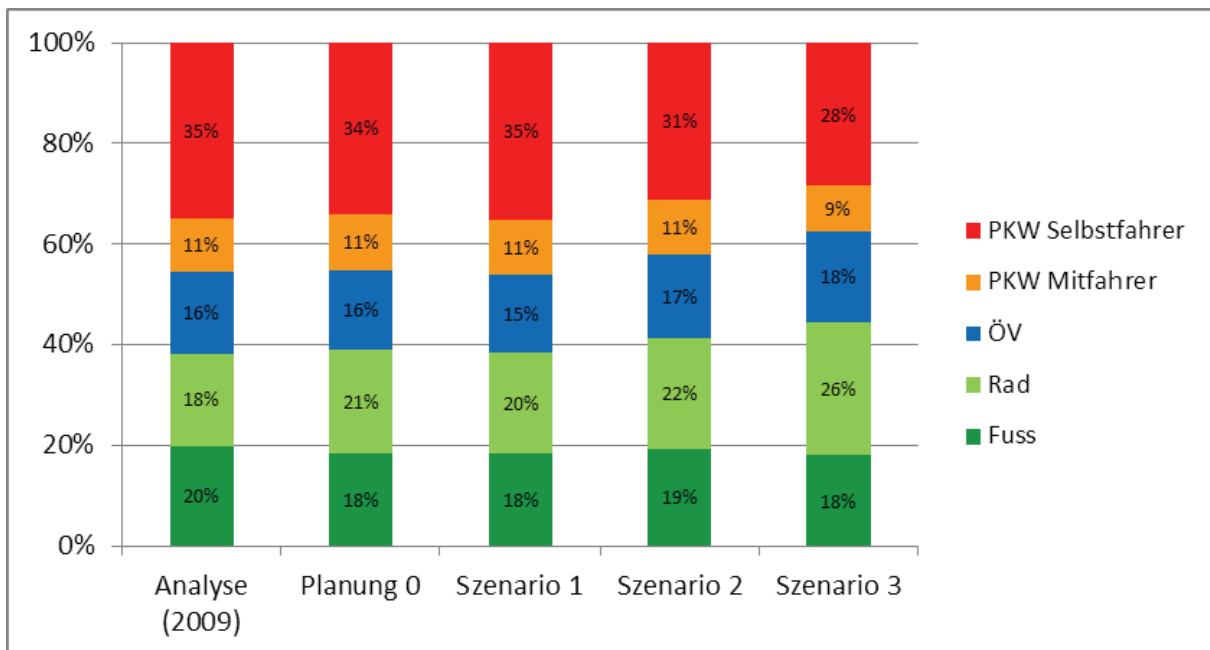


Abbildung 10: Modal Split der Karlsruher Bevölkerung (Ergebnisse Verkehrsmodell)

Der Modal Split und das Wegeaufkommen des Quell- und Zielverkehrs sind in Abbildung 11 und Abbildung 12 dargestellt. Da der Quell- und Zielverkehr aufgrund der zurückzulegenden Entfernungen ganz überwiegend motorisiert stattfindet, beschränkt sich die Darstellung auf den so genannten Bi-Modal Split von ÖPNV und MIV.

³ Zu den methodisch bedingten Differenzen zwischen dem im Verkehrsmodell ermittelten Modal Split und dem 2012 erhobenen Modal Split siehe Kapitel 6.2.1 des VEP-Schlussberichts.

Aus Abbildung 11 wird deutlich, dass der Bi-Modal Split des Quell- und Zielverkehrs über nahezu alle Planfälle hinweg sehr stabil ist und verkehrsplanerische Maßnahmen in der Stadt Karlsruhe kaum auf die Verkehrsmittelwahl der Quell- und Zielverkehre wirken. Lediglich im „Umweltszenario“ 3 ist eine deutliche Veränderung der Verkehrsmittelwahl zugunsten des ÖPNV (relative Zunahme um mehr als 10%) ablesbar.

Dagegen ist aus Abbildung 12 ablesbar, dass es hinsichtlich des Wegeaufkommens durchaus deutliche Unterschiede zwischen den Planfällen gibt. Im Planungsnullfall steigt der Quell- und Zielverkehr gegenüber dem Status quo um rund 10% an. Dieses hohe Niveau von täglich über 660.000 Wegen erreicht auch Szenario 1, während Szenario 2 den Anstieg gegenüber heute dämpfen würde. Szenario 3 führt gar einen Rückgang des Quell- und Ziel-Wegeaufkommens um 7,5% gegenüber dem heutigen Status quo und um 16% gegenüber dem Planungsnullfall. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass Tagesbesucher mit variablen Zielen (z.B. im Einkaufs- und Freizeitverkehr) sich andere Ziele in der Region suchen.

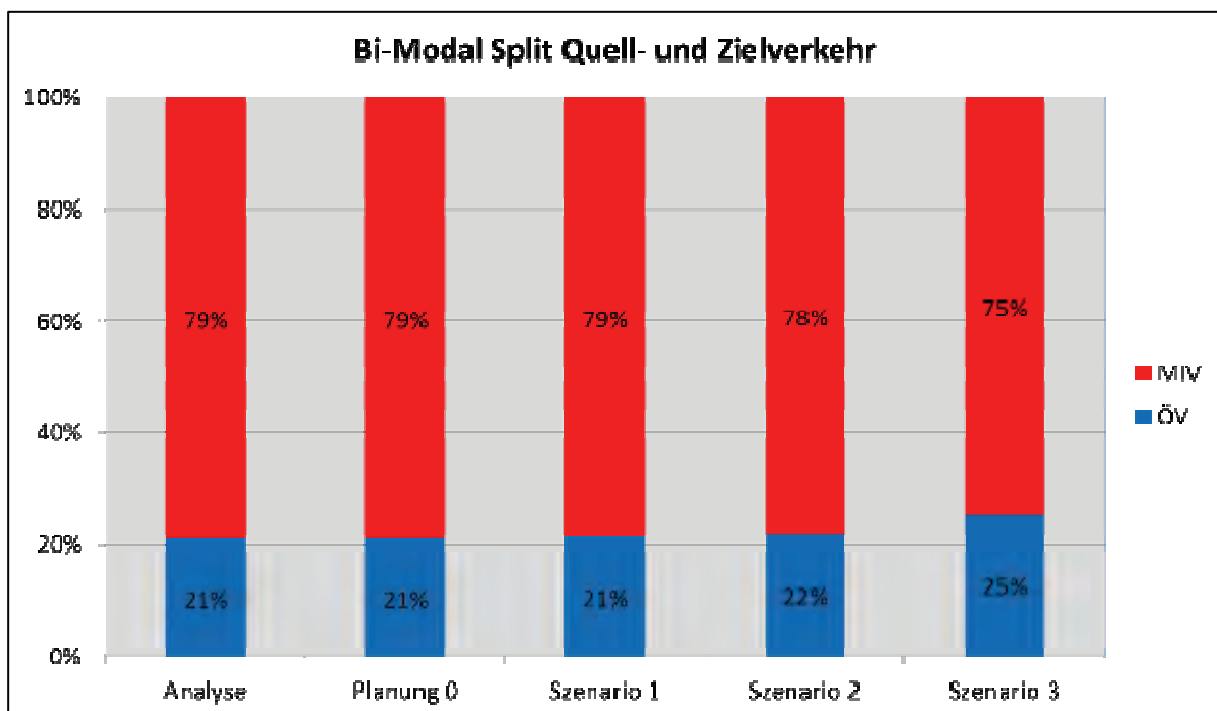


Abbildung 11: Bi-Modal Split Quell- und Zielverkehr

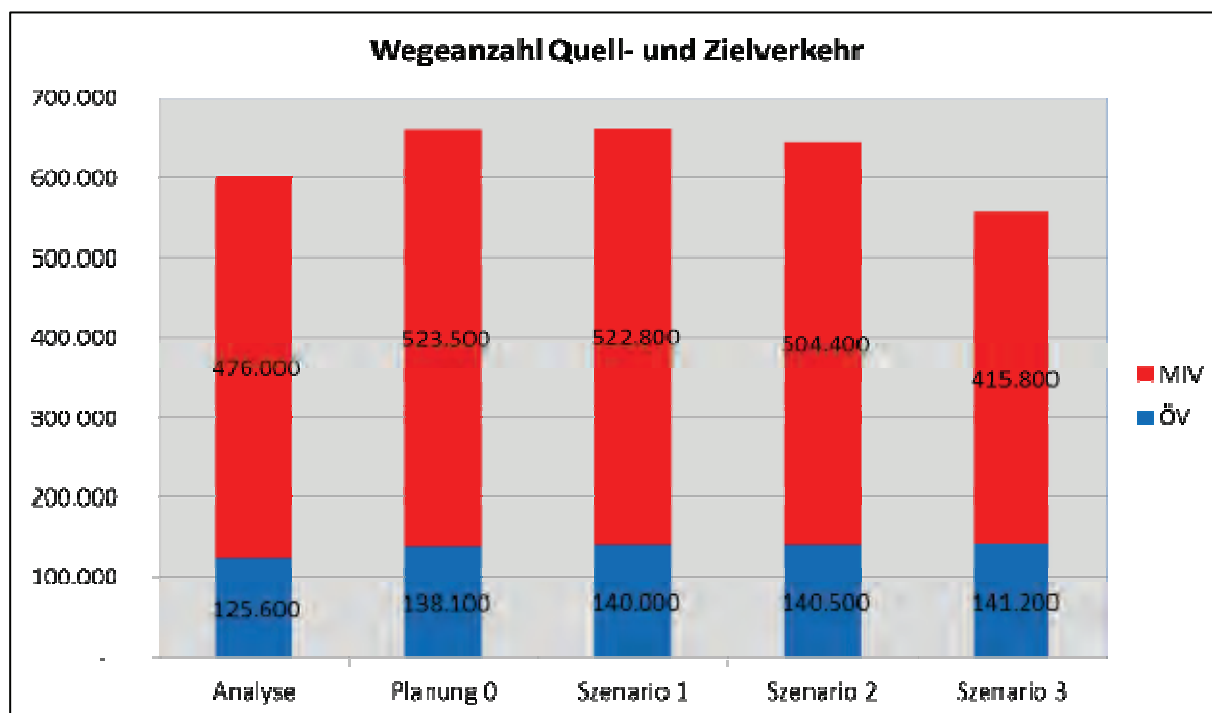


Abbildung 12: Wegeaufkommen Quell- und Zielverkehr

Der Verkehrsaufwand im MIV innerhalb der Stadtgrenzen ist in Abbildung 13 und Abbildung 14 in zwei unterschiedlichen Aufgliederungen dargestellt.

Insgesamt werden heute innerhalb des Gemeindegebiets von Karlsruhe 6,95 Mio. Kfz-km zurückgelegt. Bis 2025 steigt dieser Verkehrsaufwand allein durch die allgemeine verkehrliche Entwicklung um rund 6% auf 7,36 Mio. Kfz-km an (Planungsnullfall). Im Vergleich der Szenarien führt Szenario 1 zu einem weiteren Anstieg (+ 2%), während Szenario 2 geringe (- 4%) und Szenario 3 deutliche (- 16%) Rückgänge des Verkehrsaufwandes gegenüber dem Planungsnullfall bewirkt.

Interessante Zusammenhänge und Wirkungsmechanismen offenbaren sich bei Aufgliederung des Verkehrsaufwandes nach Straßentypen (Abbildung 13) bzw. nach Fahrzeugarten (Abbildung 14). In der Differenzierung nach städtischen Straßen und Fernstraßen (BAB und Südtangente) zeigt sich, dass knapp die Hälfte des Verkehrsaufwandes im Stadtgebiet auf die Fernstraßen und damit ganz überwiegend auf den überregionalen Durchgangsverkehr entfällt. Die auf städtischer Ebene umsetzbaren Maßnahmen in den einzelnen Szenarien haben dementsprechend hauptsächlich auf den Verkehr auf den städtischen Straßen Einfluss, also nur auf etwa die Hälfte des Gesamt-Verkehrsaufwandes in der Gemarkung.

Bei der Differenzierung nach Pkw und Lkw ist ersichtlich, dass in allen Planfällen der Lkw-Verkehr einen Anteil von immerhin 12% bis 14% am gesamten Verkehrsaufwand hat. Im Vergleich der Szenarien ist wiederum eine selektive Wirkung der kommunalen Maßnahmen erkennbar: der Einfluss der Maßnahmen auf den Pkw-Verkehr ist deutlich stärker als der auf den Lkw-Verkehr, da beim Güterverkehr durch kommunales Handeln kaum Vermeidungs- und Verlagerungspotenziale auf andere Verkehrsmittel aktiviert werden können. Deutlich wird dies insbesondere in Szenario 3, in dem die Pkw-Fahrleistungen 18% unter denen des Planungsnullfalles liegen, die Lkw-Fahrleistungen aber nur 8% geringer sind als im Planungsnullfall.

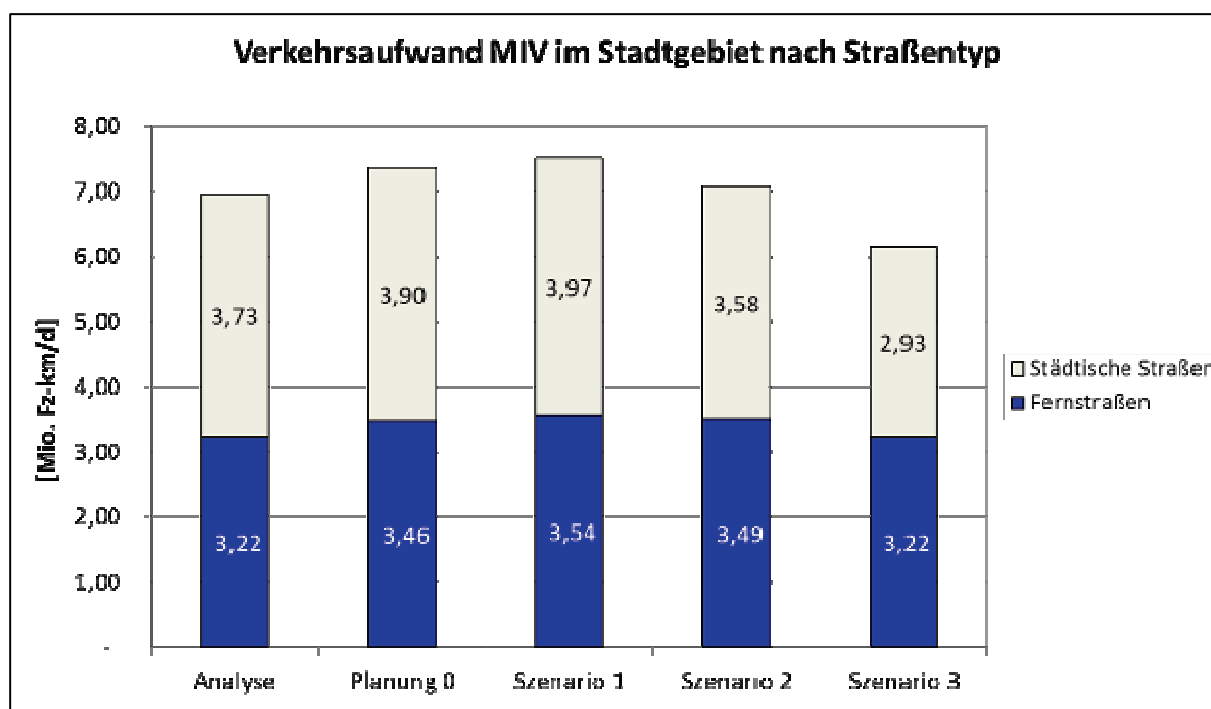


Abbildung 13: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Straßentyp

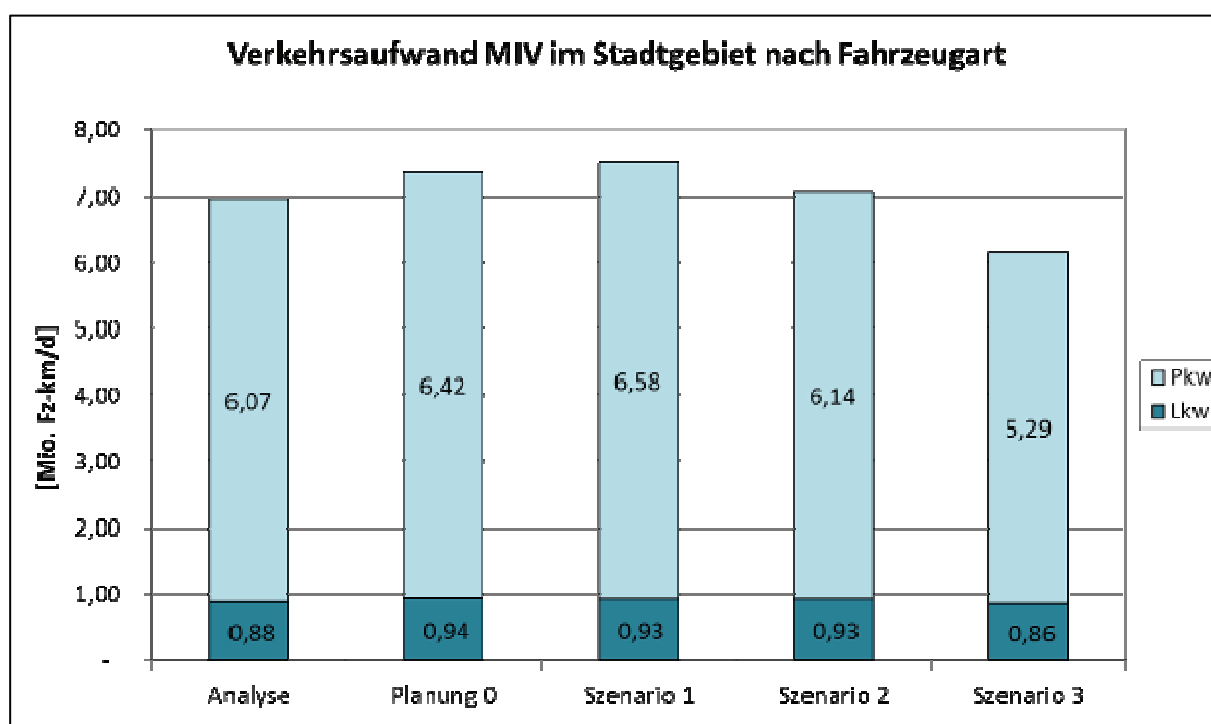


Abbildung 14: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Fahrzeugart

4.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung

Die **Flächeninanspruchnahme** innerhalb der Gemarkungsgrenzen der Stadt Karlsruhe in den verschiedenen Planfällen lässt sich an Hand der jeweils geplanten Verkehrswege-Baumaßnahmen wie folgt beschreiben:

- **Planungsnullfall**

Änderungen gegenüber dem Analysefall 2008 nur durch Umbau der Kriegsstraße mit Untertunnelung im Zuge der Kombilösung. Neue Flächeninanspruchnahmen und Versiegelungen in nennenswertem Umfang sind nicht erkennbar.

- **Szenario 1** (im Vergleich zu Planungsnullfall)

Maßnahmen Straße

- Zweite Rheinbrücke auf Gemarkung Karlsruhe 1.700 m, 4-streifig bis zum Anschluss an die Südtangente
- Nordtangente West 2-streifig 5,2 km
- Nordtangente Ost 2-streifig 2,2 km
- Verlängerung Franz-Lust-Str. 2-streifig 2,0 km
- Ausbau Wolfartsweierer Str bis Südtangente von 2 auf 4 Fahrstreifen auf 600 m

Unter Annahme üblicher Straßenquerschnitte ergibt sich hieraus ein Flächenverbrauch von rund 16 ha. Dies entspricht einer Zunahme der Verkehrsfläche im Stadtgebiet Karlsruhe gegenüber 2010 um etwa 0,7%.

Maßnahmen Schiene

- Tramstrecke Südost, zweigleisig ca. 1,8 km
- Verlängerung Tramstrecke Knielingen (Linie 2), zweigleisig ca. 1,4 km

Unter Annahme üblicher Querschnitte von Straßenbahn-Gleiskörpern resultiert hieraus eine Brutto-Flächeninanspruchnahme von überschlägig rund 2 ha. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die in Anspruch genommene Fläche durch Schotter- oder Rasengleis nur in geringerem Maße versiegelt wird und dass abschnittsweise bereits bestehende Verkehrsflächen genutzt werden. Die Netto-Flächeninanspruchnahme kann daher nur auf Basis einer Vorplanung ermittelt werden.

- **Szenario 2** (im Vergleich zu Planungsnullfall):

Maßnahmen Straße

- Zweite Rheinbrücke auf Gemarkung Karlsruhe 1.700 m, 4-streifig bis zum Anschluss an die Südtangente
- Ausbau Bestandsnetz bis Südtangente in Verlängerung der zweiten Rheinbrücke von 2 auf 4 Fahrstreifen auf 1,2 km
- Nordtangente West 2-streifig 3,2 km
- Nordtangente Ost 2-streifig 800 m
- Ausbau Wolfartsweierer Str bis Südtangente von 2 auf 4 Fahrstreifen auf 600 m

Unter Annahme üblicher Straßenquerschnitte ergibt sich hieraus ein Flächenverbrauch von rund 10 ha. Dies entspricht einer Zunahme der Verkehrsfläche im Stadtgebiet Karlsruhe gegenüber 2010 um etwa 0,4%.

Maßnahmen Schiene

- Tramstrecke Südost, zweigleisig ca. 1,8 km
- Verlängerung Tramstrecke Knielingen (Linie 2), zweigleisig ca. 1,4 km
- Tramstrecke durch die Südstadt-Ost, zweigleisig ca. 1,6 km

- Tramstrecke Ebertstraße – Europahalle – Pulverhausstraße, zweigleisig ca. 2,6 km
- Verlängerung Stadtbahnstrecke Wolfartsweier bis Ettlingen, zweigleisig ca. 1,4 km (nur Gemarkung Karlsruhe)
- Verlängerung Tramstrecke Nordstadt bis Kirchfeldsiedlung (Linie 3), zweigleisig, ca. 2,7 km
- Stadtbahnverbindungen in die Höhenstadtteile, zweigleisig ca. 6 km

Unter Annahme üblicher Querschnitte von Straßenbahn-Gleiskörpern resultiert hieraus eine Brutto-Flächeninanspruchnahme von überschlägig rund 12 ha. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die in Anspruch genommene Fläche durch Schotter- oder Rasengleis nur in geringerem Maße versiegelt wird und dass abschnittsweise bereits bestehende Verkehrsflächen genutzt werden. Die Netto-Flächeninanspruchnahme kann daher nur auf Basis einer Vorplanung ermittelt werden.

- **Szenario 3** (im Vergleich zu Planungsnullfall)

Maßnahmen Straße

In Szenario 3 erfolgt kein Straßennetz-Ausbau sondern nur Umnutzungen bereits versiegelter Flächen zugunsten anderer Verkehrsteilnehmergruppen. Es ist keine Änderung der Versiegelungsbilanz anzunehmen.

Maßnahmen Schiene

- Tramstrecke Südost, zweigleisig ca. 1,8 km
- Verlängerung Tramstrecke Knielingen (Linie 2), zweigleisig ca. 1,4 km
- Tramstrecke durch die Südstadt-Ost, zweigleisig ca. 1,6 km
- Tramstrecke Ebertstraße – Europahalle – Pulverhausstraße, zweigleisig ca. 2,6 km
- Verlängerung Stadtbahnstrecke Wolfartsweier bis Ettlingen, zweigleisig ca. 1,4 km (nur Gemarkung Karlsruhe)
- Verlängerung Tramstrecke Nordstadt bis Kirchfeldsiedlung (Linie 3), zweigleisig, ca. 2,7 km
- Stadtbahnverbindungen in die Höhenstadtteile, zweigleisig ca. 6 km
- Stadtbahnstrecke von Durlach über Grötzingen nach Weingarten, zweigleisig, ca. 3,8 km (nur Gemarkung Karlsruhe)
- Stadtbahn-/Tramverbindung Mühlburg – Neureut, zweigleisig, ca. 3,2 km
- Tramstrecke zum Wildparkstadion, zweigleisig, ca. 1,3 km

Unter Annahme üblicher Querschnitte von Straßenbahn-Gleiskörpern resultiert hieraus eine Brutto-Flächeninanspruchnahme von überschlägig rund 18 ha. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die in Anspruch genommene Fläche durch Schotter- oder Rasengleis nur in geringerem Maße versiegelt wird und dass abschnittsweise bereits bestehende Verkehrsflächen genutzt werden. Die Netto-Flächeninanspruchnahme kann daher nur auf Basis einer Vorplanung ermittelt werden.

Die räumlichen **Zerschneidungswirkungen** der Verkehrswege sind abhängig von den konkreten örtlichen Verhältnissen, insbesondere von Art und Nutzung der an die Verkehrswege angrenzenden Flächen, von Art und Maß der die Verkehrswege kreuzenden bestehenden Verkehrsbeziehungen sowie von der Ausbildung der Verkehrswege (Eingliederung in Stadt- und Landschaftsbild, Dichte und Qualität von Querungsmöglichkeiten). Eine grobe Orientierung über das Risiko von zerschneidenden Wirkungen bietet die Länge der neuen Verkehrswege. Sie beträgt in Szenario 1 rund 15 km, in Szenario 2 rund 24 km und in Szenario 3 rund 26 km. Eine differenzierte Aussage zu den zu erwartenden Zerschneidungswirkungen unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren muss der Planung der einzelnen Vorhaben vorbehalten bleiben.

Zusammenfassung

Tabelle 5 zeigt die ermittelten Werte für Flächeninanspruchnahmen und Zerschneidungswirkungen in der Gesamtübersicht.

	Planungsnullfall	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Flächeninanspruchnahme Maßnahmen Straßen [ha]	Referenzfall	16	10	0
Flächeninanspruchnahme Maßnahmen Schiene [ha]		2	12	18
Länge neue Verkehrswege [km]		15	24	26

Tabelle 5: Kenngrößen für Flächeninanspruchnahmen und Zerschneidungswirkungen

4.4 Lärm

Im Rahmen der Szenarienbetrachtung steht hinsichtlich der Umweltwirkungen der Vergleich zwischen den verschiedenen Szenarien im Vordergrund, nicht aber die Ermittlung absoluter Größen der Umweltwirkungen. Aus diesem Grund wurde für die Beurteilung der Lärmwirkungen eine vereinfachte Methodik auf Basis der ‚RLS 90‘ (Bundesminister für Verkehr, 1990) gewählt, die auf Lärm-Emissionswerte abstellt. Eine Immissionsbetrachtung, wie sie im Rahmen der Lärmaktionsplanung angestellt wird (vgl. Abschnitt 3.4), hätte die Anwendung eines Lärmausbreitungsmodells und damit einen erheblich höheren Aufwand erfordert. Dieser Mehraufwand erscheint aber für den reinen Szenarienvergleich des Verkehrsentwicklungsplans als nicht gerechtfertigt.

Als Indikator für die Lärmemissionen wurden mit Hilfe der Verkehrsnachfrageberechnungen des Verkehrsmodells für alle im Modell abgebildeten Straßen im Stadtgebiet die ‚Emissionspegel langer gerader Fahrstreifen‘ ($L_{m,E}$) gemäß RLS 90 errechnet. Berücksichtigt sind dabei die Tagesverkehrsstärken von Pkw und Lkw in beiden Fahrtrichtungen sowie die zulässigen Geschwindigkeiten. Einflüsse von Straßenoberfläche und Steigungen blieben aufgrund der Datenlage unberücksichtigt.

Nachfolgend sind in Abbildung 15 bis Abbildung 18 die Differenznetzdarstellungen für die Vergleiche des Planungsnullfalls mit dem Analysefall sowie der drei Szenarien mit dem Planungsnullfall wiedergegeben; die Grafiken entsprechen den Plänen 4-7, 4-9, 4-11 und 4-13 des VEP-Schlussberichts. Ausgewiesen sind nur Differenzen des Emissionspegels $L_{m,E}$, die über der Wahrnehmungsschwelle von Lärmunterschieden von 3 dB(A) liegen und die an Straßen mit einem Verkehr von mehr als 1.000 Kfz/Tag auftreten. Nur in diesen spielt Verkehrslärm überhaupt eine nennenswerte Rolle für Lärmpegelbetrachtungen. Unter 3 dB(A) liegende Differenzen sind durch rote (Emissionszunahme) bzw. grüne (Emissionsabnahme) Färbung der Streckenabschnitte kenntlich gemacht.

Die Differenzbetrachtungen zeigen, dass die allgemeinen Verkehrszunahmen bis 2025 sich so im Netz verteilen, dass sie an keiner Stelle zu Zunahmen des Emissionspegels von mehr als 3 dB(A) führen (Abbildung 15). Allerdings steigen die Emissionen in einem Großteil des Straßennetzes an, wenn auch weniger als 3 dB(A). Lediglich im Bereich der Straßenneubauten im Zusammenhang mit der Kombilösung machen sich Änderungen des Lärmemissionspegels deutlicher bemerkbar.

In Szenario 1 macht sich aus Sicht des Verkehrslärms in erster Linie der Bau der zweiten Rheinbrücke und der anschließenden Nordtangente mit einer Emissionszunahme bemerkbar

(Abbildung 16). Im Umfeld dieses Straßenzugs kommt es auf einigen Streckenabschnitten zu signifikanten Rückgängen des Emissionspegels. Im übrigen Straßennetz treten sowohl Zunahmen als Abnahmen der Lärmemissionen auf.

Auch in Szenario 2 sind die neu gebauten Streckenabschnitte deutlich als Lärmemissionsquellen zu identifizieren (Abbildung 17). Zugleich machen sich aber auch verkehrsberuhigende Maßnahmen in einigen Netzabschnitten mit deutlichen Lärmrückgängen bemerkbar (Herrenalber Straße, Rheinstraße). Im übrigen Straßennetz sind Abnahmen der Lärmemissionen verbreiteter als in Szenario 1.

Szenario 3 schließlich führt in etlichen Streckenabschnitten im gesamten Stadtgebiet zu deutlichen Rückgängen der Lärmemissionen um mehr als 3 dB(A). Zugleich treten aufgrund verkehrlicher Verdrängungseffekte aber auch spürbare Lärmzunahmen auf einzelnen Netzabschnitten auf. Im Gesamtbild ist Szenario 3 von allen drei Szenarien das am stärksten von Lärmrückgängen geprägte.

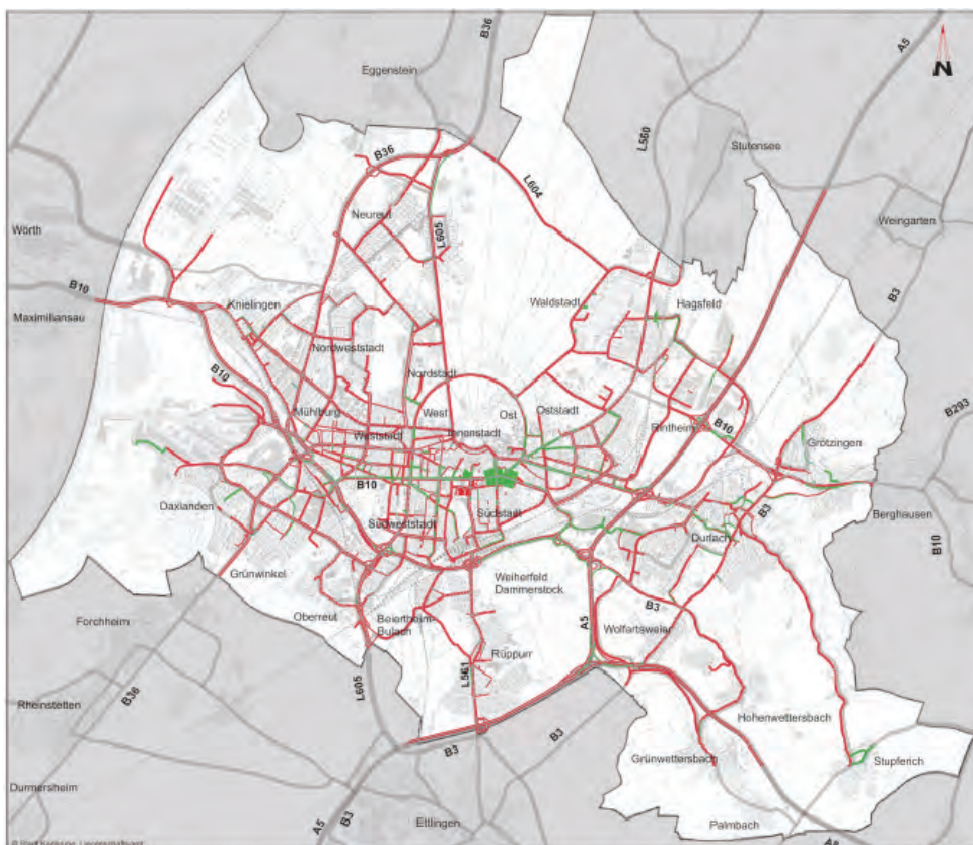


Abbildung 15: Differenzdarstellung Lärmemissionen Planungsnullfall – Analyse

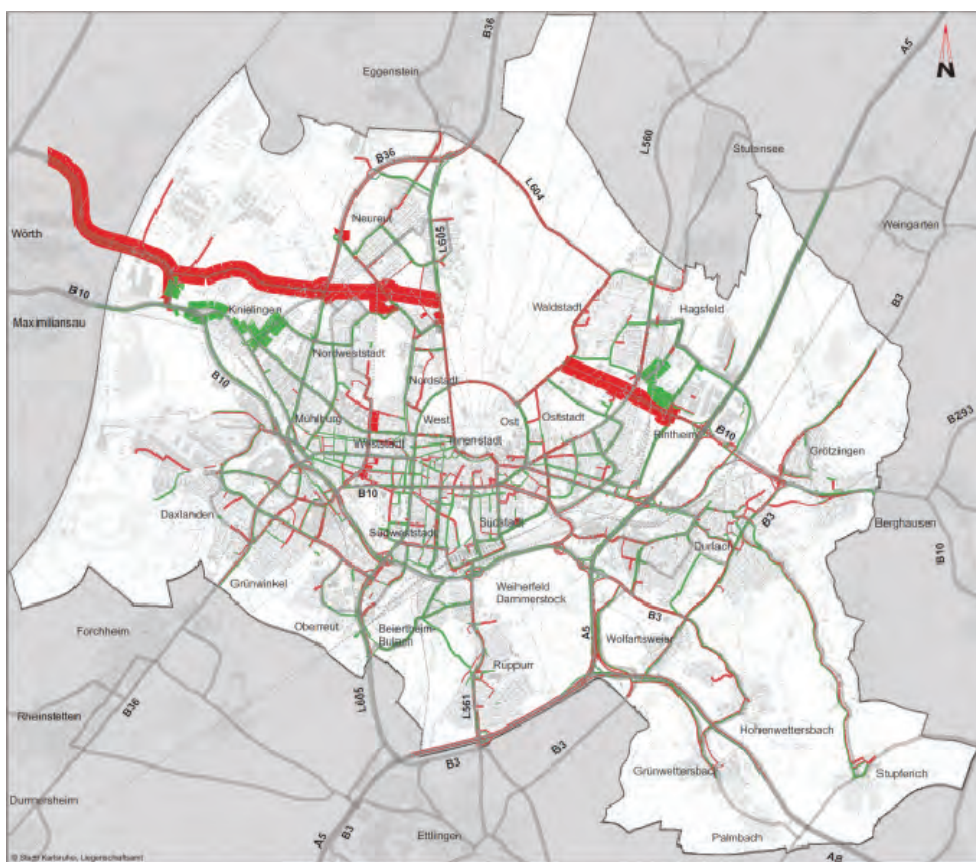


Abbildung 16: Differenzdarstellung Lärmemissionen Szenario 1 - Planungsnullfall

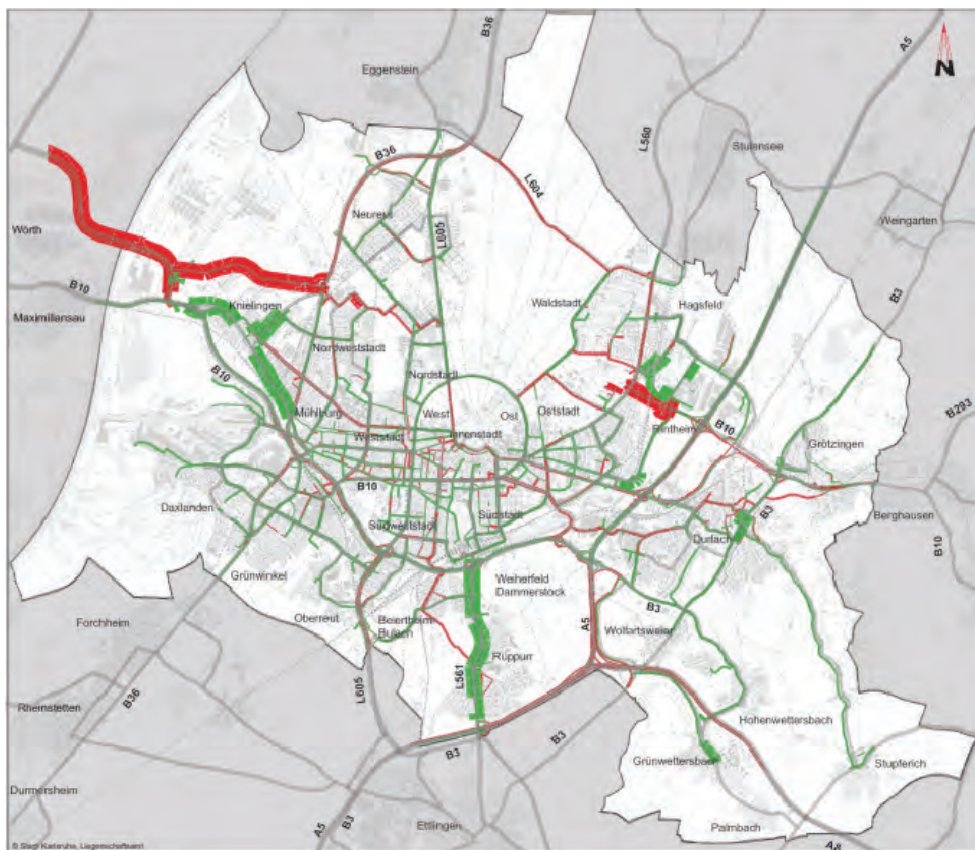


Abbildung 17: Differenzdarstellung Lärmemissionen Szenario 2 - Planungsnullfall

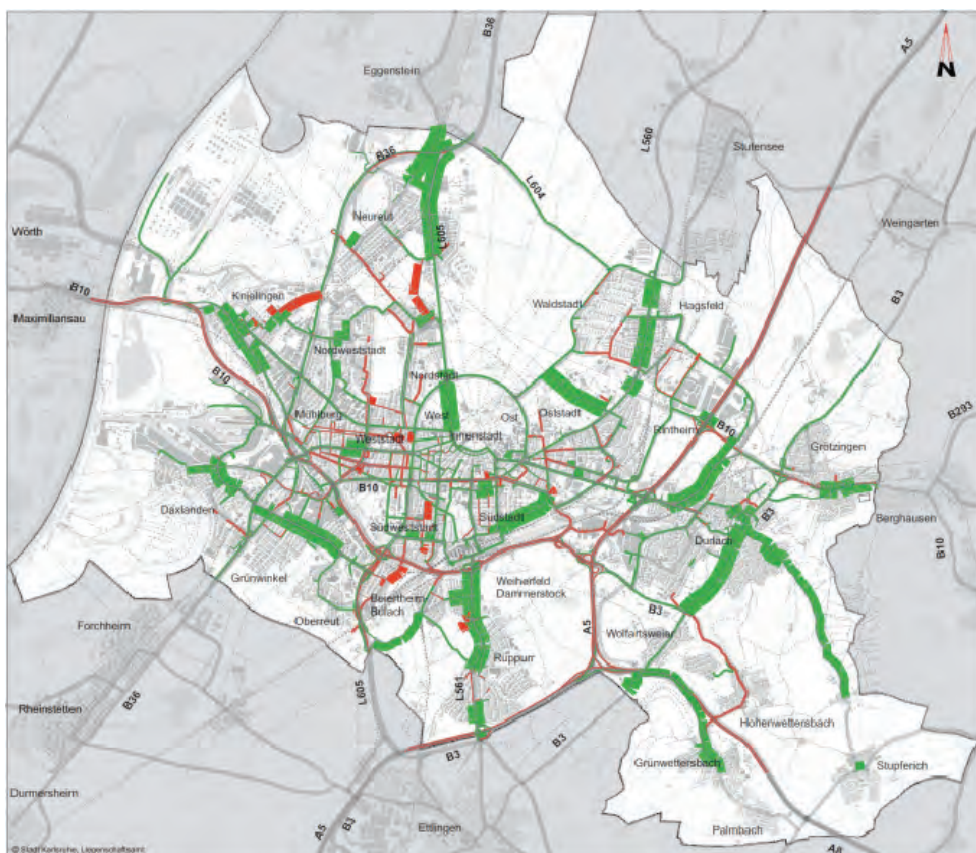


Abbildung 18: Differenzdarstellung Lärmemissionen Szenario 3 - Planungsnullfall

4.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz

Bei Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen handelt es sich vorrangig um Auspuffemissionen. Zur Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen des Straßenverkehrs werden die Ergebnisse des Verkehrsmodells und die Emissionsfaktoren des ‚Handbuch für Emissionen des Straßenverkehrs 3.1 (HBEFA 3.1)‘ (Infras, 2010) nach folgendem Vorgehensschema verwendet:

1. Je Strecke: Ermittlung passender bzw. plausibler Emissionsfaktoren (E-Faktoren) für die Fahrzeugtypen Pkw und Lkw auf Basis von
 - Streckentyp (innerorts/außerorts, Anzahl Fahrstreifen etc.),
 - Geschwindigkeit (V_{zul}) und
 - Verkehrszustand bzw. Auslastung (Verhältnis der Verkehrsbelastung zur Kapazität der Strecke).
2. Je Strecke: Ermittlung der Emissionen aus E-Faktoren und Verkehrsmenge.
3. Aufsummieren als streckenbezogenen Emissionen.

Das HBEFA 3.1 berücksichtigt bei den Emissionsfaktoren die zu erwartende Entwicklung der Fahrzeugflotte aufgrund der heute bereits definierten EU-Emissionsstandards für Abgase (insbesondere Euro 5 und Euro 6) und für CO₂ (Verordnung (EG) Nr. 443/2009). Aufgrund der zum Zeitpunkt der Erstellung des HBEFA noch unsicheren Entwicklung der Elektromobilität bei Kraftfahrzeugen ist die Elektromobilität bei den Emissionsfaktoren noch unberücksichtigt. Da selbst jüngste Prognosen nur von einer sehr gedämpften Marktdurchdringung ausgehen (vgl. Öko-Institut 2012: Anteil batterieelektrischer Pkw an der gesamten Pkw-Flotte bis 2030 ca. 1,5%), ist der daraus resultierende Fehler als sehr gering einzuschätzen.

In Abbildung 19 ist die Summe der PM₁₀- (Feinstaub-) Emissionen der fünf Szenarien dargestellt. Wie deutlich zu erkennen ist, gehen die Emissionen unabhängig von verkehrsplanerischen Maßnahmen allein infolge verbesserter Fahrzeugtechnologien um 95% und mehr zurück. Insofern ist davon auszugehen, dass bis zum Zeithorizont 2025 Feinstaub aus Auspuffemissionen unter Ansetzung heutiger Grenzwerte kein Problem mehr darstellen wird. Es sei aber darauf hin gewiesen, dass Feinstaubemissionen aus Reifenabrieb und Aufwirbelung in dem Berechnungsmodell nicht berücksichtigt sind, da es diesbezüglich noch erhebliche Unsicherheiten und auch noch kein anerkanntes Berechnungsverfahren gibt.

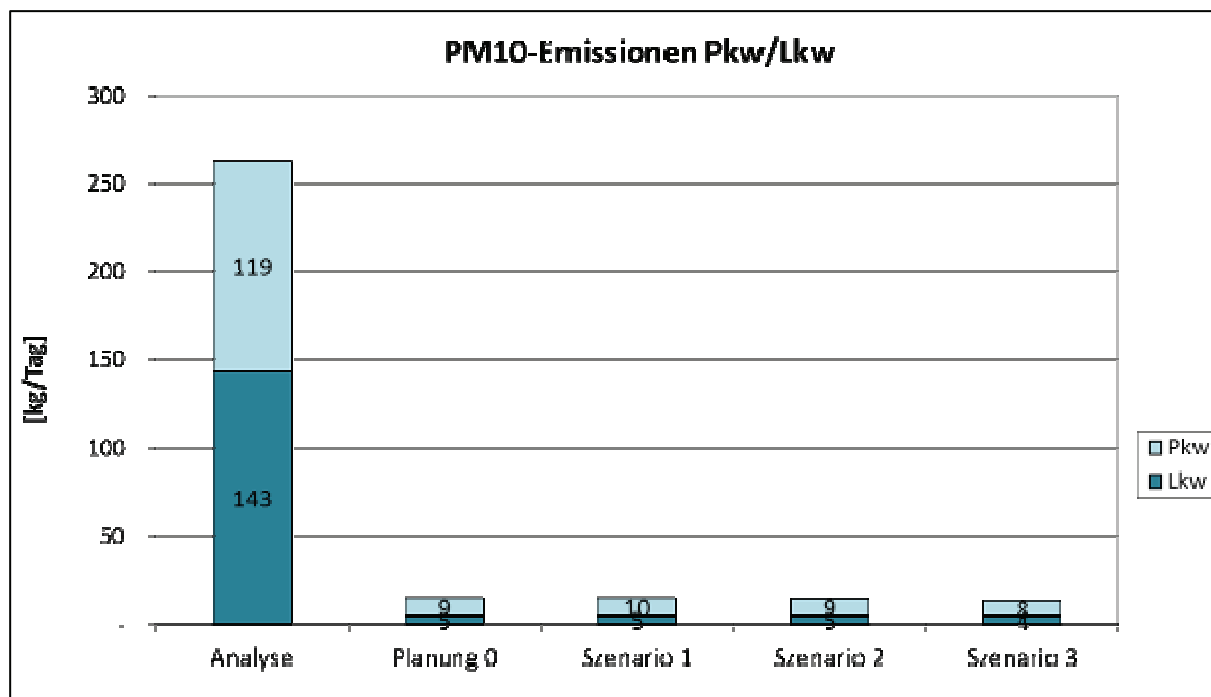


Abbildung 19: PM10-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten

Ähnlich wie beim Feinstaub werden auch bei den Stickoxiden die Emissionen durch Verbesserungen der Fahrzeugtechnik künftig deutlich zurückgehen. Abbildung 20 zeigt bis 2025 Rückgänge in den einzelnen Szenarien um 60% bis 66% gegenüber heute. Die Varianz der Szenarien für 2025 untereinander ist dagegen vergleichsweise gering. Wie beim Feinstaub ist davon auszugehen, dass die heute gültigen Grenzwerte im Zieljahr 2025 deutlich unterschritten werden können.

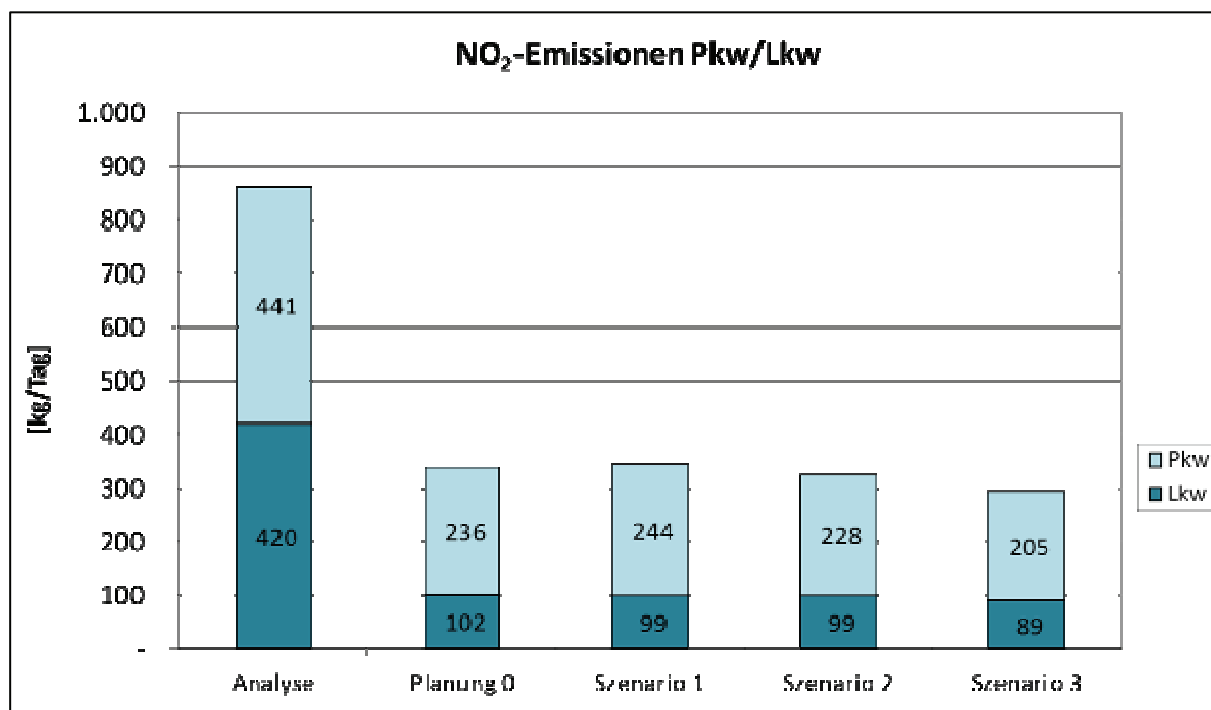


Abbildung 20: NO₂-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten

Ganz anders gestaltet sich dagegen die Entwicklung der Emissionen beim Treibhausgas CO₂ (Abbildung 21). Hier sind bis 2025 im Planungsnullfall nur Rückgänge um rund 12% gegenüber heute zu verzeichnen. Die Szenarien 1 und 2 liegen in der gleichen Größenordnung und bringen somit gegenüber dem Planungsnullfall keinerlei Verbesserung. Lediglich in Szenario 3 gelingt eine Absenkung der CO₂-Emissionen um 13% gegenüber dem Planungsnullfall bzw. rund 24% gegenüber heute. Doch selbst mit diesem Pfad werden gängige Minderungsziele – etwa das Ziel des Klima-Bündnisses europäischer Städte, die CO₂-Emissionen alle 5 Jahre um 10 % zu reduzieren – deutlich verfehlt. Auch dem „2-2-2-Ziel“ der Stadt Karlsruhe, das von 2009 bis 2020 eine jährliche Reduzierung der CO₂-Emissionen um 2% vorsieht und bei einer Fortschreibung bis 2025 eine Minderung um gut 27% erfordert, kommt allenfalls Szenario 3 nahe, erreicht es aber nicht ganz.

Besonders bemerkenswert erscheint der hohe Anteil des Lkw-Verkehrs an den gesamten CO₂-Emissionen von rund 45%. Gemessen an den Fahrleistungsanteilen der Lkw von maximal 14% (vgl. Abbildung 14 auf Seite 31) ist der Beitrag der Lkw zur Klimaschädigung deutlich überproportional. Dies wiegt umso schwerer, als das verkehrsplanerische Handlungsrepertoire gegenüber dem Güterverkehr eng beschränkt ist.

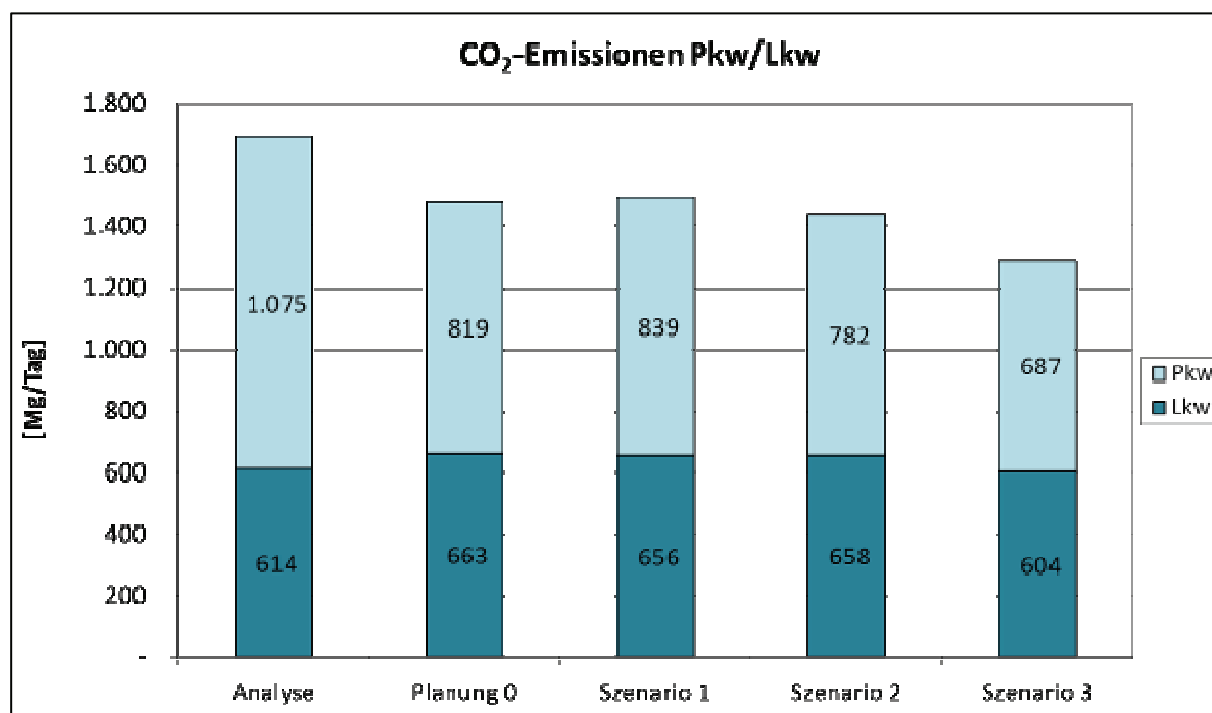


Abbildung 21: CO₂-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten

In Abbildung 22 sind abschließend die relativen Veränderungen von Fahrleistungen und Emissionen in den drei Szenarien gegenüber dem Planungsnullfall dargestellt. In Szenario 1 steigen das MIV-Verkehrsaufkommen und die Emissionen gegenüber dem Planungsnullfall leicht an. In Szenario 2 liegen MIV-Verkehrsaufkommen und Emissionen leicht unter dem Planungsnullfall und etwa 3% bis 5% unter Szenario 1. Nur in Szenario 3 können MIV-Verkehrsaufkommen und Emissionen gegenüber dem Planungsnullfall signifikant gesenkt werden. Sie liegen bei den betrachteten Stoffen rund 13% bis 15% unter denen in Szenario 1.

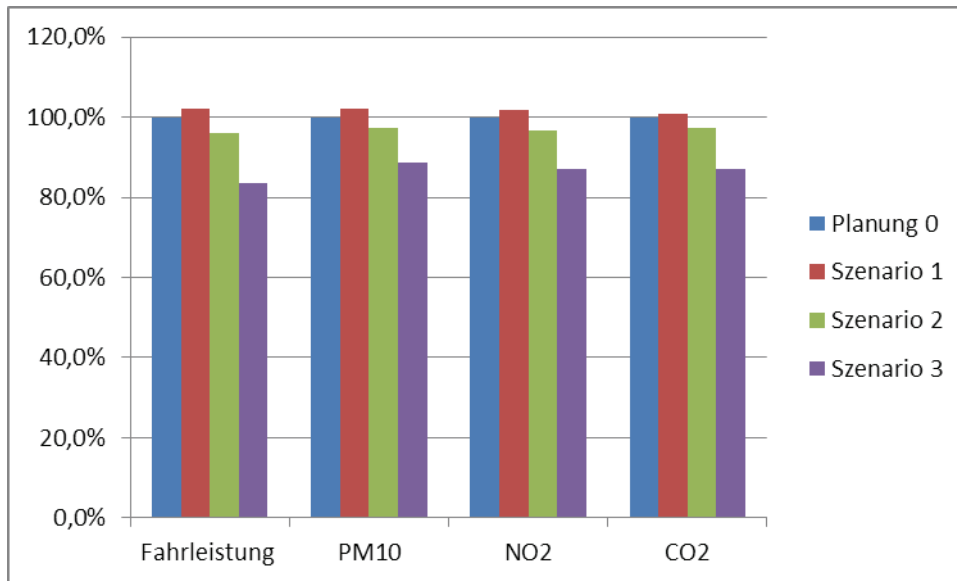


Abbildung 22: Relative Veränderungen von Fahrleistung und Abgasemissionen im Stadtgebiet gegenüber dem Planungsnullfall (Planung 0 = 100%)

4.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs

Wie in Abschnitt 2.6 erörtert, wird die straßenräumliche Verträglichkeit für die Szenarien aus methodischen Gründen nicht separat ermittelt.

Um einen generellen Eindruck von den Unterschieden zwischen den Szenarien zu vermitteln, sind für zehn beispielhafte Straßenabschnitte in Tabelle 6 die absoluten Kfz-Verkehrsstärken in den fünf Planfällen bzw. Szenarien und in Abbildung 23 die relativen Veränderungen der Szenarien gegenüber dem Planungsnullfall dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass eine solche Detailbetrachtung einzelner Netzabschnitte an die Einsatzgrenzen des Verkehrsmodells stößt und modellbedingte Ungenauigkeiten nicht auszuschließen sind.

Die Betrachtung der zehn einzelnen Straßenabschnitte zeigt insgesamt ein heterogenes Bild. Für alle Szenarien lässt sich eine generelle Entwicklungsrichtung identifizieren, die aber jeweils an einzelnen Strecken durchbrochen wird. Im Planungsnullfall nimmt der Verkehr in den meisten Strecken gegenüber dem Status quo zu. Szenario 1 liefert im Vergleich zum Planungsnullfall ein ausgesprochen ambivalentes Bild: Verkehrszunahmen und –abnahmen halten sich die Waage. In Szenario 2 dominieren Verkehrsrückgänge. Gleiches gilt – zum Teil in sehr starkem Maße – für Szenario 3, in dem aber an einzelnen Abschnitten auch erhebliche Verkehrszunahmen zu verzeichnen sind.

Streckenabschnitt	Analyse 0	Planung 0	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Rüppurrer Strasse	8405	9822	9394	8230	7743
Stephanienstrasse	11003	11504	10897	11308	5975
Hardtstrasse	8595	9228	8445	8062	7019
Pfinzstraße	10037	10023	10002	10368	6193
Reinhold-Frank-Strasse	26646	27018	26410	22161	21849
Karlsruher Strasse	3087	3207	2448	2605	3474
Kaiserstrasse	13454	15378	15802	14704	10889
Eckenerstrasse/B36	38052	38460	38866	38202	29577
Steinkreuzstrasse/B4	5674	5566	5576	1249	3287
Badener Strasse/B3	14245	14492	14158	6209	5695

Tabelle 6: Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn betrachteten Straßenabschnitten (absolute Werte)
(rot/grün: Veränderungen gegenüber Analysenullfall um mehr/weniger als 10%)

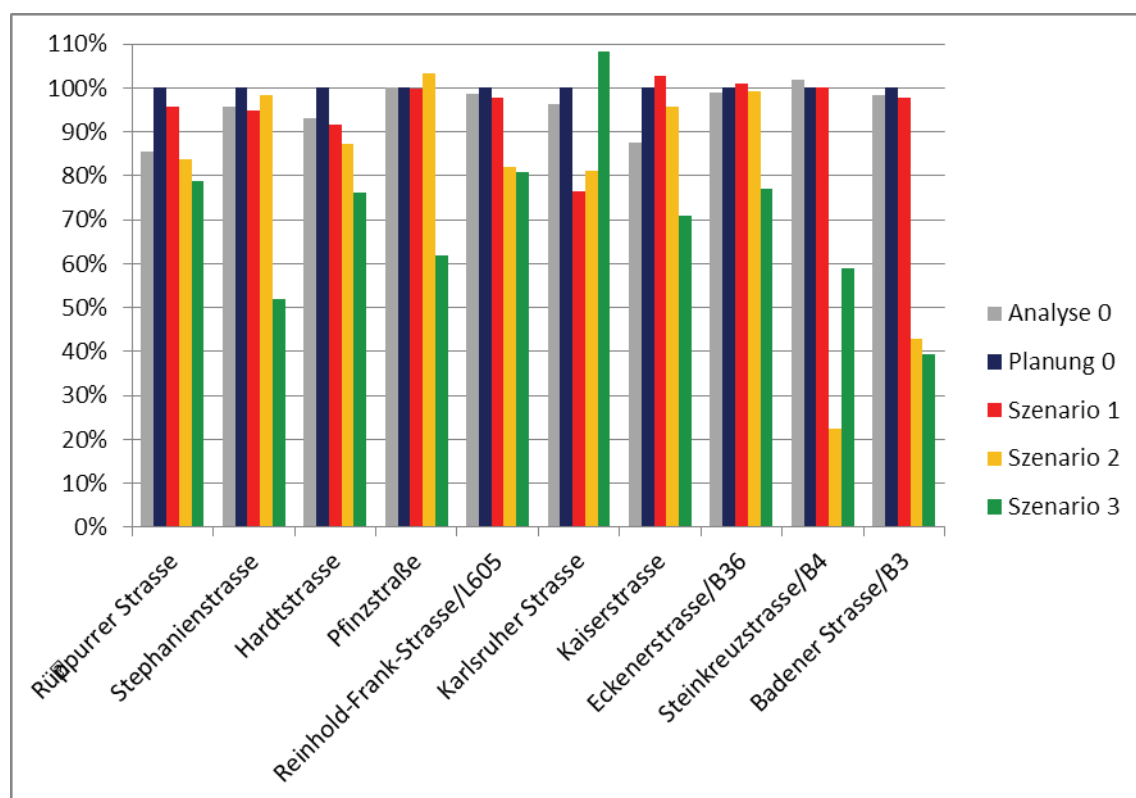


Abbildung 23: Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn Straßenabschnitten
(relative Veränderungen gegenüber Planungsnullfall, Planungsnullfall = 100%)

4.7 Bewertung der Szenarien aus Umweltsicht

Als Grundlage für eine Bewertung der Szenarien aus Umweltsicht sind die Ergebnisse der ermittelten Umweltwirkungen in der nachfolgenden Tabelle 7 stark vereinfacht in Form eines Rankings zusammengefasst. Hier wird für jeden Zielbereich angegeben, welchen Rang die drei Szenarien im Vergleich untereinander bezüglich der erwünschten Zielrichtung einnehmen. Aufgrund des klaren Ergebnisses kann auf ein differenzierteres Bewertungsverfahren, das bspw. auch die absoluten Größen berücksichtigt oder die Zielbereiche untereinander gewichtet, verzichtet werden.

Zielbereich	Kriterium	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Modal Split/Verkehrsaufwand	Höchster Modal-Split-Anteil Umweltverbund/geringster Verkehrsaufwand	Rang 3	Rang 2	Rang 1
Flächeninanspruchnahme, Zerschneidungswirkung	Geringste Flächeninanspruchnahme und Länge neuer Verkehrswege	Rang 1	Rang 3	Rang 2
Lärm	Größte Verringerung der Lärmemissionen ggü. P0	Rang 3	Rang 2	Rang 1
Luftschadstoffe/Klimaschutz	Geringste Emissionsmengen	Rang 3	Rang 2	Rang 1
Straßenräumliche Verträglichkeit	Größter Anteil von Straßenabschnitten mit Verkehrsrückgängen ggü. P0	Rang 3	Rang 2	Rang 1

Tabelle 7: Bewertung

Wie deutlich zu erkennen ist, nimmt Szenario 3 in vier der fünf Zielbereichen Rang 1 ein. Lediglich im Bereich Flächeninanspruchnahme/Zerschneidungswirkung nimmt es den mittleren Rang an; hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass die Indikatoren dieses Zielbereichs von vergleichsweise geringer Aussagekraft sind, da sie sich aufgrund der Planungstiefe des Verkehrsentwicklungsplans auf sehr pauschale Annahmen stützen müssen.

In der Zusammenfassung der indikatorengestützten Beschreibung der Umweltwirkungen erscheint mithin allein Szenario 3 geeignet, eine Verkehrsentwicklung in Gang zu setzen, die den verschiedenen Aspekten und Zielen des Umweltschutzes gerecht wird. Dabei ist insbesondere zu beachten, dass gerade in städtischen Räumen Umweltschutz zugleich auch den Schutz der menschlichen Gesundheit beinhaltet und insofern für eine dauerhaft lebenswerte und attraktive Stadt steht.

Besorgniserregend erscheint gleichwohl, dass selbst in Szenario 3 die gängigen Klimaschutzziele nicht erreicht werden. Angesichts der absehbaren massiven, dauerhaften und irreversiblen Auswirkungen der Klimaerwärmung auf Wirtschaft und Gesellschaft sollten im Handlungskonzept des Verkehrsentwicklungsplans noch weiter gehende Maßnahmen zur Verringerung der verkehrsbedingten Treibhausgas-Emissionen vorgesehen werden. Ferner muss bei der Umsetzung des Handlungskonzepts ein besonderes Augenmerk darauf gerichtet werden, die Flächeninanspruchnahme und die Zerschneidungswirkungen neuer Verkehrswege – in Szenario 3 ausschließlich Straßenbahnstrecken – durch bauliche, gestalterische und betriebliche Maßnahmen gering zu halten.

5. Indikatoren-gestützte Beschreibung der Umweltwirkungen des integrierten Handlungskonzepts

5.1 Einführung

Aus den Ergebnissen der Szenarienanalyse wurde im begleitenden Beteiligungs- und politischen Beschlussfassungsprozess die Schlussfolgerung gezogen, dass sich das integrierte Handlungskonzept grundsätzlich an Szenario 2 orientieren soll (vgl. hierzu VEP-Schlussbericht, Kap. 4.3 und 5.1). Eine vollständige Übertragung des Szenarios 2 in Reinform in das Handlungskonzept erschien jedoch nicht zielführend, da einzelne Ausprägungen des Szenarios 2 kritisch, bestimmte Aspekte der Szenarien 1 und 3 hingegen positiv zu sehen sind. So weist Szenario 2 im Vergleich zu Szenario 3 noch deutlichen Handlungsbedarf bezüglich des Erreichens der Klimaschutzziele. Ferner erscheint eine Optimierung des Verkehrsablaufs an kritischen Knotenpunkten bzw. Netzabschnitten gemäß Szenario 1 sinnvoll.

Die Ausrichtung des integrierten Handlungskonzepts als Kernergebnis des Verkehrsentwicklungsplans und Beschreibung der künftig in der Stadt Karlsruhe zu realisierenden Maßnahmen und zu verfolgenden Strategien wurde daher mit Beschluss des Planungsausschusses am 19. Oktober 2011 wie folgt formuliert:

- Förderung nachhaltiger Mobilität durch Verbesserungen für den Fuß-, den Rad- und den Öffentlichen Nahverkehr sowie durch Stärkung multimodalen Verhaltens.
- Sicherung der Attraktivität Karlsruhes als Wirtschafts-, Einkaufs-, und Kulturstandort durch Gewährleistung der guten Erreichbarkeit aus der Region.
- Stärkung der Attraktivität Karlsruhes als Wohnstandort durch stadtverträglichere Mobilität in den Quartieren.

Aus Umweltsicht ist vor allem die Ausrichtung auf nachhaltige Mobilität zu begrüßen, aber auch die Stärkung des Wohnstandorts aufgrund der damit verbundenen verkehrssparenden Effekte.

Das integrierte Handlungskonzept gliedert sich in insgesamt acht thematische Bausteine. Abbildung 24 zeigt die Bausteine des integrierten Handlungskonzepts im Gesamtkontext.

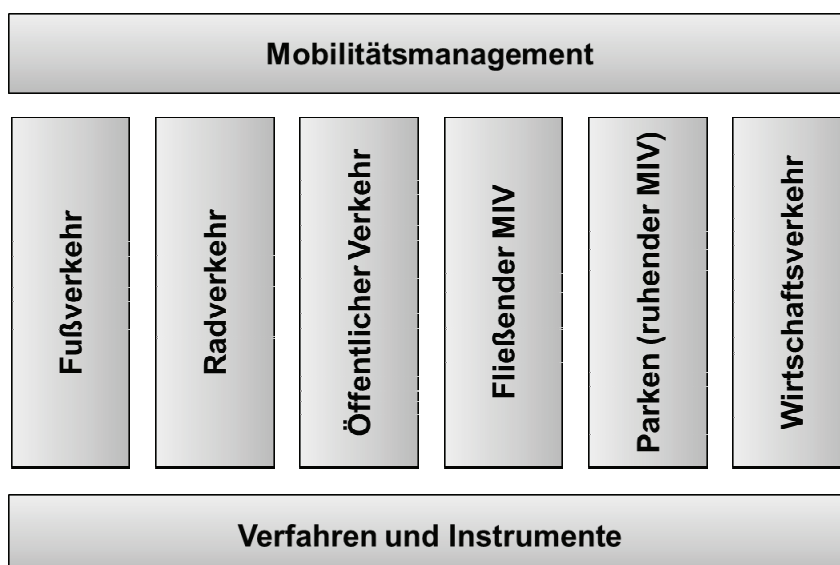


Abbildung 24: Bausteine des integrierten Handlungskonzepts

Das „Dach“ bildet der Baustein Mobilitätsmanagement, der explizit Mobilität als Ganzes adressiert. Er wurde gegenüber den Szenarien gestärkt und deutlicher auf die Förderung nachhaltigen Mobilitätsverhaltens ausgerichtet.

Unter dem „Dach“ gruppieren sich als „tragende Säulen“ sechs Bausteine, die sich schwerpunktmäßig mit den einzelnen Verkehrsmitteln bzw. Verkehrsarten Fußverkehr, Radverkehr, Öffentlicher Verkehr, fließender MIV, Parken (ruhender MIV) sowie mit dem Wirtschaftsverkehr beschäftigen. Hier wurden gegenüber den drei Szenarien insbesondere die Maßnahmen zur Förderung des Fuß- und des Radverkehrs ausgeweitet, differenzierter ausgearbeitet und um Handlungsansätze des Marketings ergänzt. Ferner wurde das Handlungsfeld Parken stärker auf eine nachhaltige Verkehrsentwicklung ausgerichtet.

Das „Fundament“ bildet schließlich der Baustein Verfahren und Instrumente; er beschäftigt sich mit Maßnahmen und Strategien, welche die Stadtverwaltung und andere Akteure bei der zielorientierten Umsetzung des integrierten Handlungskonzepts unterstützen. Aus dem Blickwinkel der SUP sind hier insbesondere die neu hinzugekommenen Monitoringansätze von Bedeutung, die auch hinsichtlich der Umweltwirkungen zum Tragen kommen können.

Nachfolgend werden für alle fünf Zielbereiche der SUP die Wirkungen des integrierten Handlungskonzepts an Hand der in Kapitel 2 dargestellten Indikatoren beschrieben und beurteilt. Methodische Hinweise sind zu den einzelnen Zielbereichen jeweils Kapitel 4 zu entnehmen.

In einem verketteten Vergleich zunächst des Planungsnullfalls 2025 mit dem Analysefall 2009 und anschließend des integrierten Handlungskonzepts mit dem Planungsnullfall lässt sich ablesen, welche Veränderungen der Wirkungen den Maßnahmen des Handlungskonzepts zuzuschreiben sind und welche den allgemeinen Veränderungen der Rahmenbedingungen über die Zeit hinweg. Ein direkter Vergleich der Szenarien mit dem heutigen Status quo ist dagegen nur eingeschränkt sinnvoll.

5.2 Modal Split/Verkehrsaufwand

In Abbildung 25 ist der mit dem Verkehrsmodell ermittelte Modal Split aller Wege der Karlsruher Bevölkerung dargestellt⁴.

Infolge des Handlungskonzepts verändert sich der Modal Split deutlich zu Gunsten des Umweltverbundes und erreicht mit 65% einen Anteil von knapp einem Drittel aller Wege (Planungsnullfall: 55%). Besondere Anteile haben daran der ÖPNV (+ 4%-Punkte gegenüber Planungsnullfall) und das Fahrrad (+ 6%-Punkte). Der MIV-Anteil geht um 10%-Punkte bzw. gut ein Fünftel zurück.

Im Vergleich zu den Szenarien vermag das Handlungskonzept dank der Stärkung der Ansätze des Mobilitätsmanagements sowie der fokussierten Förderung der Verkehrsmittel des Umweltverbundes auch gegenüber dem „Umwelt“-Szenario 3 noch zuzulegen und den Anteil des Umweltverbundes um 2%-Punkte zu steigern.

⁴ Zu den methodisch bedingten Differenzen zwischen dem im Verkehrsmodell ermittelten Modal Split und dem 2012 erhobenen Modal Split siehe Kapitel 6.2.1 des VEP-Schlussberichts.

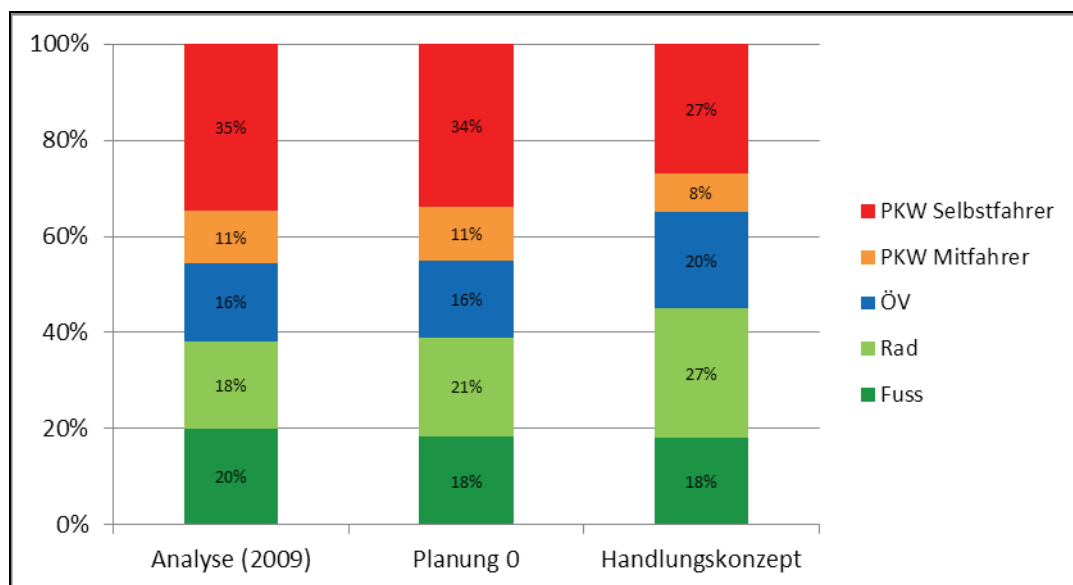


Abbildung 25: Modal Split der Karlsruher Bevölkerung (Ergebnisse Verkehrsmodell)

Der Modal Split und das Wegeaufkommen des Quell- und Zielverkehrs sind in Abbildung 26 und Abbildung 27 dargestellt. Da der Quell- und Zielverkehr aufgrund der zurückzulegenden Entfernungen ganz überwiegend motorisiert stattfindet, beschränkt sich die Darstellung auf den so genannten Bi-Modal Split von ÖPNV und MIV.

Aus Abbildung 26 wird deutlich, dass der Modal Split des Quell- und Zielverkehrs durch verkehrsplanerischen Maßnahmen in der Stadt Karlsruhe nicht in gleichem Ausmaß beeinflusst werden kann wie der Modal Split der Bevölkerung, da diese Maßnahmen immer nur an einem Ende der Wege ansetzen. Dennoch kann mit den Maßnahmen des Handlungskonzepts eine Veränderung des Bi-Modal Split zugunsten des ÖPNV um rund 4%-Punkte bewirkt werden. Dies entspricht einer Zunahme des ÖV-Anteils von immerhin knapp 20%. Im Vergleich zu den untersuchten Szenarien erreicht das Handlungskonzept die Wirkungen des „Umweltszenarios“ 3.

Aus Abbildung 27 ist ablesbar, dass im Handlungskonzept das Wegeaufkommen im Quell- und Zielverkehr insgesamt gegenüber dem Status quo nahezu konstant bleibt. Im Vergleich zu den Szenarien werden trotz gleicher Bi-Modal-Split-Werte die in Szenario 3 identifizierten Einbrüche des Quell- und Ziel-Verkehrs vermieden.

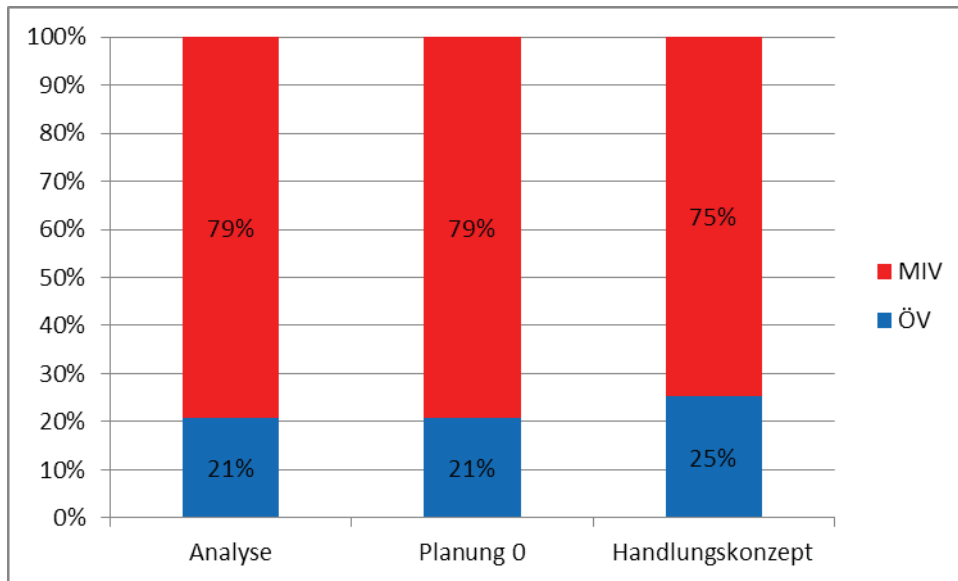


Abbildung 26: Bi-Modal Split Quell- und Zielverkehr

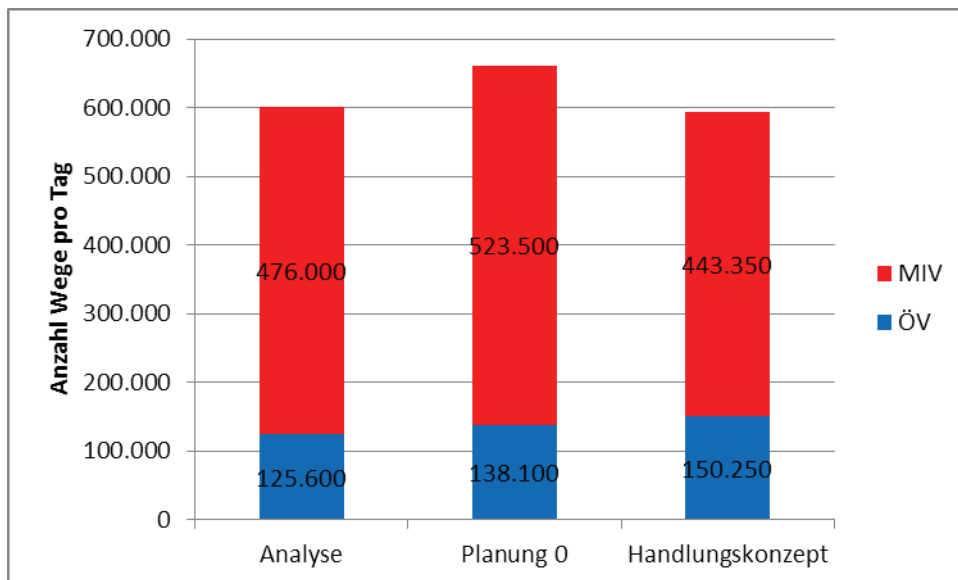


Abbildung 27: Wegeaufkommen Quell- und Zielverkehr

Der Verkehrsaufwand im MIV innerhalb der Stadtgrenzen ist in Abbildung 28 und Abbildung 29 in zwei unterschiedlichen Aufgliederungen dargestellt.

Insgesamt werden mit dem integrierten Handlungskonzept die MIV-Fahrleistungen im Vergleich zu heute um knapp 2% auf 6,82 Mio. Kfz-km pro Tag gesenkt. Im Vergleich zu den untersuchten Szenarien liegt der Verkehrsaufwand etwa in der Größenordnung von Szenario 2 (7,07 Mio. Kfz-km/d) und deutlich über dem „Umweltszenario“ 3 (6,15 Mio. Kfz-km/d).

In der Differenzierung nach städtischen Straßen und Fernstraßen (BAB und Südtangente) zeigt sich, dass mit den Maßnahmen des Handlungskonzepts im Vergleich zur Analyse der absolute Verkehrsaufwand auf den Fernstraßen und sein Anteil am gesamten Verkehrsaufwand steigen und im städtischen Netz sinken (Abbildung 28). In Relation zum Planungsnullfall geht vor allem der innerstädtische Verkehrsaufwand zurück.

Bei der Differenzierung nach Pkw und Lkw (Abbildung 29) ist ersichtlich, dass der Lkw-Verkehrsaufwand mit dem Handlungskonzept gegenüber heute um rund 6% ansteigt und

gegenüber dem Planungsnullfall näherungsweise konstant bleibt. Dagegen gegen die Pkw-Fahrleistungen deutlich zurück. Hierin kommt zum Ausdruck, dass im Personenverkehr Alternativen zum MIV leichter herstellbar und vermittelbar sind als im Güterverkehr. Im Vergleich zu den Wirkungen der Szenarien kommt zum Ausdruck, dass das integrierte Handlungskonzept ohne Einschränkungen des Wirtschaftsverkehrs auskommt, wie sie in Szenario 3 zu beobachten waren.

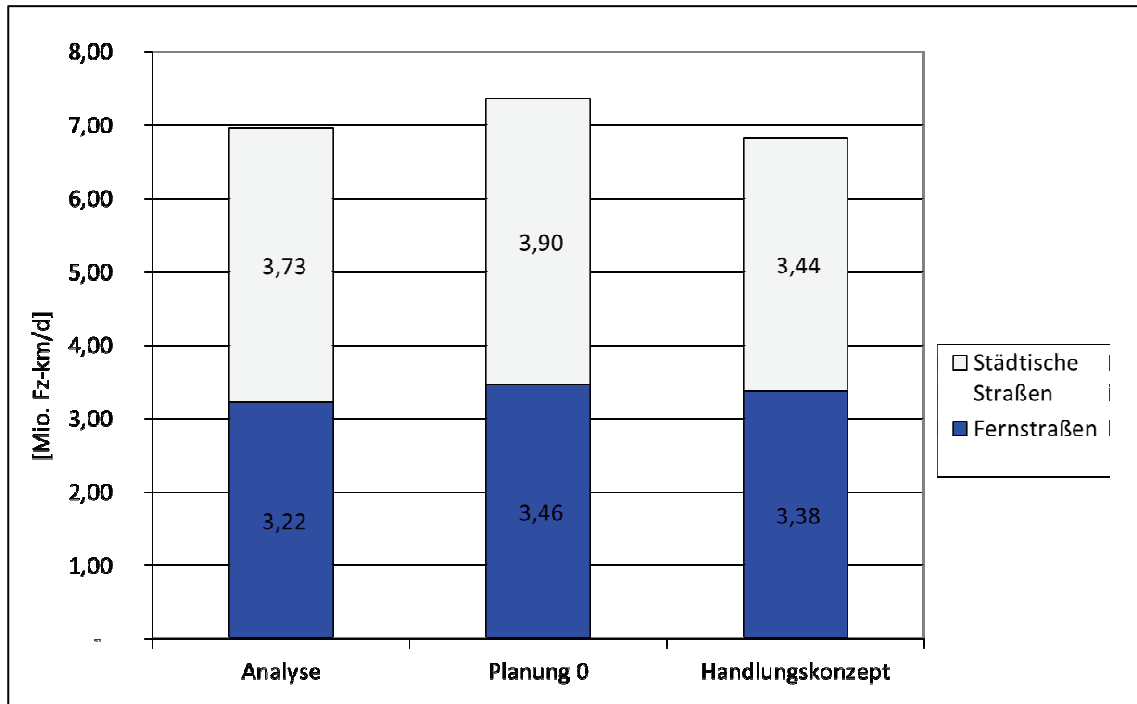


Abbildung 28: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Straßentyp

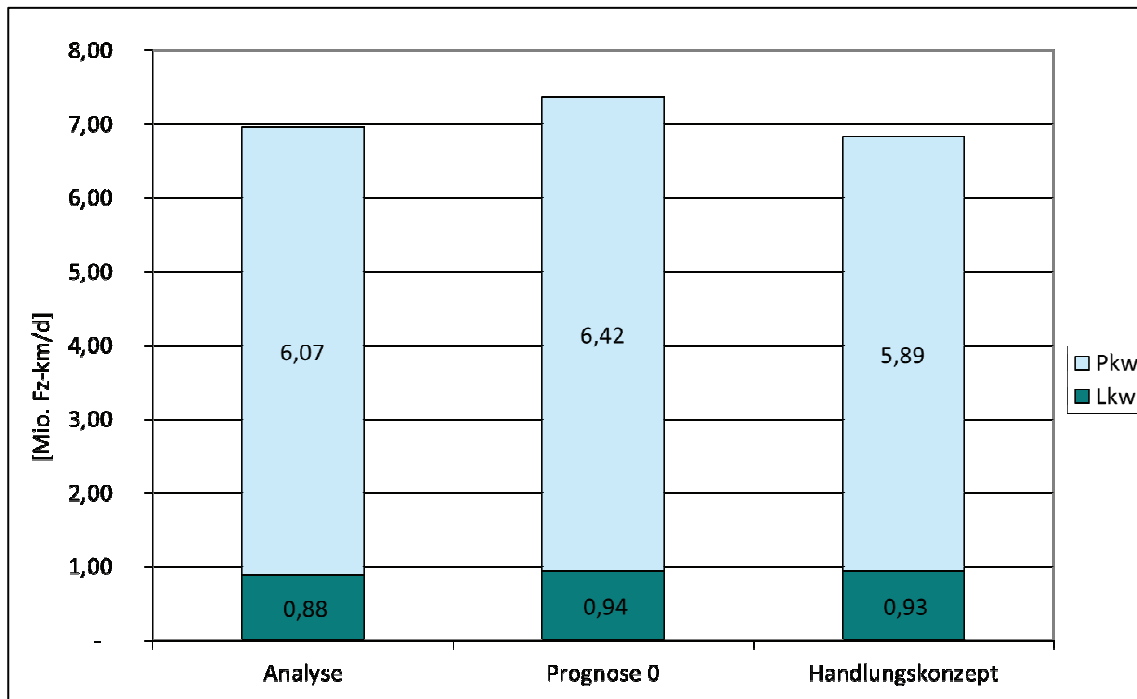


Abbildung 29: Verkehrsaufwand MIV im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten

5.3 Flächeninanspruchnahme, Zerschneidung

Die **Flächeninanspruchnahme** innerhalb der Gemarkungsgrenzen der Stadt Karlsruhe im integrierten Handlungskonzept lässt sich an Hand der geplanten Verkehrswege-Baumaßnahmen wie folgt beschreiben:

Maßnahmen Straße

- Zweite Rheinbrücke auf Gemarkung Karlsruhe 1.700 m, 4-streifig bis zum Anschluss an die Südtangente
- Nordtangente West 2-streifig 3,2 km
- Nordtangente Ost 2-streifig 0,8 km
- Ausbau Wolfartsweierer Str bis Südtangente von 2 auf 4 Fahrstreifen auf 600 m

Unter Annahme üblicher Straßenquerschnitte ergibt sich hieraus ein Flächenverbrauch von rund 10 ha. Dies entspricht einer Zunahme der Verkehrsfläche im Stadtgebiet Karlsruhe gegenüber 2010 um etwa 0,5%.

Maßnahmen Schiene

- Tramstrecke Südost, zweigleisig ca. 1,8 km
- Verlängerung Tramstrecke Knielingen (Linie 2), zweigleisig ca. 1,4 km
- Tramstrecke durch die Südstadt-Ost, zweigleisig ca. 1,6 km
- Tramstrecke Ebertstraße – Europahalle – Pulverhausstraße, zweigleisig ca. 2,6 km
- Verlängerung Stadtbahnstrecke Wolfartsweier bis Ettlingen, zweigleisig ca. 1,4 km (nur Gemarkung Karlsruhe)
- Verlängerung Tramstrecke Nordstadt bis Kirchfeldsiedlung (Linie 3), zweigleisig, ca. 2,7 km
- Stadtbahnverbindungen in die Höhenstadtteile, zweigleisig ca. 6 km

Unter Annahme üblicher Querschnitte von Straßenbahn-Gleiskörpern resultiert hieraus eine Brutto-Flächeninanspruchnahme von überschlägig rund 11 ha. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die in Anspruch genommene Fläche durch Schotter- oder Rasengleis nur in geringerem Maße versiegelt wird und dass abschnittsweise bereits bestehende Verkehrsflächen genutzt werden. Die Netto-Flächeninanspruchnahme kann daher nur auf Basis einer Vorplanung ermittelt werden.

Die räumlichen **Zerschneidungswirkungen** der Verkehrswege sind abhängig von den konkreten örtlichen Verhältnissen, insbesondere von Art und Nutzung der an die Verkehrswege angrenzenden Flächen, von Art und Maß der die Verkehrswege kreuzenden bestehenden Verkehrsbeziehungen sowie von der Ausbildung der Verkehrswege (Eingliederung in Stadt- und Landschaftsbild, Dichte und Qualität von Querungsmöglichkeiten). Eine grobe Orientierung über das Risiko von zerschneidenden Wirkungen bietet die Länge der neuen Verkehrswege. Sie beträgt im integrierten Handlungskonzept 22,3 km. Eine belastbare Aussage zu den zu erwartenden Zerschneidungswirkungen unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren kann in der Bearbeitungstiefe des Verkehrsentwicklungsplans jedoch nicht getroffen werden.

Im Vergleich zu den untersuchten Szenarien liegen die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts bei Flächenverbrauch und Zerschneidungswirkung etwa in der Größenordnung des Szenario 2 und ist damit eher flächenintensiv.

5.5 Luftschadstoffe/Klimaschutz

In Abbildung 31 ist die Summe der PM10- (Feinstaub-) Emissionen des Handlungskonzepts und der beiden Referenzfälle Analyse und Planungsnullfall dargestellt. Wie deutlich zu erkennen ist, gehen die Emissionen unabhängig von verkehrsplanerischen Maßnahmen allein infolge verbesserter Fahrzeugtechnologien um 95% und mehr zurück. Insofern ist davon auszugehen, dass bis zum Zeithorizont 2025 Feinstaub aus Auspuffemissionen unter Ansetzung heutiger Grenzwerte kein Problem mehr darstellen wird.

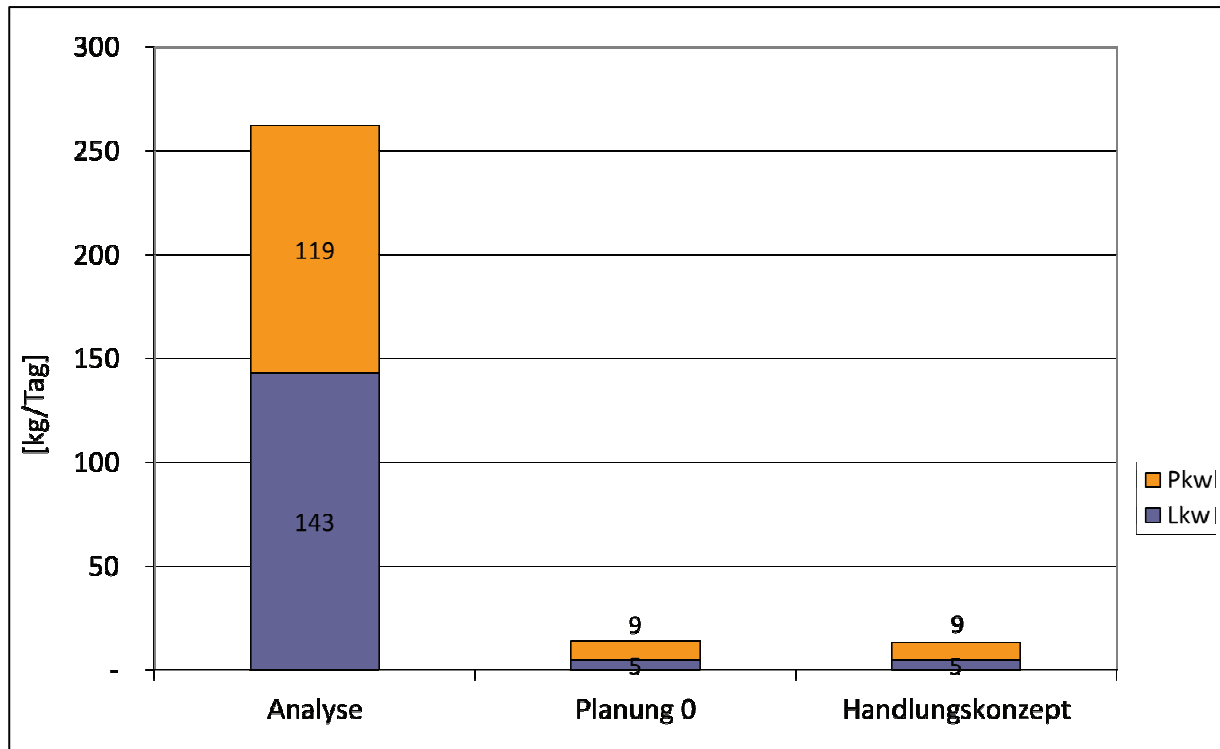


Abbildung 31: PM10-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten

Ähnlich wie beim Feinstaub werden auch bei den Stickoxiden die Emissionen durch Verbesserungen der Fahrzeugtechnik künftig deutlich zurückgehen. Abbildung 32 zeigt bis 2025 einen Rückgang beim integrierten Handlungskonzept um 63% gegenüber heute. Durch die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts können die Emissionen über die Effekte der verbesserten Fahrzeugtechnik hinaus gegenüber dem Planungsnullfall um 7% vermindert werden.

Wie beim Feinstaub ist davon auszugehen, dass die heute gültigen Grenzwerte im Zieljahr 2025 deutlich unterschritten werden können.

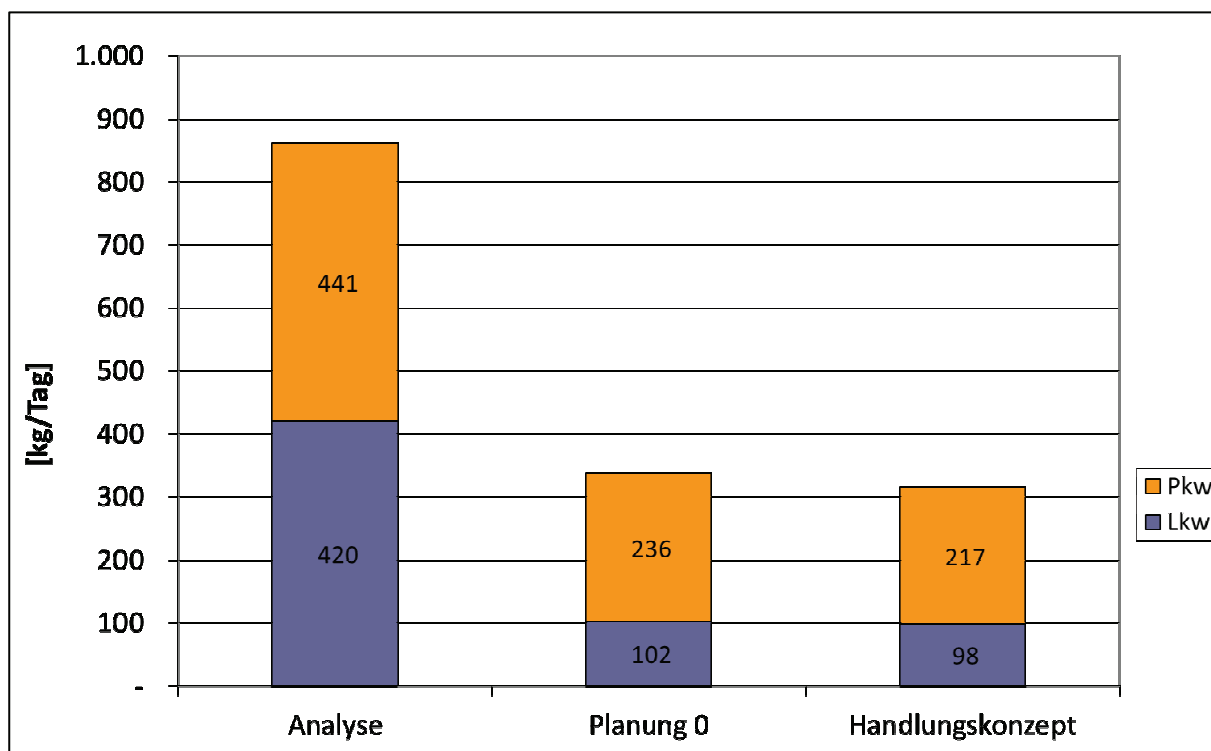


Abbildung 32: NO₂-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten

Die Entwicklung der Emissionen beim Treibhausgas CO₂ ist demgegenüber weniger positiv (Abbildung 33). Hier sind bis 2025 mit dem integrierten Handlungskonzept nur Rückgänge um rund 17% gegenüber dem Status quo 2009 bzw. um gut 5% gegenüber dem Planungsnullfall zu verzeichnen. Die gängigen Minderungsziele – Klima-Bündnis-Ziel der CO₂-Emissionsminderung alle 5 Jahre um 10 % (entspricht minus 29,2% von 2009 bis 2025) und „2-2-2-Ziel“ der Stadt Karlsruhe der CO₂-Emissionsminderung von 2009 bis 2020 jährlich um 2% (entspricht fortgeschrieben minus 27,8% von 2009 bis 2025) – werden damit klar verfehlt.

Im Vergleich zu den untersuchten Szenarien sind die Emissionen des integrierten Handlungskonzepts mit 1.402 t/d zwar geringer als die in Szenario 2 (1.440 t/d), erreichen aber bei weitem nicht das Niveau von Szenario 3 (1.291 t/d).

Hochgerechnet auf den im Klimaschutz gängigen Bezugszeitraum eines Jahres werden mit den Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts etwa 442.000 t CO₂ pro Jahr durch den motorisierten Individualverkehr im Stadtgebiet Karlsruhe emittiert.

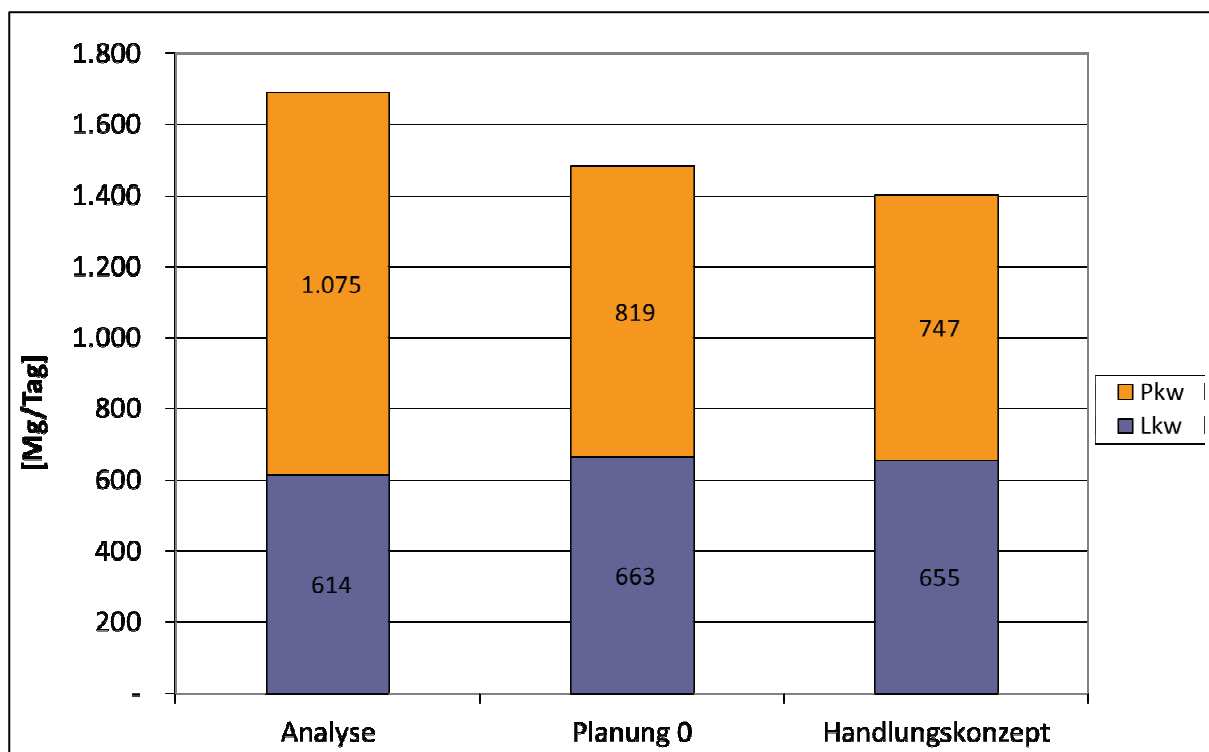


Abbildung 33: CO₂-Emissionen im Stadtgebiet nach Fahrzeugarten

5.6 Straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs

Wie in Abschnitt 2.6 erörtert, wird die straßenräumliche Verträglichkeit für die Szenarien aus methodischen Gründen nicht separat ermittelt.

Um einen generellen Eindruck von den Wirkungen des integrierten Handlungskonzepts zu vermitteln, sind für zehn beispielhafte Straßenabschnitte in Tabelle 8 die absoluten Kfz-Verkehrsstärken für Analyse, Planungsnullfall und Handlungskonzept und in Abbildung 23 die relativen Veränderungen des Handlungskonzepts gegenüber dem Planungsnullfall dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass eine solche Detailbetrachtung einzelner Netzabschnitte an die Einsatzgrenzen des Verkehrsmodells stößt und modellbedingte Ungenauigkeiten nicht auszuschließen sind.

Die Betrachtung der zehn exemplarischen Straßenabschnitte zeigt, dass in Folge des integrierten Handlungskonzepts die Verkehrsmengen ganz überwiegend sowohl gegenüber dem Analyse- als auch gegenüber dem Planungsnullfall zurückgehen. Dabei erreichen die Rückgänge gegenüber dem Planungsnullfall in einzelnen Abschnitten Werte von bis zu 40%. Insgesamt lassen sich somit klare Indizien für eine bessere straßenräumliche Verträglichkeit des Verkehrs ausmachen.

Im Vergleich zu den Szenarien sind die Handlungskonzept-bedingten Veränderungen der Verkehrsmengen in den exemplarischen Straßenabschnitten mit denen des Szenario 2 vergleichbar.

Streckenabschnitt	Analyse 0	Planung 0	Handlungskonzept
Rüppurrer Strasse	8405	9822	8417
Stephanienstrasse	11003	11504	11204
Hardtstrasse	8595	9228	7721
Pfinzstraße	10037	10023	8993
Reinhold-Frank-Strasse/L605	26646	27018	19547
Karlsruher Strasse	3087	3207	2648
Kaiserstrasse	13454	15378	15537
Eckenerstrasse/B36	38052	38460	36640
Steinkreuzstrasse/B4	5674	5566	3217
Badener Strasse/B3	14245	14492	13200

Tabelle 8: Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn betrachteten Straßenabschnitten (absolute Werte)
 (rot/grün: Veränderungen gegenüber Analysenullfall um mehr/weniger als 10%)

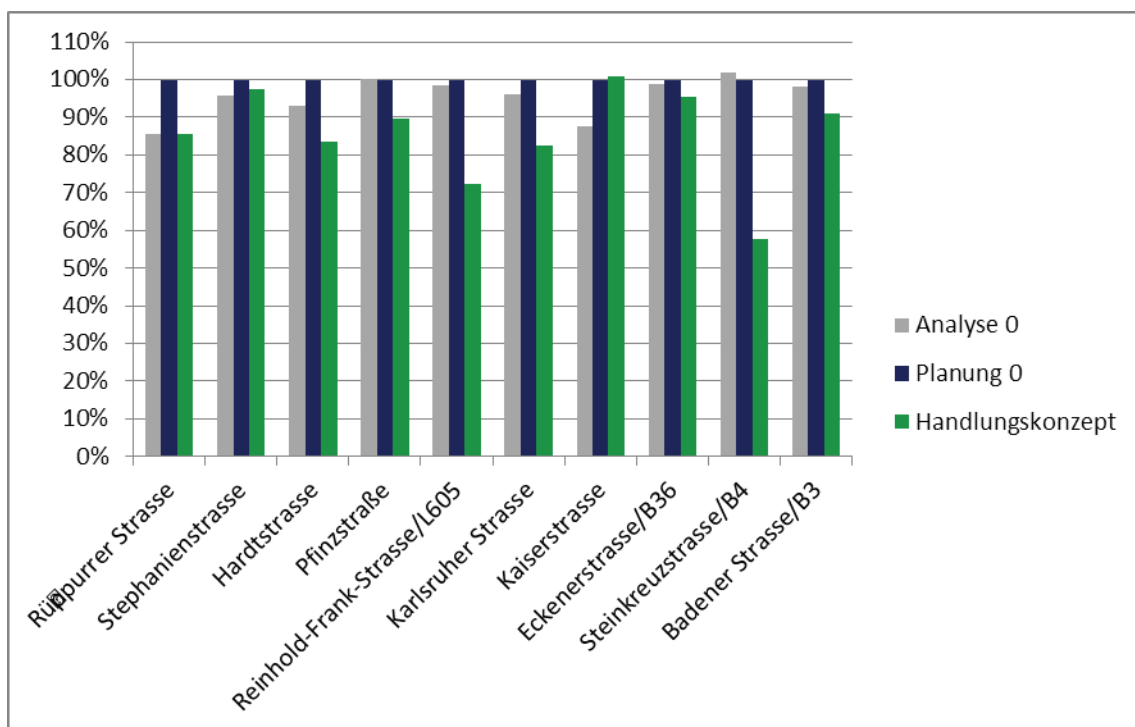


Abbildung 34: Verkehrsstärken [Kfz/24h] in zehn Straßenabschnitten
 (relative Veränderungen gegenüber Planungsnullfall, Planungsnullfall = 100%)

5.7 Bewertung des integrierten Handlungskonzepts aus Umweltsicht

Den durchgeführten Prognosen und Analysen zufolge führen die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts in den untersuchten Zielbereichen aus Umweltsicht ganz überwiegend zu Verbesserungen gegenüber dem Analysefall und dem Planungsnullfall:

- Der Modal Split verändert sich – insbesondere bei der Karlsruher Bevölkerung – deutlich zu Gunsten des Umweltverbundes. Auch geht der Verkehrsaufwand im motorisierten Individualverkehr zurück.
- Die neuen Straßen und Straßenbahnstrecken nehmen Flächen in Anspruch und zerschneiden potenziell bestehende Beziehungen der natürlichen und gesellschaftlichen Umwelt. Als einziger der untersuchten Zielbereiche sind bei Flächeninanspruchnahme und Zerschneidung keine generellen Verbesserungen zu erwarten.
- Die Lärmemissionen des MIV können in weiten Teilen des Stadtgebiets verringert werden, wenn auch überwiegend nur um ein Maß, das unter der Wahrnehmungsschwelle liegt. Dennoch leisten die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts wichtige Beiträge dazu, den Lärm in der Stadt insgesamt zu mindern und ruhige Gebiete zu schützen. Insbesondere im Umfeld neuer Verkehrswege entstehen aber auch neue Lärmemissionen.
- Die Luftschadstoffemissionen von Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxiden (NO₂) aus dem Straßenverkehr gehen dank verschärfter Abgasnormen deutlich zurück und es steht zu erwarten, dass die heute gültigen Immissionsgrenzwerte in absehbarer Zeit problemlos eingehalten werden können.
Auch bei den CO₂-Emissionen sind Rückgänge zu erwarten, die zum Teil aus Veränderungen der Fahrzeugflotte, zum Teil aus den Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts resultieren. Allerdings werden dennoch die gängigen CO₂-Minderungsziele verfehlt.
- Hinsichtlich der straßenräumlichen Verträglichkeit des MIV sind in vielen Straßenabschnitten Verbesserungen durch Rückgänge der Verkehrsmengen zu erwarten.

Im Vergleich zu den untersuchten Szenarien übertrifft das integrierte Handlungskonzept mit seinen positiven Veränderungen der Umweltauswirkungen die Wirkungen des Szenarios 2, erreicht aber nicht die des „Umweltszenarios“ 3. Das bei der Ausrichtung des integrierten Handlungskonzepts verfolgte Ziel, aufbauend auf der Grundkonzeption des Szenarios 2 weitere Verbesserungen für die Umwelt zu erzielen, wird mithin erreicht.

Aus Umweltsicht weist das integrierte Handlungskonzept klar in die richtige Richtung. Für Umsetzung und kontinuierliche Weiterentwicklung des Handlungskonzepts sind aus Umweltsicht folgende Hinweise zu geben:

- Es ist sicherzustellen bzw. zu kontrollieren, dass die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts tatsächlich umgesetzt werden und dass die prognostizierten verkehrlichen und umweltbezogenen Wirkungen tatsächlich erzielt werden. Hierfür ist ein entsprechendes Monitoring erforderlich (vgl. Kap. 6).
- Beim Bau neuer bzw. beim Ausbau bestehender Verkehrswege ist in der Objektplanung sicherzustellen, dass Flächeninanspruchnahme und Zerschneidungswirkungen so gering wie möglich gehalten werden. Dies betrifft die Wahl der Verkehrswegequerschnitte, die Einbettung in Stadt- und Landschaftsbild (Erhalt von Sichtachsen,

die den Verkehrsweg kreuzen) und die Schaffung von Querungsmöglichkeiten in angemessener Dichte. Handlungspotenziale bestehen darüber hinaus beim Bau neuer Straßenbahnstrecken durch Umnutzung bestehender Verkehrsflächen und durch die Anlage von Rasengleis. Generell birgt die funktionsgerechte Umgestaltung bestehender Straßen Potenziale zur Verringerung der Flächeninanspruchnahme, Versiegelung und Zerschneidung, die gesamtstädtisch auch als Kompensation beim Bau neuer Verkehrswege eingesetzt werden können.

- Die dem integrierten Handlungskonzept innewohnenden Potenziale zur Verbesserung der straßenräumlichen Verträglichkeit des Verkehrs sind durch konkrete baulich-gestalterische und betriebliche Maßnahmen auszuschöpfen.
- Insbesondere hinsichtlich des Klimaschutzes weitergehende Anstrengungen über die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts hinaus erforderlich. Hier ist zweifellos nicht nur die Stadt Karlsruhe gefragt. Vielmehr müssen auch Bund und Länder durch fiskalische, gesetzgeberische und finanzielle Fördermaßnahmen die notwendigen Rahmenbedingungen für eine klimafreundlichere Mobilität schaffen. Aufgabe der Stadt Karlsruhe ist es dann, mit Maßnahmen auf lokaler Ebene diese Rahmenbedingungen zu flankieren und zu unterstützen. Die Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts zeigen ausgesprochen positive Klimawirkungen beim Personenverkehr der Karlsruher Bevölkerung. Zusätzliche Handlungspotenziale bestehen dementsprechend beim Wirtschaftsverkehr sowie bei den Quell- und Zielverkehren im Austausch mit der Region.

6. Hinweise zum Monitoring der Umweltwirkungen

Für einen wirksamen Schutz der Umwelt vor Beeinträchtigungen bzw. für die Verbesserung der Umweltsituation ist es erforderlich, regelmäßig bzw. kontinuierlich im Rahmen eines Monitorings zu überprüfen, ob und in welchem Maße sich die Umweltsituation verändert hat bzw. die gesteckten Ziele – hier insbesondere hinsichtlich der Reduzierung des CO₂-Ausstoßes – erreicht wurden. Das Monitoring sollte sich dabei auf zwei Ebenen beziehen: auf die Umsetzung der Maßnahmen des integrierten Handlungskonzepts und auf die eigentlichen Umweltauswirkungen des Verkehrs.

Das Umsetzungs-Monitoring wird bereits mit der Maßnahme V.2 des integrierten Handlungskonzepts erschöpfend beschrieben (vgl. VEP-Schlussbericht).

Für das Monitoring der umweltbezogenen Wirkungen werden für die einzelnen Zielbereiche folgende Ansätze vorgeschlagen:

- **Modal Split/Verkehrsaufwand**
Zum Monitoring von Modal Split und Verkehrsaufwand sind Mobilitätsbefragungen und Verkehrszählungen fortzuführen (vgl. auch Maßnahme V.2). Der Modal Split wird bei Haushaltsbefragungen direkt erhoben. Veränderungen des Verkehrsaufwandes können aus den Ergebnissen der Verkehrszählungen abgeleitet werden; empfehlenswert ist darüber hinaus, das Verkehrsmodell für die Stadt Karlsruhe kontinuierlich mit Hilfe aktueller Erhebungsdaten fortzuschreiben und den Verkehrsaufwand mit Hilfe des Modells zu ermitteln.
- **Flächeninanspruchnahme/Zerschneidung**
Zu diesem Themenfeld sollten im Rahmen der Objektplanung für die einzelnen Verkehrswegemaßnahmen alle relevanten Daten und Informationen ermittelt werden.
- **Lärm**
Ein regelmäßiges Monitoring des Verkehrslärms ist bereits durch die EU-Umgebungslärmrichtlinie und die darin geforderte Lärmkartierung sichergestellt.
- **Luftschadstoffe/Klimaschutz**
Ein Monitoring der relevanten Luftschadstoffe ist bereits durch die kontinuierlichen Immissionsmessungen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg ausreichend sichergestellt.
Ein Monitoring der CO₂-Emissionen ist nur indirekt möglich, indem analog dem Verfahren im Rahmen der SUP wesentliche Kenngrößen der Mobilität und der Emissionen erfasst und daraus die Emissionen hochgerechnet werden. Zentrale Kenngröße ist dabei neben dem Bestand der Kfz-Flotte und der Verkehrsnachfrage auf Straße (Kfz) und Schiene das Mobilitätsverhalten der Bürgerinnen und Bürger. Es wird daher empfohlen, das Verkehrsmodell für die Stadt Karlsruhe kontinuierlich mit Hilfe aktueller Erhebungsdaten fortzuschreiben und die CO₂-Emissionen mit Hilfe des Modells zu hochzurechnen.
- **Straßenräumliche Verträglichkeit**
Das im Rahmen der Zustandsanalyse angewendete quantitative Herangehen an das Thema straßenräumliche Verträglichkeit wird nicht zur weiteren Anwendung empfohlen, da der Erkenntniswert im Vergleich zum Aufwand eher gering ist und das ‚objektive‘ Verfahrensergebnis sich nicht mit dem verbreiteten subjektiven Empfinden deckt.

Die Detailkonzeption und Umsetzung des Monitorings sollte vom künftigen Manager „Nachhaltige Mobilität“ wahrgenommen werden.

7. Quellen

- BBSR - Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. *Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung, Ausgabe 2010*. CD-ROM. Bonn, 2010.
- BMVBS - Bundesminister für Verkehr. *Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 1990 - RLS-90*. (VkBli.) Nr. 7 vom 14. April 1990, 1990.
- BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. *Leitfaden Strategische Umweltprüfung (SUP) in der kommunalen Verkehrsentwicklungsplanung*. Schriftenreihe direkt, Heft 63, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2006.
- Bundesregierung. *Bundesverkehrswegeplan 2003 (Beschluss der Bundesregierung vom 02. Juli 2003)*. Berlin, 2003.
- Gerlach, Jürgen. *Strategische Umweltprüfung in der VEP*. Vortrag bei der srl – Halbjahrestagung „Zukunft der Verkehrsentwicklungsplanung“ am 11. Mai 2007 in Braunschweig
- infas/DLR. *Mobilität in Deutschland 2008 – Tabellenband*. Bonn, Berlin 2010
- Infras. *Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1 (HBEFA 3.1)*. Datenbankprogramm. Bern, 2010.
- Karlsruher Verkehrsverbund GmbH. *Nahverkehrsentwicklungsplan Karlsruher Verkehrsverbund*. Karlsruhe, 2003.
- Karlsruher Verkehrsverbund GmbH. *Nahverkehrsplan 2006*. Karlsruhe, 2006.
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. *Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Regierungsbezirk Karlsruhe - Bewertung verkehrsbeschränkender Maßnahmen für Karlsruhe und Pfinztal*. Stuttgart, 2011.
- Nachbarschaftsverband Karlsruhe. *Flächennutzungsplan 2010*. 2004.
- Öko-Institut e.V. (Hg.). *Renewability II - Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs. Zentrale Ergebnisse*. Berlin, Oktober 2012
- Omniphon. *Mobilitätsverhalten 2012 - Stadt Karlsruhe*. Leipzig, 9.10.2012
- Regierungspräsidium Karlsruhe (RP KA). *Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe – Fortschreibung*. Karlsruhe, 2012.
- Regionalverband Mittlerer Oberrhein. *Regionalplan Mittlerer Oberrhein vom 13. März 2002, zuletzt geändert durch Satzung vom 5. April 2006*. Karlsruhe, 2006.
- Stadt Karlsruhe. *Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009 - Handlungsrahmen für den kommunalen Klimaschutz*. Karlsruhe, 2009.
- Stadt Karlsruhe (Hg.). *Klimaneutrales Karlsruhe 2050*. Karlsruhe 2011.
- Stadt Karlsruhe. *Lärmaktionsplan - 1. Maßnahmenpaket*. Karlsruhe, 2009.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. *Regionaldaten*. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. 2011. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/> (Zugriff am 13. Dezember 2011).
- StetePlanung, Habermehl + Follmann Ingenieurgesellschaft mbH. *Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe - Baustein Zustandsanalyse*. Darmstadt/Rodgau, 2009.

Umweltbundesamt. *Aktuelle Immissionsdaten und Ozonvorhersage*. 2011. <http://www.env-it.de/umweltbundesamt/luftdaten/index.html> (Zugriff am 29. Dezember 2011).

UVPG. *Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung* in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. August 2012 (BGBl. I S. 1726)“ 2012.

