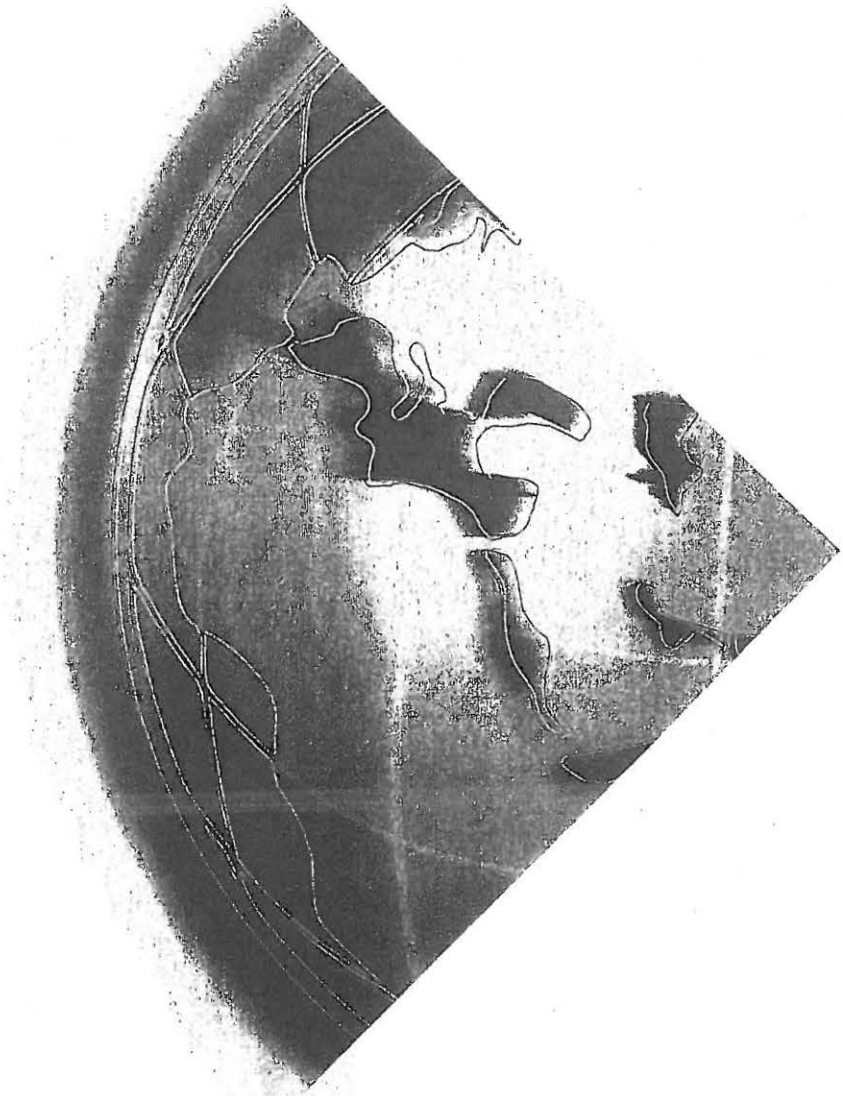


Verkehrsuntersuchung Raum Leverkusen

im Auftrag des Landesbetriebes Straßenbau Nordrhein-Westfalen,
Regionalniederlassung Rhein-Berg, Außenstelle Köln

Mai 2013

Dipl.-Ing. Alexander Sillus
Dr.-Ing. Frank Weiser

Brilon
Bondzio
Weiser

Ingenieurgesellschaft
für Verkehrswesen mbH

Inhaltsverzeichnis **Seite**

1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung ... 6

2 Erfassung der Verkehrssituation 2009 ... 9

2.1 Autobahnnetz ... 9

2.2 Unfalldaten ... 10

2.2.1 Unfälle im Bereich des AK Leverkusen ... 14

2.2.2 Zusammenfassung und Auswirkungen auf die Planung ... 17

2.3 Baustellen ... 18

2.4 Verkehrsbelastungen ... 18

2.5 Stauerscheinungen ... 23

2.5.1 Verflechtungsbereiche am AK Leverkusen ... 23

2.5.2 Auswirkungen auf das nachgeordnete Netz ... 25

2.6 Verfolgungszählung ... 30

2.6.1 Allgemeines ... 30

2.6.2 Erhebung ... 30

2.6.3 Fahrten zwischen der A 3 aus Richtung Oberhausen auf die A 1 in FR Koblenz ... 34

2.6.4 Verteilung der Fahrten von der BAB A 1 (FR Dortmund) am AK Leverkusen ... 38

2.6.5 Verteilung der Fahrten auf der BAB A 1 FR Koblenz ... 41

2.6.6 Verteilung der Fahrten von der BAB A 3 in Richtung Frankfurt a. M. ... 46

2.6.7 Verteilung der Fahrten aus Richtung der AS Leverkusen auf der BAB A 3 FR Oberhausen ... 50

2.6.8 Fahrten von der BAB A 3 FR Frankfurt a. M. zum AK Leverkusen West ... 53

2.6.9 Zusammenfassung und Auswirkungen auf die Planung ... 55

3 Bewertung der Verkehrssituation 2009 ... 61

3.1 Allgemeines ... 61

3.2 Herleitung der Dimensionierungsbelastungen ... 61

3.2.1 AK Leverkusen ... 64

3.2.2 AS Leverkusen ... 65

3.2.3 AK Leverkusen West ... 66

3.2.4 Rheinbrücke Leverkusen ... 67

3.3 Rückschlüsse für das weitere Vorgehen ... 68

3.4 Verkehrstechnische Berechnungen für den Analysefall ... 69

3.4.1 Allgemeines ... 69

3.4.2 AK Leverkusen ... 70

3.4.3 AS Leverkusen 72
3.4.4 AK Leverkusen West 73
3.4.5 Rheinbrücke Leverkusen 74

4 Makroskopische Verkehrsumlegung mit VISUM 75

4.1 Allgemeines 75
4.2 Datengrundlagen 75
4.3 Aufbau des Verkehrsmodells 75
4.3.1 Einteilung des Untersuchungsraums in Verkehrsbezirke und Erstellung des Netzmodells 75
4.3.2 Herleitung der Matrix der Verkehrsverflechtungen 77
4.4 Umlegung 86
4.4.1 Ergebnisse der Kalibration 86
4.5 Prognose 92
4.5.1 Prognose-Nullfall ohne Maßnahmen im Planungsraum 94
4.5.2 Prognosefall mit Maßnahmen im Planungsraum 95
4.5.3 Vergleich der Verkehrsbelastungen 96
4.6 Tendenzieller Ausblick auf das Jahr 2030 100

5 Ganzjahresanalyse 102

5.1 Allgemeines 102
5.2 Makroskopische Simulation des Verkehrsablaufs 102
5.2.1 Zielstellung der makroskopischen Simulation 102
5.2.2 Arbeitsschritte und Vorgehensweise 102
5.3 Modelle zur Beschreibung des Verkehrsablaufs 103
5.4 Beschreibung des Computerprogramms 107
5.4.1 Struktur des Programmsystems 107
5.4.2 Eingangsgrößen 108
5.4.3 Modellierung des Verkehrsnetzes 109
5.4.4 Modellierung der Verkehrsnachfrage 113
5.4.5 Verkehrsflussmodell - Makroskopisches Zellenmodell mit variabler Zellenlänge 115
5.4.6 Simulation und Auswertung 122
5.4.7 Ergebnisse des Simulationsprogramms 123
5.4.8 Visualisierung der Simulationsergebnisse 125
5.5 Nachbildung des Untersuchungsgebietes 129
5.6 Netz-Nullfall 134

6 Gesamtkonzept zum Umbau 138

6.1 Allgemeines 138

6.1.1 Entwurfsgrundsätze 139

6.1.2 Verkehrsverlagerung auf Alternativrouten 140

6.2 AK Leverkusen 141

6.2.1 Herleitung des Ausbaustandes 141

6.2.2 Ausbaubedarf 153

6.3 BAB A 3 südlich des AK Leverkusen 155

6.3.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes 155

6.3.2 Ausbaubedarf der BAB A 3 südlich des AK Leverkusen 161

6.4 AS Leverkusen 165

6.4.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes 165

6.4.2 Ausbaubedarf 167

6.5 BAB A 1 östlich des AK Leverkusen 167

6.5.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes 167

6.5.2 Ausbaubedarf 169

6.6 BAB A 3 nördlich des AK Leverkusen 169

6.6.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes 169

6.6.2 Ausbaubedarf 170

6.7 BAB 1 westlich des AK Leverkusen (Hochstraße B) 171

6.7.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes 171

6.7.2 Ausbaubedarf 176

6.8 AK Leverkusen West 178

6.8.1 Herleitung des Ausbaustandes 178

6.8.2 Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes 179

6.8.3 Ausbaubedarf 180

6.9 Rheinbrücke Leverkusen 181

6.9.1 Herleitung des zukünftigen Ausbaustandes 181

6.9.2 Beschreibung des Ausbaustandes 182

7 Überlegungen zum Umbau unter Betrieb 185

7.1 AK Leverkusen 185

7.1.1 Modul 1 186

7.1.2 Modul 2 188

7.1.3 Modul 3 190

7.1.4 Modul 4 192

7.2 Hochstraße B 193

7.3 Rheinbrücke und AK Leverkusen West 193

8 Berechnung der Qualität des Verkehrsablaufs 196

8.1 Methodik 196

8.2 Allgemeines 196

8.3 AK Leverkusen 197

8.3.1 BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen 198

8.3.2 BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M. 200

8.3.3 BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund 202

8.3.4 BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz 203

8.4 AS Leverkusen 206

8.4.1 BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M. 206

8.4.2 BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen 208

8.4.3 Anbindung des Willy-Brandt-Rings, Berechnungen für die Morgenspitze 209

8.4.4 Anbindung des Willy-Brandt-Rings, Berechnungen in der Abendspitze 211

8.5 AK Leverkusen-West 214

8.5.1 BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund 215

8.5.2 BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz 215

8.5.3 BAB A 59 Fahrtrichtung Leverkusen 216

8.5.4 BAB A 59 Fahrtrichtung Düsseldorf 218

8.5.5 Anschluss an Leverkusen FR Nord 219

8.5.6 Anschluss an Leverkusen FR Süd 220

8.5.7 Anbindung an die Rheinallee, Berechnungen für die Morgenspitze 221

8.5.8 Anbindung an die Rheinallee, Berechnungen für die Abendspitze 222

8.6 Rheinbrücke und AS Köln-Niehl 224

8.6.1 BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz 225

8.6.2 BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund 226

8.7 AS Leverkusen-Opladen 227

8.7.1 BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M. 227

8.7.2 BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen 228

8.7.3 Anbindung Bonner Straße, Berechnungen für die Morgenspitze 229

8.7.4 Anbindung der Bonner Straße, Berechnungen in der Abendspitze 231

9 Teilbereiche und Netzfälle 233

9.1 Allgemeines 233

9.2 Netzfall 1 237

9.3 Netzfall 2 241

9.4 Netzfall 3 244
9.5 Netzfall 4 247
9.6 Netzfall 5 251
9.7 Zusammenfassung und Fazit 255

10 Zusammenfassung 258
10.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung 258
10.2 Methodik 259
10.3 Erfassung der Verkehrssituation 2009 259
10.4 Bewertung der Verkehrssituation 2009 261
10.5 Aufbau eines Verkehrsplanungsmodells und Prognose 262
10.6 Ganzjahresanalyse des Verkehrsablaufs 263
10.7 Herleitung geeigneter Ausbaumaßnahmen, Gesamtkonzept 264
10.8 Entwicklung von Modulen zur stufenweisen Realisierung des Ausbaus 268
10.9 Bewertung des Verkehrsablaufs in verschiedenen Netzfällen 269

Literaturverzeichnis 272

Anlagenverzeichnis 277

1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Moderne und leistungsfähige Verkehrsverbindungen stellen eine entscheidende Grundvoraussetzung für die weitere Entwicklung der industrie- und dienstleistungsorientierten Volkswirtschaften in aller Welt dar. Hierbei kommt dem Straßenverkehr eine überragende Bedeutung zu. Gesamteuropäisch betrachtet ist Deutschland, und hier vor allen anderen das Land Nordrhein-Westfalen, der Bereich, in dem einerseits bedeutende Quellen und Ziele der Verkehrsströme liegen und andererseits die wichtigsten Transitrouten verlaufen. Das Autobahnnetz bildet dabei das Rückrat insbesondere für den regionalen und überregionalen Verkehr.

Auf den Autobahnen im Umfeld der Städte Köln und Leverkusen (Kölner Ring) sind innerhalb Deutschlands die mit am stärksten belasteten Streckenabschnitte zu finden. Die seit langem kontinuierlich anwachsenden Verkehrsmengen führen schon heute zu spürbaren Kapazitätsengpässen. Aus diesem Grund, und weil mit weiterhin wachsenden Verkehrsmengen gerechnet werden kann, sieht die Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) einen Ausbau der Verkehrsanlagen vor.

In diesem Zusammenhang wird die Bundesautobahn A 3 zur Zeit zwischen dem Autobahndreieck (AD) Heumar und dem Autobahnkreuz (AK) Leverkusen schrittweise 8-streifig ausgebaut. Das Autobahnkreuz Leverkusen stellt dabei als Verknüpfungspunkt der A 1 mit der BAB A 3 und als nordöstlicher Eckpunkt des Kölner Rings ein wichtiges Element dar, das ebenfalls an die zunehmende Verkehrsnachfrage angepasst werden muss.

Die Brilon Bondzio Weiser Ingenieurgesellschaft mbH wurde von dem Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Rhein-Berg, Außenstelle Köln damit beauftragt, für den erforderlichen Umbau des AK Leverkusen eine Verkehrsuntersuchung durchzuführen.

Wegen der Bedeutung des Kreuzes für den gesamten Ring ist dabei ein weiträumiger Untersuchungsraum zu betrachten. Dieser umfasst den Bereich zwischen Langenfeld im Norden und dem Kölner Autobahnring im Süden (vgl. Abbildung 1). Der eigentliche Planungsraum umfasst die Autobahnkreuze AK Leverkusen (BAB A 3 / A 1) und AK Leverkusen-West (BAB A 1 / A 59), die Rheinbrücke Leverkusen (BAB A 1) und die AS Opladen (BAB A 3), AS Leverkusen (BAB A 3) sowie die AS Köln-Niehl (A 1).

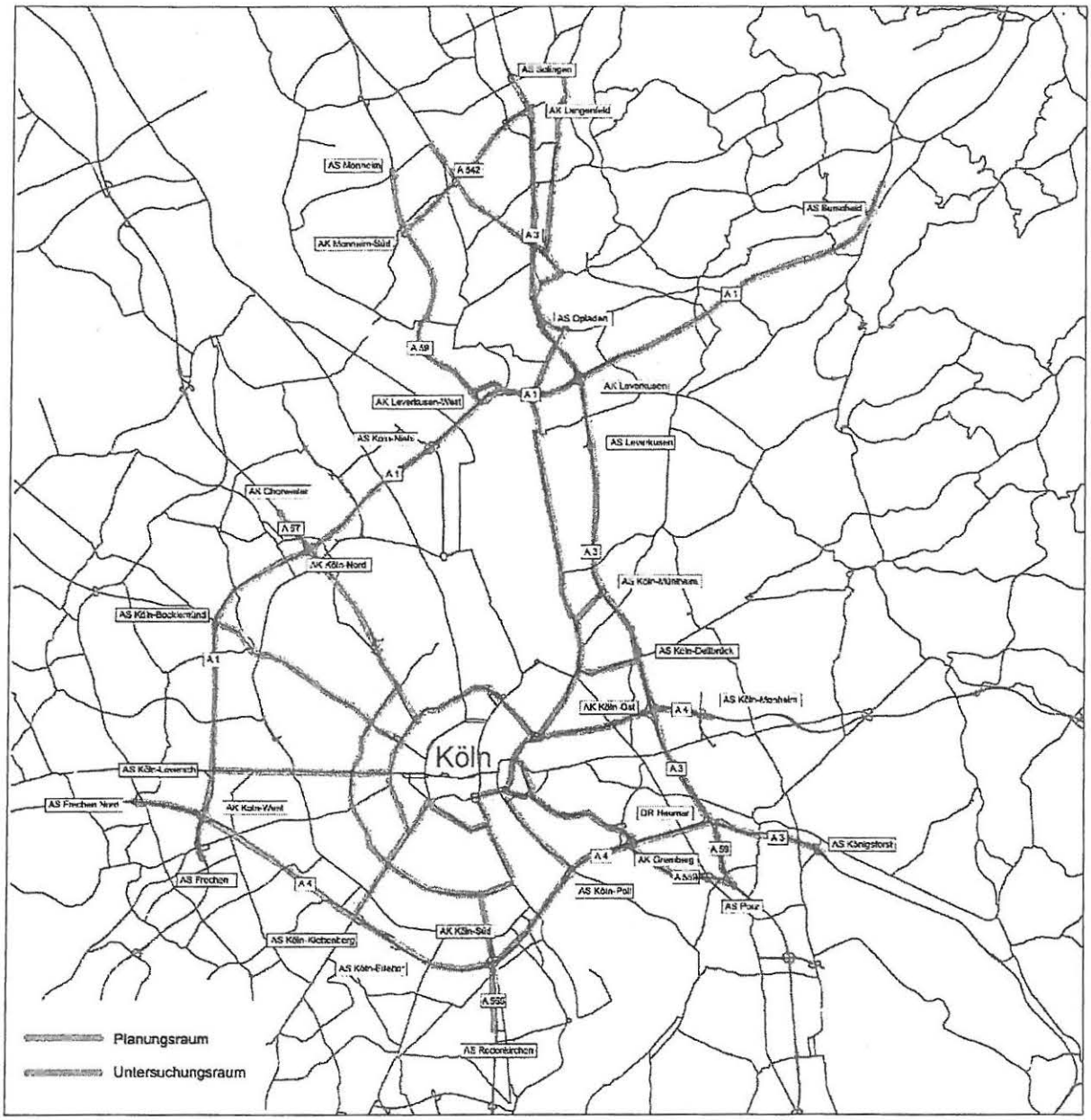


Abbildung 1: Untersuchungsraum und Planungsraum

Bei der Ausbauplanung sind verschiedene Randbedingungen zu beachten. Das betrifft u. a. geometrische Randbedingungen wie die für Ballungsräume typischen geringen Abstände zwischen Anschlussstellen. So sind die AS Leverkusen und das AK Leverkusen eng benachbart. Bei einem Ausbau sind überdies die stadträumlichen Gegebenheiten (eine dichte und eng angrenzende Bebauung, ein verrohrter Bach, eine parallele Stadtstraße etc.) zu berücksichtigen. Aber auch der Aspekt, dass der Umbau der einzelnen Verkehrsanlagen unter Betrieb erfolgen muss, hat Einfluss auf die zu entwickelnden Maßnahmen.

Zur Bearbeitung der Thematik wurde zuerst eine Bestandsaufnahme inklusive einer Verkehrserhebung durchgeführt. Hieraus wurde eine Bewertung der aktuellen Verkehrssituation abgeleitet. Auf dieser Grundlage wurde unter Berücksichtigung der zahlreichen Randbedingungen eine leistungsfähige Gesamtlösung für den Ausbau des Autobahnnetzes im Planungsraum entwickelt. Parallel dazu wurde eine Modellprognose der Verkehrsverhältnisse für das Jahr 2025 erstellt.

Die Gesamtlösung für den Ausbau des Autobahnnetzes im Planungsraum wurde in unterschiedliche Bauabschnitte eingeteilt. Durch unterschiedliche Kombinationen der verschiedenen für die Teilbereiche entwickelten Umbauvorschläge wurden Netzfälle entwickelt, die einem Vergleich unterzogen wurden. Hierbei wurden neben den oben genannten Randbedingungen und der Verkehrsqualität in den Spitzenstunden insbesondere auch die Auswirkungen über ein ganzes Jahr (Ganzjahresanalyse) berücksichtigt. Dazu wurde eine neue, bislang erst in wenigen Fällen angewandte Methodik herangezogen, die es erlaubt, die Häufigkeit und die Intensität von Stauereignissen über ein ganzes Jahr hinweg zu beschreiben und anhand geeigneter Kenngrößen zu bewerten. Diese Methodik ist der üblichen ausschließlichen Betrachtung der Qualität des Verkehrsablaufs während einer gemäß dem HBS (vgl. FGSV, 2009) oder frei definierten Bemessungsstunde deutlich überlegen.

2 Erfassung der Verkehrssituation 2009

2.1 Autobahnnetz

Im Untersuchungsraum befinden sich die nachfolgenden Autobahnabschnitte (siehe Abbildung 1 und Anlage L-1):

- BAB A 1: AS Burscheid bis AS Frechen (ca. 30,7 km)
- BAB A 3: AS Solingen bis AS Königsforst (ca. 27,1 km)
- BAB A 4: AS Frechen-Nord bis AS Köln-Monheim (ca. 27,5 km)
- BAB A 57: AK Chorweiler bis AS Ehrenfeld (ca. 6,3 km)
- BAB A 59 Nord: AS Monheim bis AK Leverkusen-West (BAB A 1) (ca. 8,3 km)
- BAB A 59 Süd: AD Köln-Heumar (BAB A 3) (BAB A 4) bis AS Porz (ca. 2,3 km)
- BAB A 542: AK Monheim-Süd (BAB A 59) bis AK Langenfeld (BAB A 3) (ca. 5,2 km)
- BAB A 555: Verteilerkreis Köln bis AS Rodenkirchen (ca. 5,0 km)
- BAB A 559: AK Köln-Gremberg (BAB A 4) bis AD Porz (BAB A 59) (ca. 3,7 km)

Die Gesamtlänge der Autobahnabschnitte im Untersuchungsraum beträgt rund 116 km.

Der Ausbauzustand des Planungsraumes stellt sich wie folgt dar:

- BAB A 1: Östlich AK Leverkusen:
  6 Fahrstreifen (2 x 3 Fahrstreifen)

  AK Leverkusen (BAB A 3) bis AK Leverkusen-West (BAB A 59):
  Hochstraße mit 6 Fahrstreifen (2 x 3 Fahrstreifen)

  Rheinbrücke:
  6 Fahrstreifen (2 x 3 Fahrstreifen)

  Westlich AS Köln-Niehl:
  6 Fahrstreifen (2 x 3 Fahrstreifen)
- BAB A 3: Nördlich AS Opladen bis südlich AS Leverkusen:
  Autobahn mit 6 Fahrstreifen (2 x 3 Fahrstreifen)
- BAB A 59 Nord: Nördlich AK Leverkusen-West (BAB A 1):
  Autobahn mit 4 Fahrstreifen (2 x 2 Fahrstreifen)
- BAB A 542: AK Monheim-Süd (BAB A 59) bis AK Langenfeld (BAB A 3)
  Autobahn mit 4 Fahrstreifen (2 x 2 Fahrstreifen)

2.2 Unfalldaten

Nach Angaben der Polizeipräsidien Köln und Düsseldorf waren im Untersuchungsraum im Jahr 2007 insgesamt 4.286 Unfälle auf den betroffenen Autobahnen zu verzeichnen und im Jahr 2008 insgesamt 3.914 Unfälle. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Aufteilung auf die verschiedenen Unfalltypen. (vgl. FGSV, 1998)

Unfalltypen (Bezeichnung)	Unfalltyp	2007	2008	Summe	Anteil [%]
Fahrunfall	1	290	229	519	**6,33 %**
Abbiege-Unfall	2	2	1	3	**0,04 %**
Einbiegen / Kreuzen Unfall	3	449	427	876	**10,68 %**
Überschreiten-Unfall	4	6	1	7	**0,09 %**
Unfall durch ruhenden Verkehr	5	10	1	11	**0,13 %**
Unfall im Längsverkehr	6	2.998	2.764	5.762	**70,27 %**
Sonstiger Unfall	7	531	491	1.022	**12,46 %**
Summe	-	**4.286**	**3.914**	**8.200**	**100,00 %**

Tabelle 1: Unfälle im Untersuchungsraum (2007 und 2008)

Bei mehr als zwei Drittel aller Unfälle (70,27 % im Jahr 2007 und 2008) handelte es sich um den Unfalltyp 6 (Unfall im Längsverkehr). Dieser Typ beschreibt einen Unfall, der durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern ausgelöst wurde, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegen, sofern dieser Konflikt nicht die Folge eines Verkehrsvorganges ist, der einem anderen Unfalltyp entspricht (vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 1998).

Bei näherer Betrachtung der Unfälle im Längsverkehr ist festzustellen, dass im Jahr 2007 38,8% und im Jahr 2008 42,3% der Unfälle im Längsverkehr in unmittelbaren Zusammenhang mit Staus standen. Eine genaue Aufschlüsselung dieser staubedingten Unfälle ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Unfalltypen (Bezeichnung)	Unfalltyp	2007	2008	Summe	Anteil [%]
Auffahren auf Stau	61	1.112	1.080	2.192	**93,9 %**
Davon: auf der rechten Spur	611	375	294	669	**28,7 %**
auf der linken Spur von 2 Spuren	612	293	294	587	**25,1 %**
auf der linken Spur von 3 Spuren	613	328	321	649	**27,8 %**
auf der linken Spur von 4 Spuren	614	81	73	154	**6,6 %**
bei unklarer Spur	619	35	98	133	**5,7 %**
Auffahren auf Spurwechsler nach links bei Stau	632	24	49	73	**3,1 %**
Auffahren auf Spurwechsler nach rechts bei Stau	642	29	40	69	**3,0 %**
Summe	-	**1.165**	**1.169**	**2.334**	**100,0 %**

Tabelle 2: Staubedingte Unfälle im Untersuchungsraum (2007 und 2008)

Betrachtet man nur das Umfeld des Autobahnkreuzes Leverkusen zwischen den benachbarten Anschlussstellen Leverkusen Opladen und Leverkusen Zentrum auf der BAB A 3 und der AS Burscheid und dem AK Leverkusen West auf der BAB A 1, so haben sich dort 2007 und 2008 etwa 12 Prozent aller Unfälle im Untersuchungsraum ereignet. Die folgende Tabelle zeigt, dass die Aufteilung auf die einzelnen Unfalltypen im Wesentlichen mit der des Untersuchungsbereichs übereinstimmt.

Unfalltypen (Bezeichnung)	**Unfalltyp**	**2007 und 2008**	**Anteil [%]**
Fahrunfall	1	69	**7,0 %**
Abbiege-Unfall	2	0	**0,0 %**
Einbiegen / Kreuzen Unfall	3	74	**7,5 %**
Überschreiten-Unfall	4	0	**0,0 %**
Unfall durch ruhenden Verkehr	5	0	**0,0 %**
Unfall im Längsverkehr	6	675	**68,7 %**
Sonstiger Unfall	7	164	**16,7 %**
Summe	-	**982**	**100,0 %**

Tabelle 3: Unfälle im Umfeld des AK Leverkusen (2007 und 2008)

Ein Vergleich des Unfallgeschehens mit den bundesweit erfassten Unfällen auf Autobahnen zeigt, dass die Unfälle im Längsverkehr im Umfeld des AK Leverkusen mit 68% zu 40% (bundesweit) überproportional häufig vertreten sind. Dagegen treten Fahrunfälle mit 7% zu 47% (bundesweit) deutlich seltener auf. Der mit 8% zu 2% (bundesweit) relativ hohe Anteil an Einbiegen/Kreuzen Unfällen ist insofern nicht verwunderlich als dieser Unfalltyp an Autobahnen typischerweise im Umfeld von Autobahnkreuzen oder Anschlussstellen auftritt. Die folgenden Abbildungen zeigen das Unfallgeschehen im Vergleich.

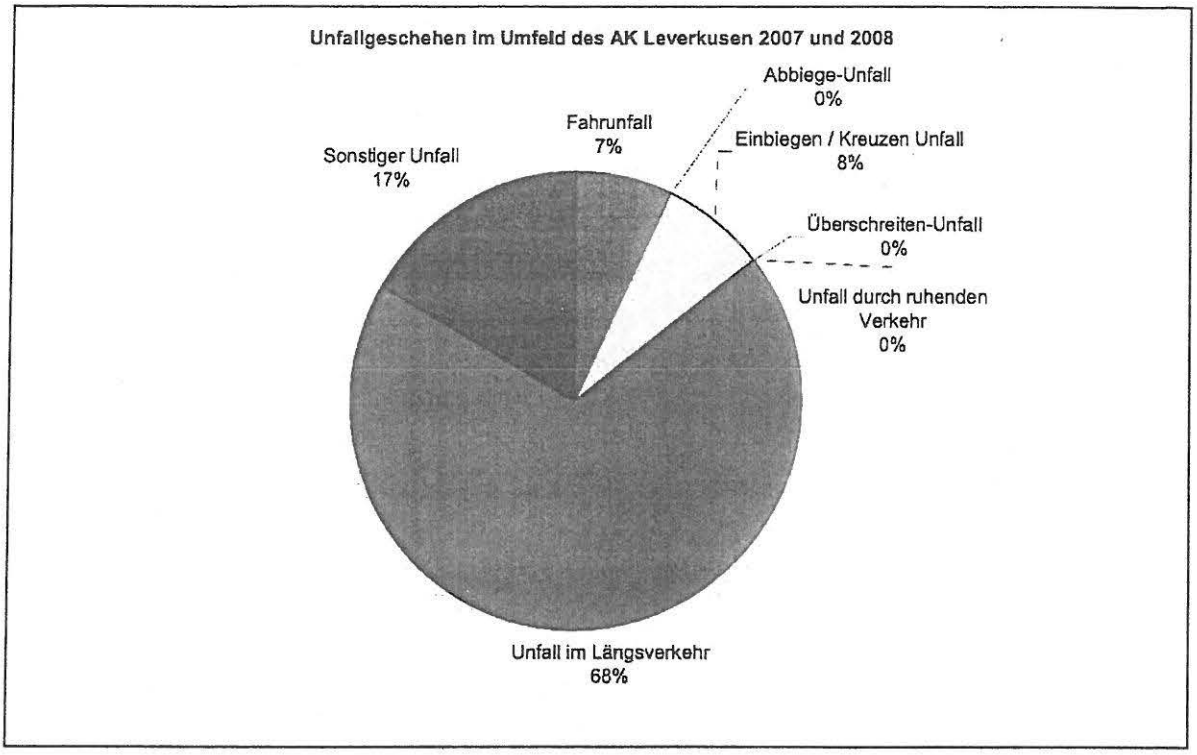


Abbildung 2: Unfallgeschehen im Umfeld des AK Leverkusen 2007 und 2008

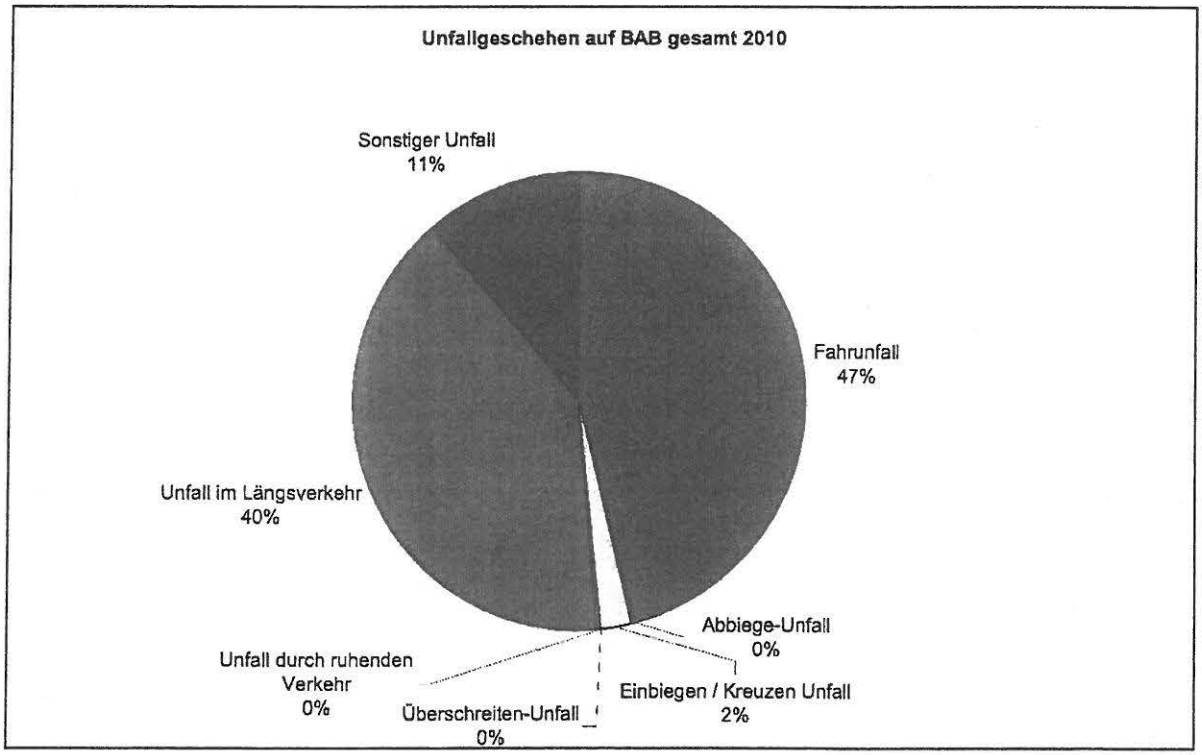


Abbildung 3: Unfallgeschehen auf allen BAB im Jahr 2010

43,7 Prozent der Unfälle im Längsverkehr stehen im Zusammenhang mit Stau. Der Anteil unterscheidet sich damit nicht signifikant von dem entsprechenden Anteil im gesamten Untersuchungsraum. Die unten stehende Tabelle schlüsselt die Unfälle dieses Typs noch weiter auf.

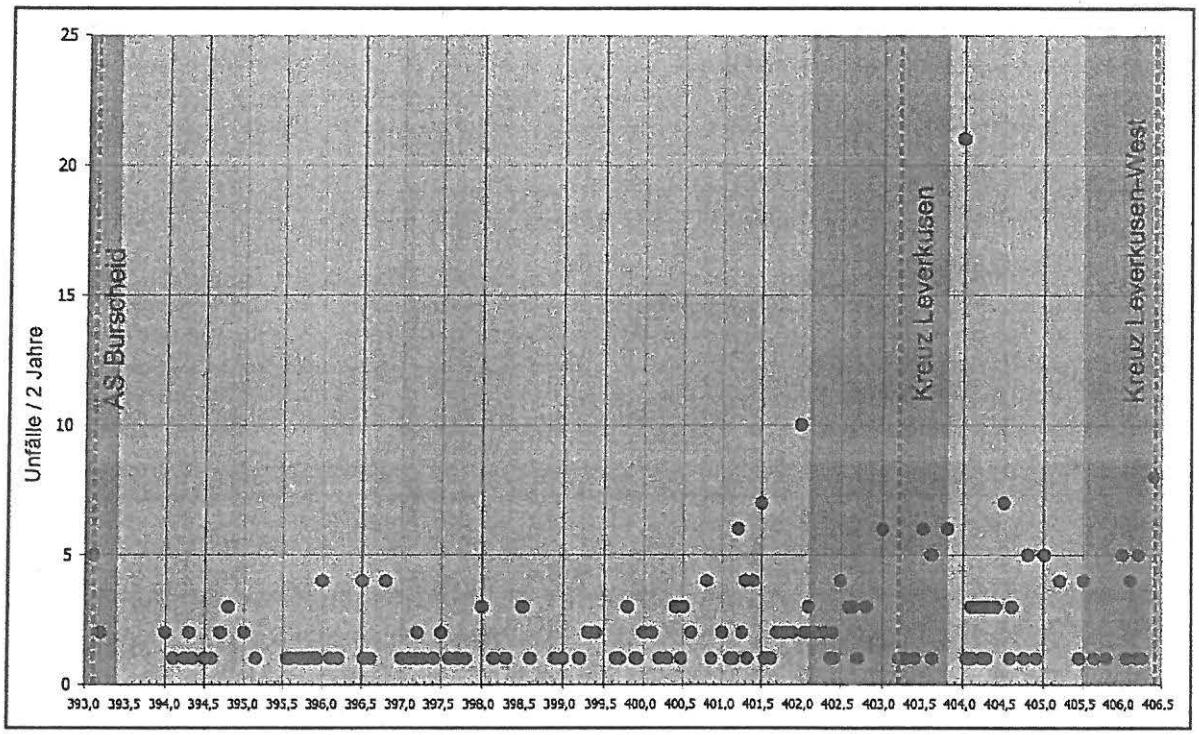
Unfalltypen (Bezeichnung)	Unfalltyp	2007 und 2008	Anteil [%]
Auffahren auf Stau	61	260	**88,1 %**
Davon: auf der rechten Spur	611	97	**32,9 %**
auf der linken Spur von 2 Spuren	612	47	**15,9 %**
auf der linken Spur von 3 Spuren	613	97	**32,9 %**
auf der linken Spur von 4 Spuren	614	6	**2,0 %**
bei unklarer Spur	619	13	**4,4 %**
Auffahren auf Spurwechsler nach links bei Stau	632	19	**6,4 %**
Auffahren auf Spurwechsler nach rechts bei Stau	642	16	**5,4 %**
Summe	-	**295**	**100,0 %**

Tabelle 4: Staubedingte Unfälle im Umfeld des AK Leverkusen (2007 und 2008)

Eine nähere Betrachtung der Lage der Unfallstellen im Umfeld des Autobahnkreuzes zeigt im Großen und Ganzen keine Auffälligkeiten. Allerdings sind einzelne Unfallhäufungen bei bestimmten Kilometrierungen erkennbar. Diese deuten teilweise auf das Phänomen des so genannten „freundlichen Kilometers" hin. Es ist bekannt, dass bei der Unfallaufnahme häufig ganzzahlige oder gut einprägsame Kilometrierungen angegeben werden, auch wenn der eigentliche Unfallort sich nicht mit dieser Angabe deckt. An einigen Punkten sind allerdings auch andere Ursachen erkennbar, die im folgenden erläutert werden.

2.2.1 Unfälle im Bereich des AK Leverkusen

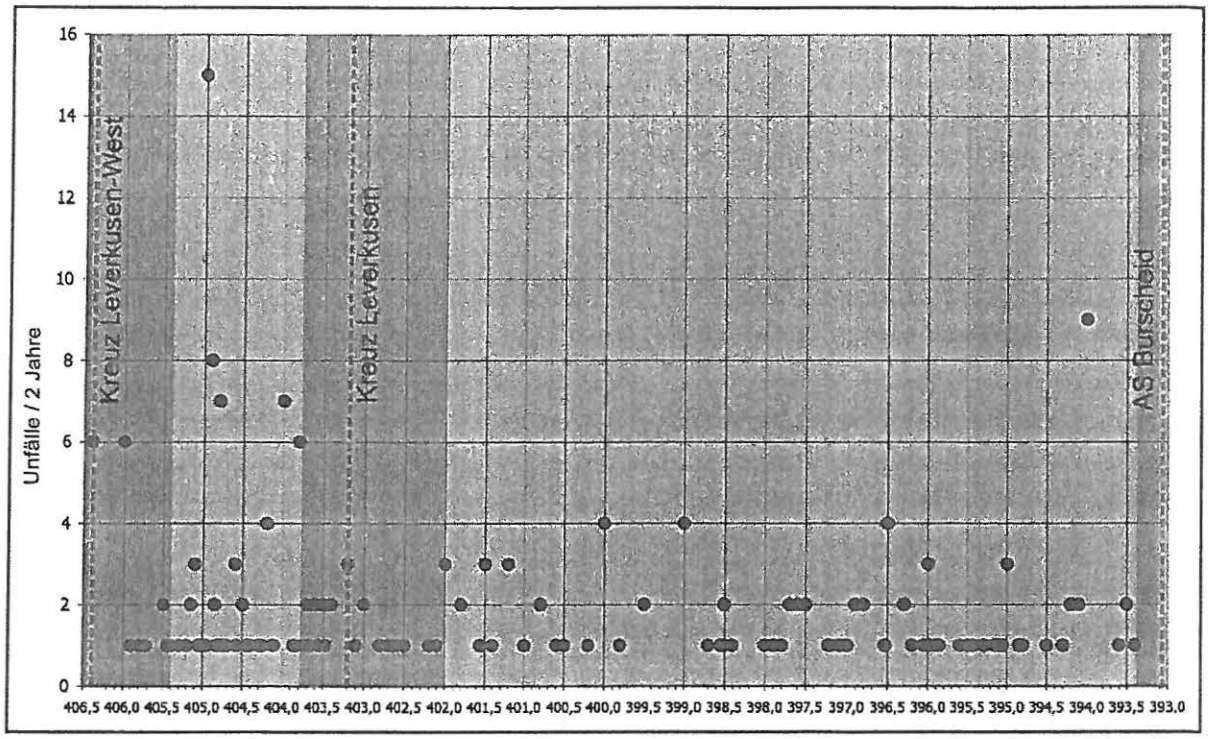
Die folgenden Abbildungen zeigen nach Fahrtrichtung getrennt die Verteilung der Unfälle auf den Autobahnen BAB A 1 und BAB A 3 im Umfeld des AK Leverkusen.



Bereiche der AS Burscheid, des Kreuzes Leverkusen und des Kreuzes Leverkusen-West

Abbildung 4: Verteilung der Unfälle in den Jahren 2007 und 2008 auf der BAB A 1 in FR Koblenz

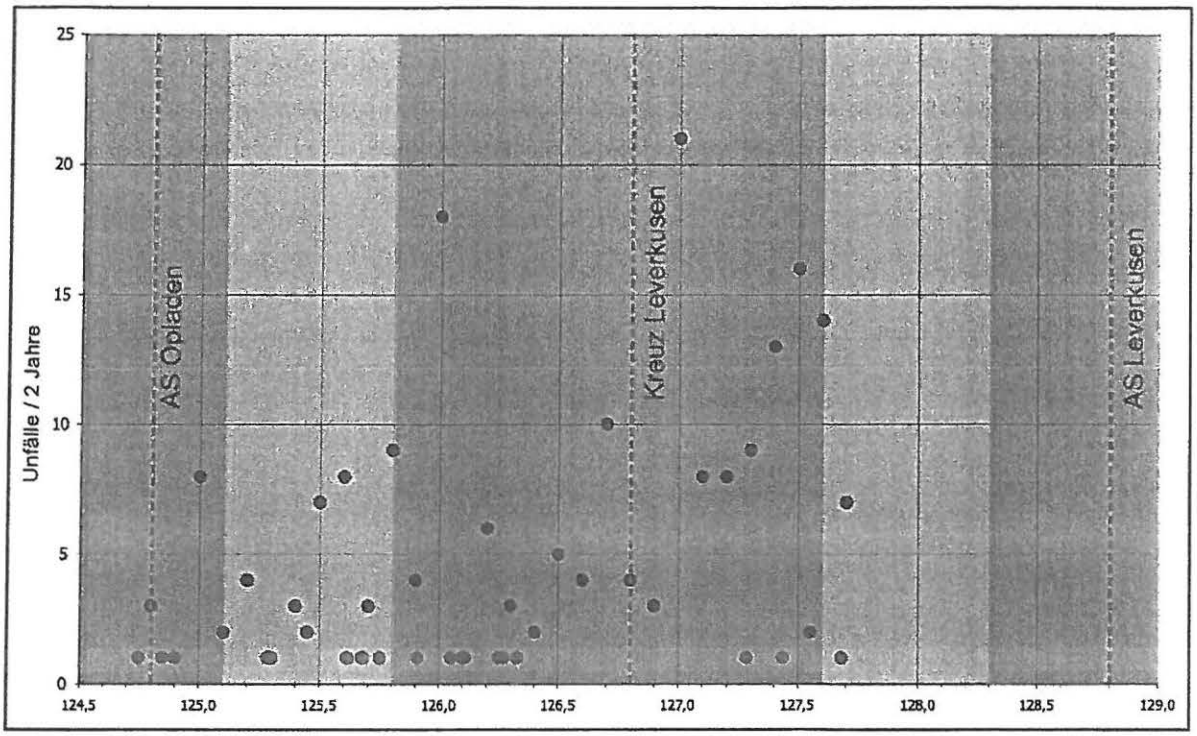
Die Abbildung zeigt eine Häufung der Unfälle (22 in zwei Jahren) im Bereich des Kilometers 404. Bei diesen Unfällen handelt es sich ganz überwiegend um Unfälle im Zusammenhang mit Spurwechseln. An dieser Stelle endet die durchgezogenen Linie zwischen dem rechten und mittleren Fahrstreifen, die im Bereich der Spuraddition der Tangentialrampe von der BAB A 3 aus Norden Richtung BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz markiert ist.



Bereiche des Kreuz Levekusen-West, des Kreuzes Leverkusen und der AS Burscheid

Abbildung 5: Verteilung der Unfälle in den Jahren 2007 und 2008 auf der BAB A 1 in FR Dortmund

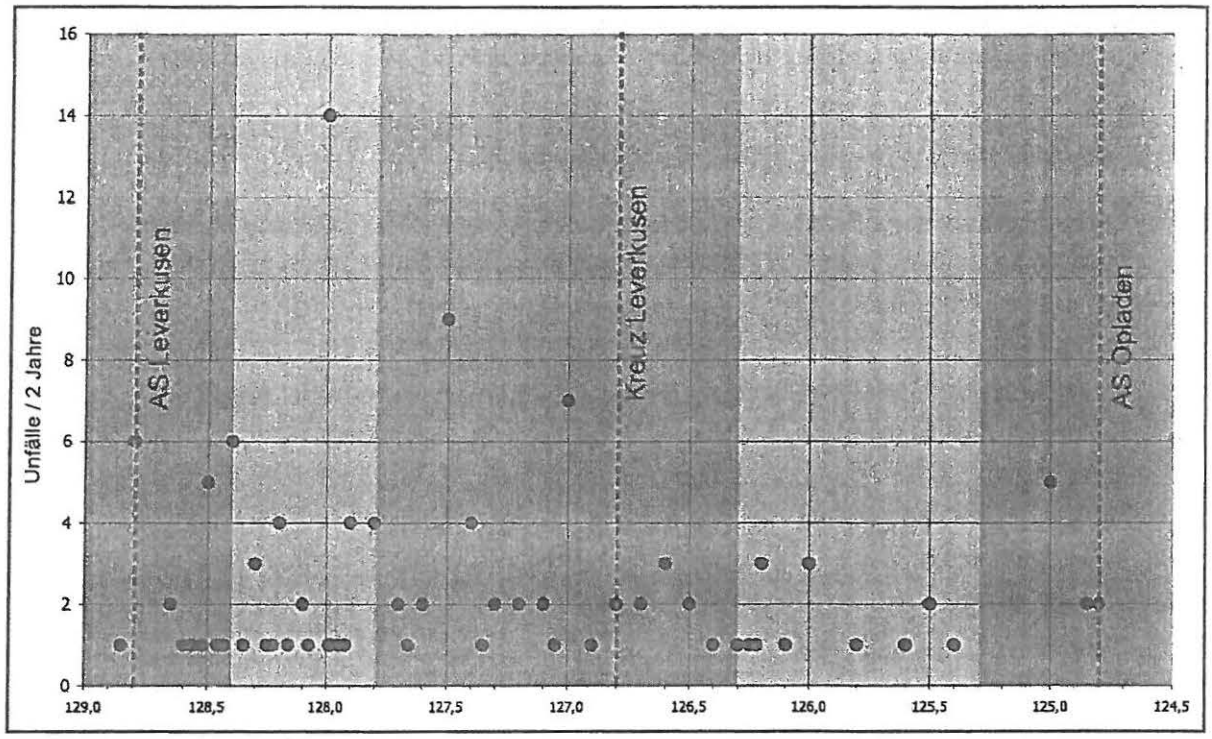
In der Gegenrichtung sind 15 Unfälle bei Kilometer 405 zu verzeichnen. Hierbei handelt es um Unfälle, die in Zusammenhang mit der Einfahrt auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund am AK Leverkusen West stehen.



Bereiche der AS Opladen, des Kreuzes Leverkusen und der AS Leverkusen

Abbildung 6: Verteilung der Unfälle in den Jahren 2007 und 2008 auf der BAB A 3 in FR Frankfurt a. M.

Im Bereich des Kilometers 125,7 bis Kilometer 126,1 ist der zweistreifige Ausfahrtbereich auf die BAB A 1 FR Dortmund bzw. FR Koblenz. Die Unfälle im Bereich der Kilometer 127 bis 127,5 liegen im Bereich der Einfahrten und Spuradditionen südlich des Kreuzes Leverkusen.



Bereiche des Kreuz Levekusen-West, des Kreuzes Leverkusen und der AS Burscheid

Abbildung 7: Verteilung der Unfälle in den Jahren 2007 und 2008 auf der BAB A 3 in FR Oberhausen

Die vermehrt an Kilometer 128 verzeichneten Unfälle liegen generell im vierstreifigen Verflechtungsbereich zwischen der AS Leverkusen und dem AK Leverkusen. Die Stelle selber weist keine baulichen Besonderheiten auf.

2.2.2 Zusammenfassung und Auswirkungen auf die Planung

Die Unfallauswertung zeigt, dass Unfälle im Längsverkehr mit ca. 70 % einen hohen Anteil am Gesamtunfallgeschehen ausmachen. Unter diesen Unfällen standen mehr als 40 % in Zusammenhang mit Staus. Insgesamt gesehen ist bei 30 % aller Unfälle ein Stau zumindest mit ursächlich.

Ansonsten zeigt sich eine gewisse Häufung von Unfällen an Einfahrten und im Bereich von Spuradditionen, ohne dass sich aber konkrete Hinweise auf bauliche Ursachen identifizieren lassen.

Für die weitere Planung lassen sich daher nur zwei generelle Konsequenzen ziehen. Zum einen ist durch einen leistungsfähigen Ausbau die Stauwahrscheinlichkeit so gering wie möglich zu halten. Zum anderen ist durch ein großzügiges Design der Verkehrsanlagen, welches durch die Einhaltung der Entwurfsmerkmale der Entwurfsklasse EKA 1 gemäß RAA gegeben ist, ein Maximum an baulicher Sicherheit zu gewährleisten.

2.3 Baustellen

Für den Untersuchungsraum sind die vom Landesbetrieb Straßenbau zur Verfügung gestellten Baustellendaten für die Jahre 2007 und 2008 ausgewertet worden.

Dabei zeigte sich, dass im Untersuchungsraum pro Jahr rund 40 Dauerbaustellen mit Auswirkungen auf die Fahrbahnen (Einengungen, Fahrstreifenreduzierungen) auftreten (vgl. Tabelle 5), die zur Verringerung der Kapazität führen.

Kriterium	2007	2008
Anzahl [-]	48	30
Reduzierung der Fahrstreifen [-]	43	-
Länge insgesamt [km]	102	37
Bauzeit insgesamt [Wochen]	329	388

Tabelle 5: Anzahl der Dauerbaustellen im Untersuchungsraum mit Auswirkungen auf die Fahrbahnen (2007 und 2008)

Die Dauerbaustellen im Jahr 2007 haben fast immer auch Auswirkungen auf die Anordnung der Fahrstreifen nach sich gezogen. Im Jahr 2008 war dies nicht der Fall. Die Länge der Dauerbaustellen betrug im Jahr 2007 rund 100 km und im Jahr 2008 nur rund 40 km. Die Summe der Bauzeit im gesamten Untersuchungsraum lag bei rund 350 Wochen pro Jahr, d.h. im Durchschnitt beider Jahre gab es jede Woche fast 7 Baustellen gleichzeitig.

Zusätzlich zu den Dauerbaustellen wurden zahlreiche Tages-, Nacht- und Wanderbaustellen im Untersuchungsraum eingerichtet. Die Gründe für diese Baustellen kürzerer Dauer waren im Wesentlichen Reparaturarbeiten, Gehölzpflege und Reinigungsarbeiten.

Im Hinblick auf die am AK Leverkusen auftretenden Störungen des Verkehrsablaufs ist den durch Baustellen verursachten Stauungen eine besondere Bedeutung beizumessen. Zu den häufig auftretenden Störungen zählt der Rückstau, der sich in der Baustelle auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. bildet und sich nach kurzer Zeit bis ins AK Leverkusen entwickelt und dort verschiedene Fahrtbeziehungen beeinträchtigt (vgl. Ziffer 2.5).

2.4 Verkehrsbelastungen

Das Verkehrsgeschehen im Bereich des Kölner Rings wird kontinuierlich mittels Dauerzählschleifen erfasst. Die gewonnenen Daten werden in der Verkehrsrechnerzentrale in Leverkusen Opladen verarbeitet und gespeichert.

Für den Zeitraum eines Jahres vom 01.02.2008 bis zum 30.01.2009 wurden die erhobenen Daten beschafft und ausgewertet (vgl. Anlagen D-1 bis D-78). Die Auswertung der Verkehrsdaten erfolgte im Planungsraum in 5-Minuten-Intervallen. Im Untersuchungsraum wurden die Daten im Wesentlich in 15-Minuten-Intervallen an den Knotenpunkten und Zufahrten zum Kölner Ring ermittelt und in 60-Minuten-Intervallen an den Querschnitten des Kölner Ringes.

Für die Messquerschnitte wurden die Jahresganglinien und Wochentagslinien der Verkehrsnachfrage ermittelt. Darüber hinaus wurden die folgenden Kennwerte bestimmt:

- Summe der täglichen Verkehrsmenge am jeweiligen Querschnitt [TV]
- Durchschnittlicher täglicher Verkehr [DTV]
- Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen [DTV_W]
- Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Urlaubstagen [DTV_U]
- Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Sonntagen [DTV_S]
- Anzahl der Intervalle, in denen Verkehrsmengen erhoben wurden
- Ganglinie der täglichen Verkehrsmenge am jeweiligen Querschnitt als polynomische Funktion unter Berücksichtigung der nicht erfassten Intervalle [TV]
- Verkehrsmenge nach Wochentag von 0:00 Uhr bis 24:00 Uhr in 5-Minuten-Intervallen

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch die Auswertung für einen Messquerschnitt.

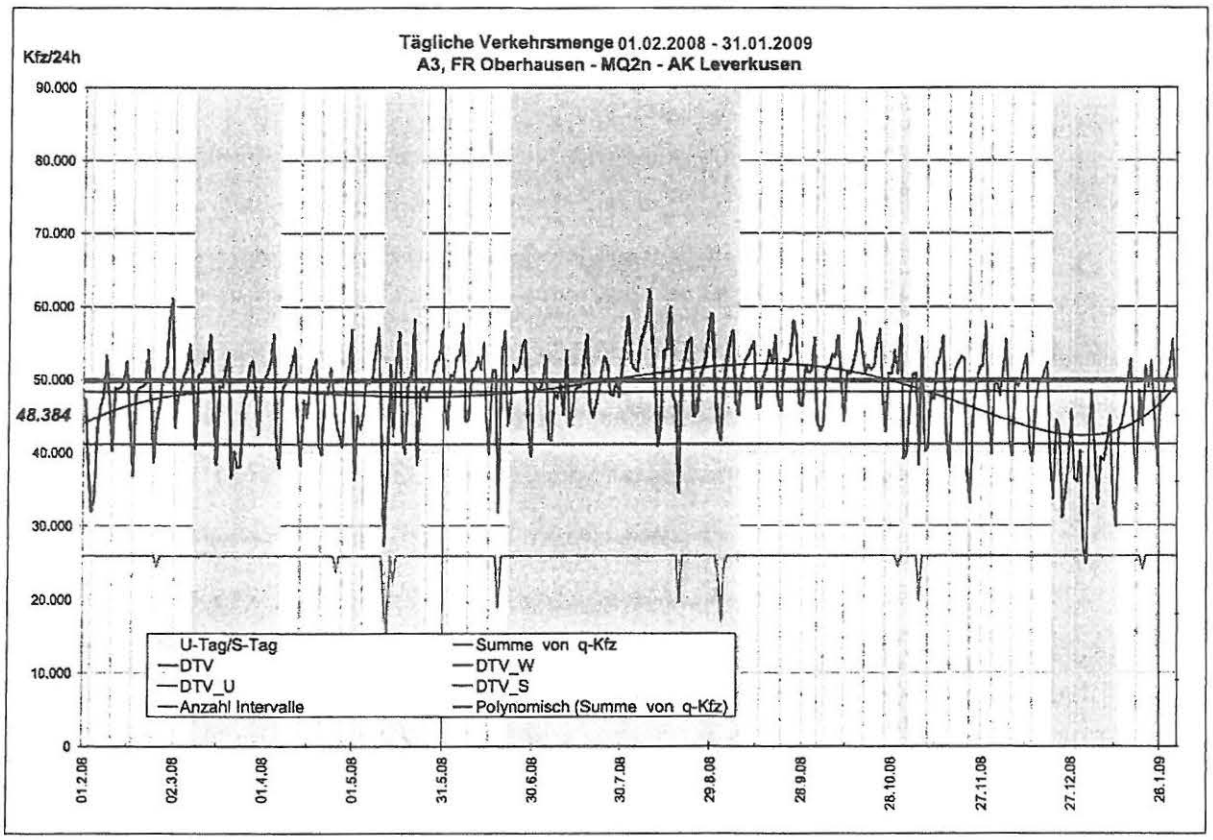


Abbildung 8: Tägliche Verkehrsmengen am Messquerschnitt MQ2n der BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen

Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um den Messquerschnitt MQ2n, der sich auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen im AK Leverkusen zwischen den Aus- und Einfahrten von und zur BAB A 1 befindet.

Die Darstellung zeigt die täglichen Verkehrsbelastungen im Verlauf eines Jahres. Die Zeiträume der Schulferien (U-Tage) sowie die Sonn- und Feiertage (S-Tage) sind in Grün hinterlegt. Die helle rote Linie zeigt die Anzahl der auswertbaren Intervalle der Dauerzählschleife. Es wird deutlich, dass es nur in sehr wenigen Bereichen zu Ausfällen der Zähleinrichtungen gekommen ist und diese Fehler sehr schnell wieder behoben wurden. Das gezeigte Beispiel ist dabei auch für die anderen Messquerschnitte repräsentativ. Für die Weiterverwendung der Daten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung bedeutet dies, dass die gewonnenen Erkenntnisse als statistisch abgesichert angesehen werden können.

In Dunkelblau ist die Ganglinie der täglichen Verkehrsbelastung eingetragen. Deutlich sichtbar ist einerseits der wöchentliche Rhythmus mit den sonntäglichen Minima. Andererseits ist das über das ganze Jahr kontinuierlich hohe Niveau der Belastungen zu erkennen, welches lediglich in den Weihnachtsferien, also der Zeit zwischen Heiligabend (24.12) und dem Dreikönigstag (06.01) deutlich absinkt. Die in schwarz dargestellte polynomische Ausgleichsfunktion (schwarze Linie) verdeutlicht diesen Effekt und zeigt auch, dass die jahreszeitlichen Schwankungen ansonsten sehr moderat ausfallen.

Darüber hinaus sind die auch aus der bundesweiten Straßenverkehrszählung SVZ bekannten Kennwerte des durchschnittlichen täglichen Verkehrs angegeben. Dabei handelt es sich im Einzelnen um

- den durchschnittlichen täglichen Verkehr DTV in Kfz/24h über alle Tage des Jahres
- den durchschnittlichen werktäglichen Verkehr DTVw über alle Werktage des Jahres außerhalb der Urlaubszeit
- den durchschnittlichen urlaubswerktäglichen Verkehr DTVu über alle Werktage des Jahres in der Urlaubszeit
- und den durchschnittlichen sonntäglichen Verkehr DTVs in Kfz/24h über alle Sonn- und Feiertage des Jahres.

Für den vorliegenden Querschnitt MQ2n (vgl. Abbildung 8) sind die entsprechenden Werte

- für den durchschnittlichen täglichen Verkehr DTV 48.384 Kfz/24h
- den durchschnittlichen werktäglichen Verkehr DTVw 50.083 Kfz/24h
- den durchschnittlichen urlaubswerktäglichen Verkehr DTVu 49.681 Kfz/24h
- und den durchschnittlichen sonntäglichen Verkehr DTVs 41.148 Kfz/24h.

Auch diese Werte spiegeln das über das ganze Jahr konstant hohe Niveau der Verkehrsbelastungen wieder. Zwischen dem Durchschnittswert aller Tage und dem der Werktage bzw. Urlaubswerktage liegen jeweils weniger als 5 Prozent Abweichungen. Und selbst der durchschnittliche Sonn- und Feiertagswert liegt lediglich um 15 Prozent unter dem Durchschnittswert aller Tage.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch für den selben Querschnitt MQ2n die durchschnittlichen Wochentagsganglinien eines Jahres.

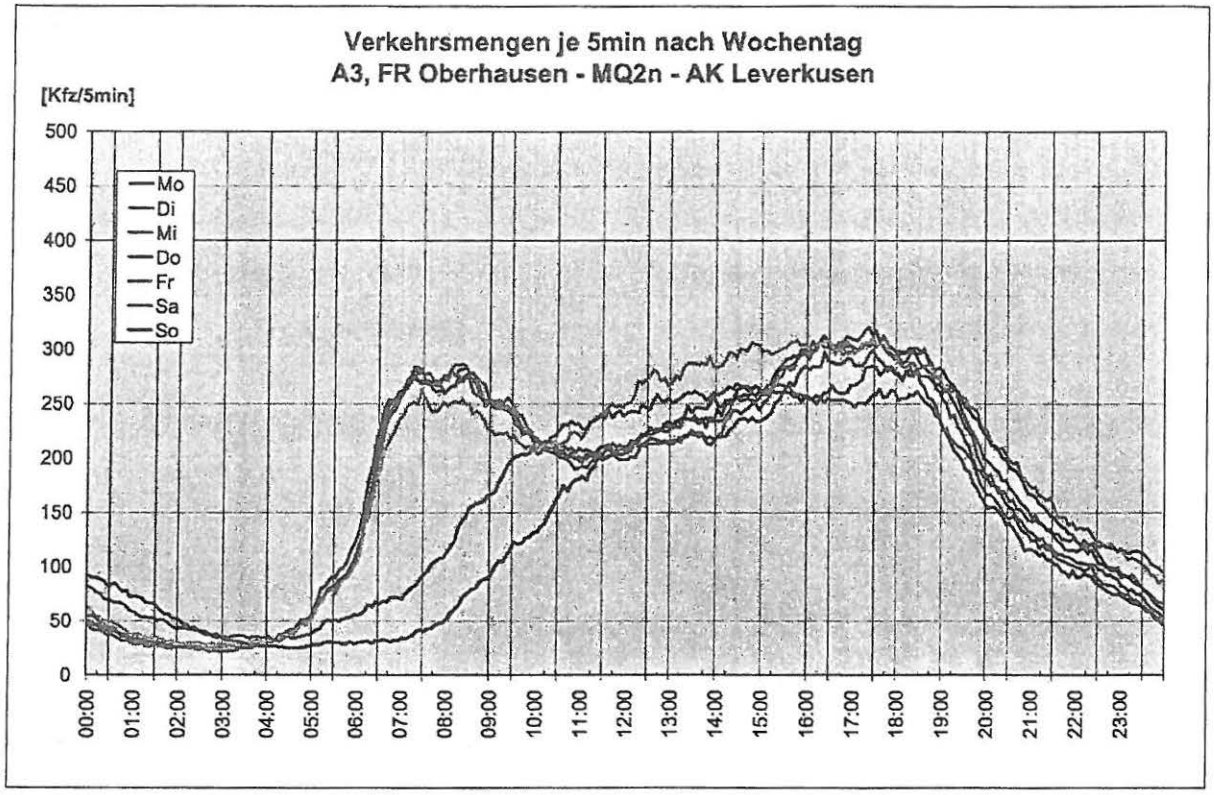


Abbildung 9: Durchschnittliche Wochentagsganglinien des Messquerschnitts MQ2n der BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen

Dargestellt ist für jeden Wochentag getrennt die Ganglinie der durchschnittlichen Verkehrsstärke in Kfz/ 5 Min über einen ganzen Tag. Deutlich erkennbar ist der Unterschied zwischen den Ganglinien für Montag bis Freitag und den Wochenendganglinien samstags und sonntags. Bei den Ganglinien Montag bis Freitag fällt letztere durch einen deutlich früheren Beginn der Hauptverkehrszeit und eine insgesamt fülligere Nachmittagsspitze auf. Die Wochenendganglinien zeichnen sich durch ein völliges Fehlen einer Morgenspitze und eine insgesamt flachere, aber dafür breitere Nachmittagsspitze aus.

In der folgenden Abbildung sind die Verkehrsbelastungen DTV, DTVw, DTVu und DTVs der 12 Ströme am AK Leverkusen für den Erhebungszeitraum 2008 / 2009 dargestellt. Auch hier zeigt sich, dass die durchschnittlichen Verkehrsbelastungen aller Tage, der Werktage und der Urlaubswerktage sehr eng beieinander liegen. Insgesamt ist das Kreuz mit über 230.000 Kfz / 24h sehr hoch belastet.

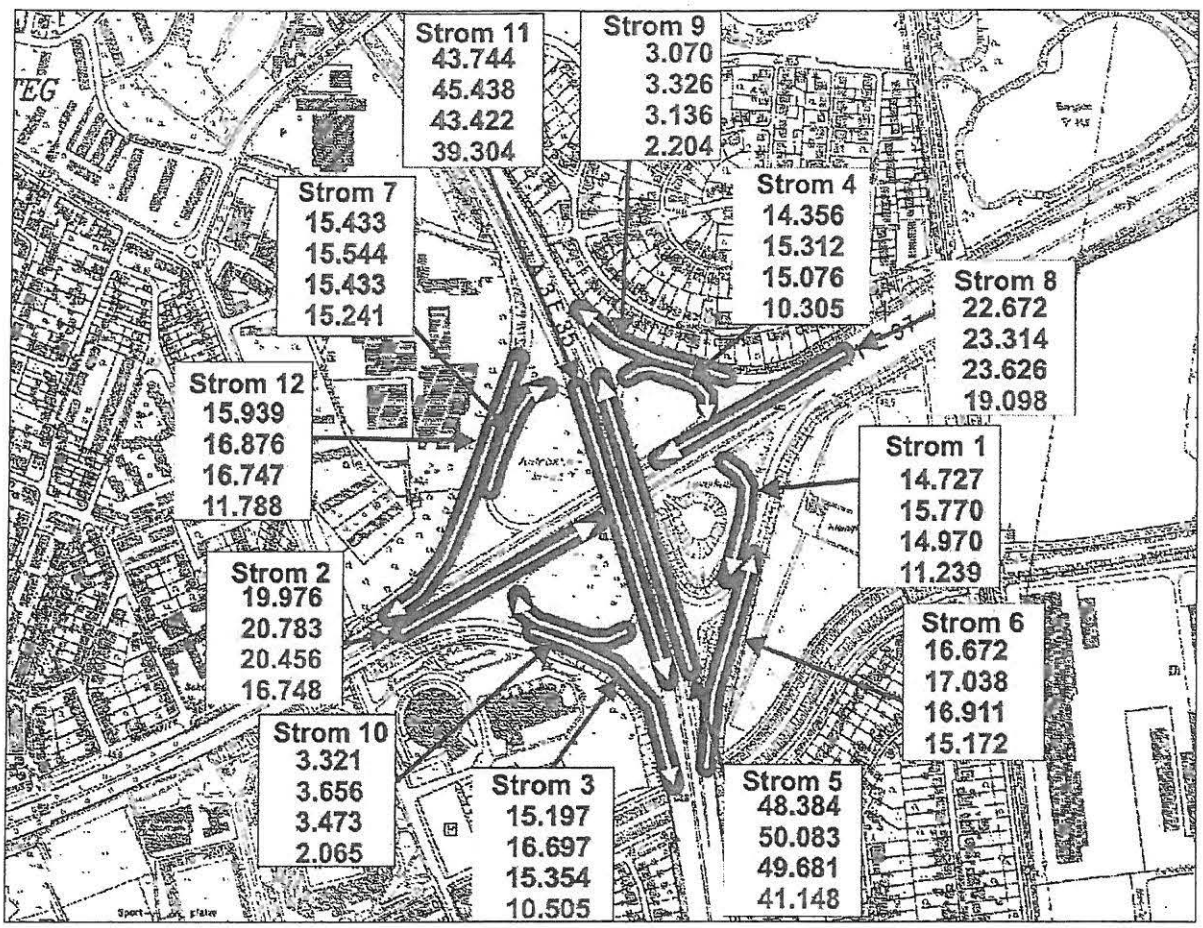


Abbildung 10: Darstellung der Durchschnittlichen Täglichen Verkehrsstärken DTV für das AK Leverkusen im Erhebungszeitraum 2008/2009 (grün: alle Tage des Jahres, rot: Werktags, blau: Urlaubswerktags, orange: Sonn- und Feiertags)

2.5 Stauerscheinungen

Die vorliegenden Daten zeigen, dass der gesamte Planungsraum stauanfällig ist. Die rege Bautätigkeit (vgl. Ziffer 2.3), aber auch Unfälle (vgl. Ziffer 2.2) sind häufig Anlass für Stauerscheinungen. Die wesentliche Ursache liegt aber in den außerordentlich hohen Verkehrsbelastungen (vgl. Ziffer 2.4).

2.5.1 Verflechtungsbereiche am AK Leverkusen

Vorangegangene Untersuchungen haben gezeigt, dass Überlastungen im benachbarten Netz bis in das Autobahnkreuz Leverkusen hineinreichen und hier den Verkehrsablauf beeinträchtigen.

Vor diesem Hintergrund soll an zwei besonders ausgelasteten Verflechtungsbereichen im AK Leverkusen (vgl. Ziffer 3.4) die Stausituation analysiert werden. Zu diesem Zweck werden die Schleifendaten so ausgewertet, dass alle in 5-Minuten-Intervallen gemessenen Verkehrszustände mit einer mittleren Geschwindigkeit von weniger als 60 km/h als Stauzustand gezählt werden.

Als erstes wird der nördliche Verflechtungsbereich parallel zur A 1 betrachtet. Hier traten im Erhebungszeitraum 2008/2009 insgesamt in 609 Stunden Stauerscheinungen auf, d.h. im Querschnitt deutlich mehr als 2 Stunden pro Werktag. Hierdurch kam es in 61 Stunden zu Beeinträchtigungen auf der stromaufwärts liegenden Hauptfahrbahn der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. In 152 Stunden staute sich der Verkehr von der stromabwärts gelegenen Hauptfahrbahn der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz bis in den Verflechtungsbereich zurück. Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, dass in 447 Stunden ein Rückstau von der Hauptfahrbahn der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. über den westlichen Verflechtungsbereich bis in den nördlichen Verflechtungsbereich reichte. Rein rechnerisch ergibt sich aus dieser pragmatischen Betrachtung ein Zeitbereich von 10 Stunden, in dem nur im Verflechtungsbereich Stauerscheinungen aufgetreten sind, obwohl stromabwärts der Verkehr fließen konnte. Die folgende Abbildung stellt den Sachverhalt grafisch dar.

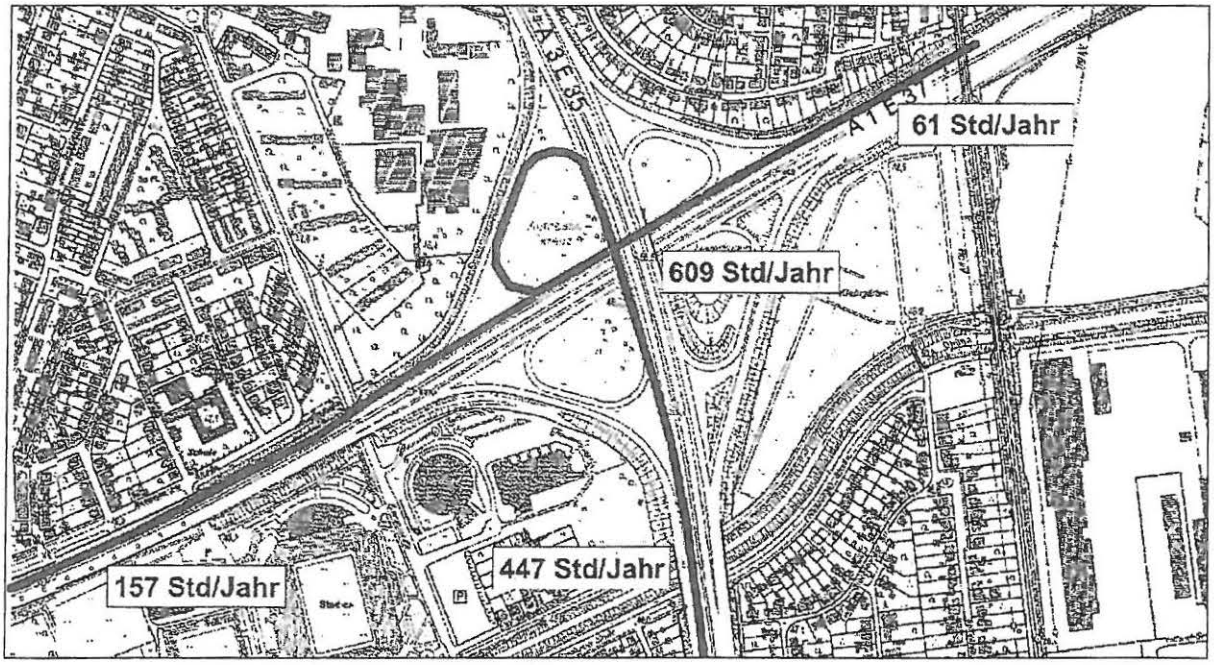


Abbildung 11: Darstellung der Stauerscheinungen im nördlichen Verflechtungsbereich parallel zur BAB A 1 im Erhebungszeitraum 2008/2009 [Anzahl der Staustunden/Jahr]

Aus diesen Beobachtungen kann zwar nicht geschlossen werden, dass der Verflechtungsbereich für sich betrachtet leistungsfähig wäre. Hier zeigen die Berechnungen eindeutig, dass die Kapazität erreicht wird (vgl. Ziffer 3.4.2). Die mit Abstand häufigste Ursache für einen Stau im Verflechtungsbereich ist aber ein Stau im weiteren Verlauf der A 3 nach Süden (Fahrtrichtung Frankfurt am Main), so dass zur BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz abbiegende Verkehr von der BAB A3 aus Richtung Frankfurt a. M. aufgrund von Staus in der Gegenrichtung auf der BAB A3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. behindert wurde.

Nachfolgend wird der östliche Verflechtungsbereich parallel zur BAB A 3 betrachtet. Hier traten im Erhebungszeitraum insgesamt in 462 Stunden im Verlauf eines Jahres Stauerscheinungen auf d.h. im Durchschnitt etwas weniger als 2 Stunden pro Werktag. In 41 Stunden staute sich der Verkehr von der stromabwärts gelegenen Hauptfahrbahn der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen bis in den Verflechtungsbereich zurück. In 107 Stunden erstreckte sich der Stau von der stromabwärts gelegenen Hauptfahrbahn der BAB A 1 aus Fahrtrichtung Koblenz bis hierhin. Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, dass in 101 Stunden ein Rückstau von der Hauptfahrbahn der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. über den westlichen und den nördlichen Verflechtungsbereich bis in den östlichen Verflechtungsbereich reichte. Rein rechnerisch ergibt sich somit ein Zeitbereich von 213 Stunden, in dem nur im Verflechtungsbereich Stauerscheinungen aufgetreten sind, obwohl stromabwärts der Verkehr fließen konnte. Die folgende Abbildung stellt den Sachverhalt grafisch dar.

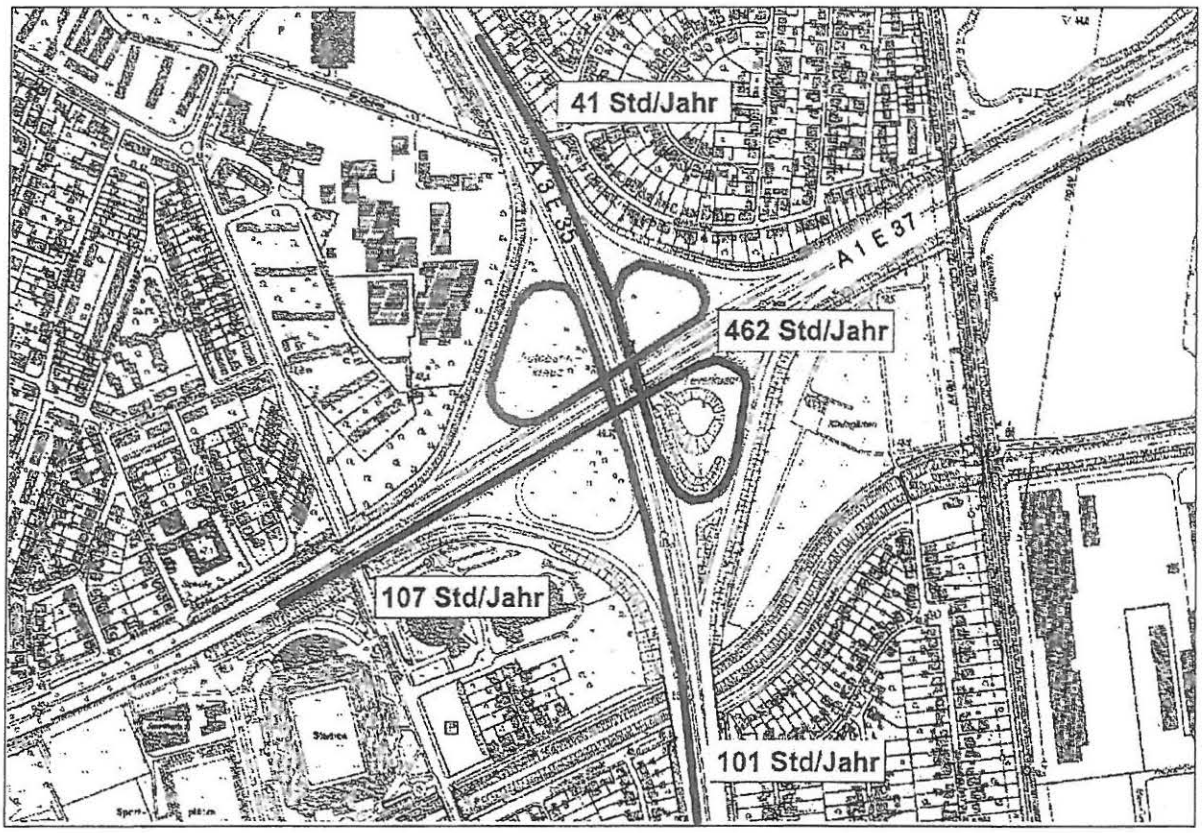


Abbildung 12: Darstellung der Stauerscheinungen im östlichen Verflechtungsbereich parallel zur BAB A 3 im Erhebungszeitraum 2008/2009 [Anzahl der Staustunden/Jahr]

Für einen möglichen Umbau des Autobahnkreuzes bedeutet dies, dass eine ausschließliche Veränderung im Kreuz zwar bereits zu einer deutlichen Verbesserung der Situation beitragen kann, eine Lösung

der gesamten Problematik aber nur im Zusammenspiel mit Maßnahmen im angrenzenden Netz liegen kann, welche bereits durchgeführt wurden bzw. werden.

2.5.2 Auswirkungen auf das nachgeordnete Netz

Grundsätzlich gilt, dass das Verkehrsgeschehen auf den Autobahnen in Ballungsräumen Einfluss auf die nachgeordneten Netze hat. Ein konkretes Beispiel für die Verlagerung von Verkehren bei schweren Stauerscheinungen wurde im Rahmen der Verfolgungszählung beobachtet (vgl. Ziffern 2.6.3 und 2.6.9). Zur weiteren Verdeutlichung wurde der Zusammenhang zwischen Stauerscheinungen auf der BAB A3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. und den Belastungen der unterschiedlichen Ausfahrten in Leverkusen im Detail untersucht.

Hierzu wurde für den Zeitraum eines Jahres (Februar 2008 bis Januar 2009) in den morgendlichen Stunden von 6:00 Uhr bis 10:00 Uhr und in den nachmittäglichen Stunden zwischen 15:00 Uhr und 19:00 Uhr für jeweils die Zahl der werktags aus Richtung Oberhausen bzw. Dortmund stündlich Ausfahrenden an der AS Opladen, am AK Leverkusen West sowie an der AS Leverkusen berechnet. Anschließend wurden diese Werte zu der mittleren Geschwindigkeit stromabwärts der Ausfahrt Leverkusen auf der Hauptfahrbahn der BAB A3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. in Beziehung gesetzt.

Die entsprechenden Werte sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

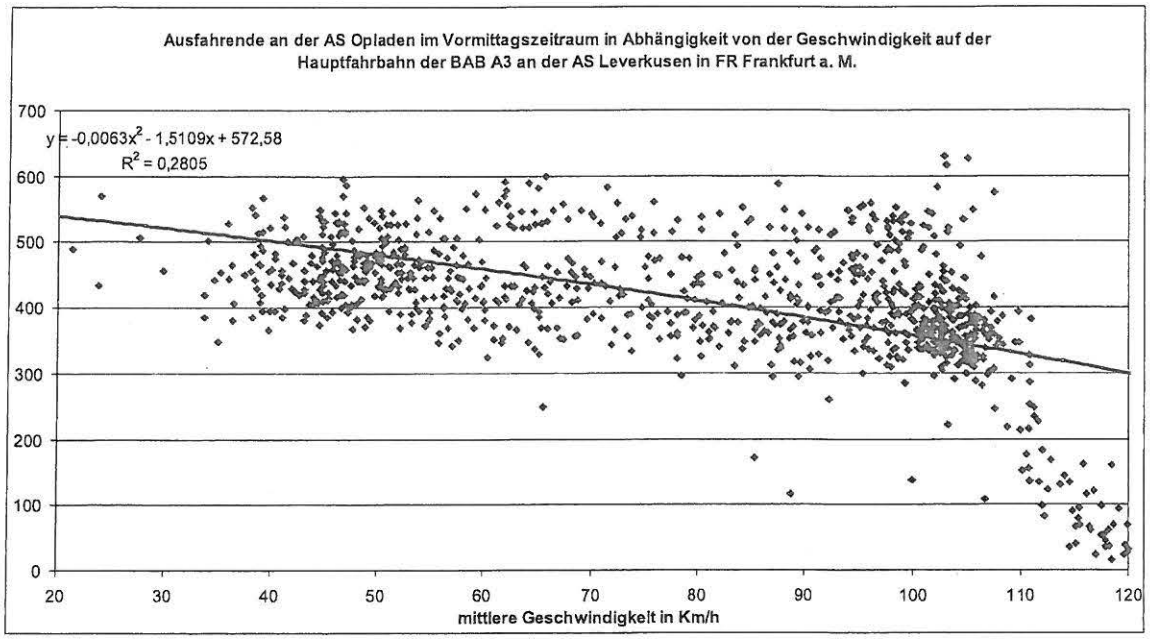


Abbildung 13: Anzahl der Ausfahrenden an der AS Opladen 2008/2009 im Vormittagszeitraum werktags [Kfz/h]

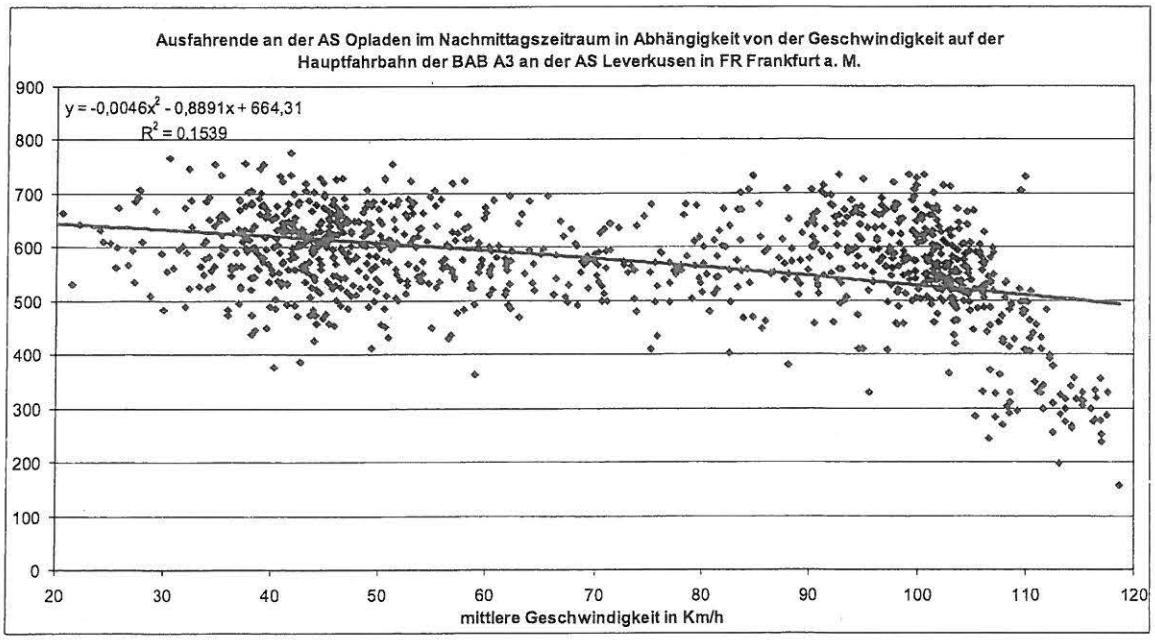


Abbildung 14: Anzahl der Ausfahrenden an der AS Opladen 2008/2009 im Nachmittagszeitraum werktags [Kfz/h]

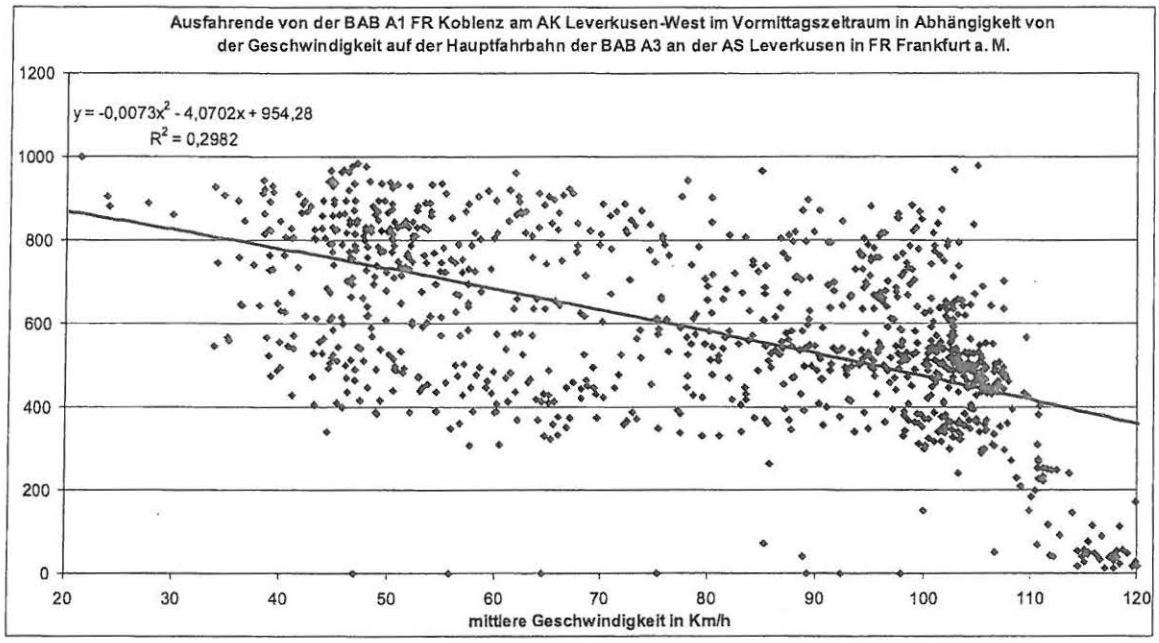


Abbildung 15: Anzahl der Ausfahrenden am AK Leverkusen-West 2008/2009 im Vormittagszeitraum werktags [Kfz/h]

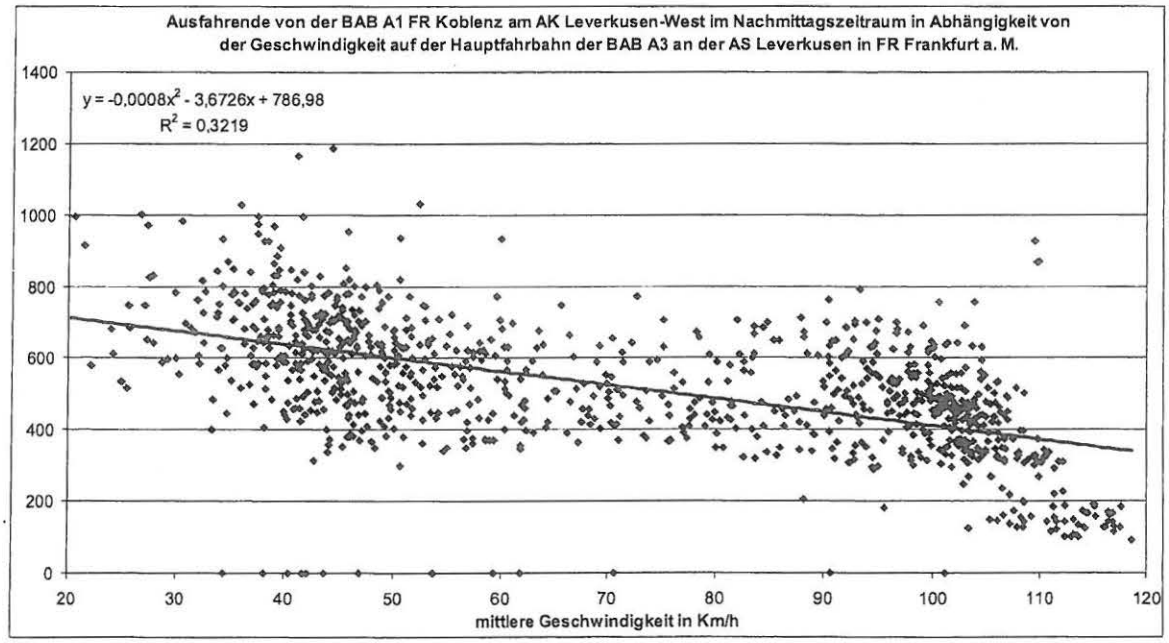


Abbildung 16: Anzahl der Ausfahrenden am AK Leverkusen-West 2008/2009 im Nachmittagszeitraum werktags [Kfz/h]

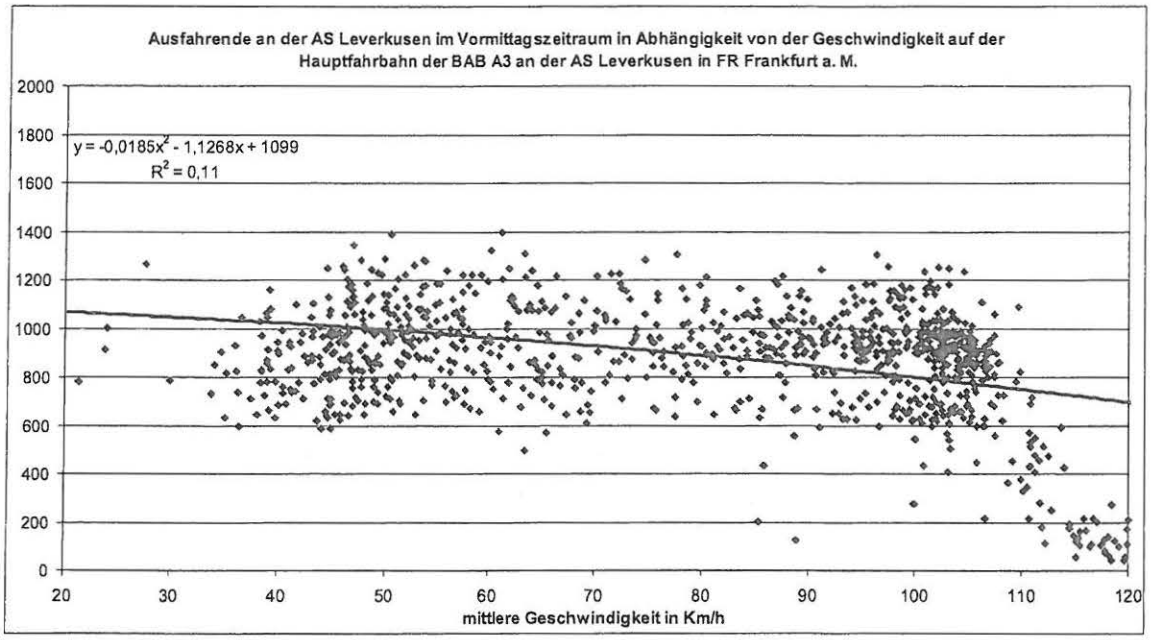


Abbildung 17: Anzahl der Ausfahrenden an der AS Leverkusen 2008/2009 im Vormittagszeitraum werktags [Kfz/h]

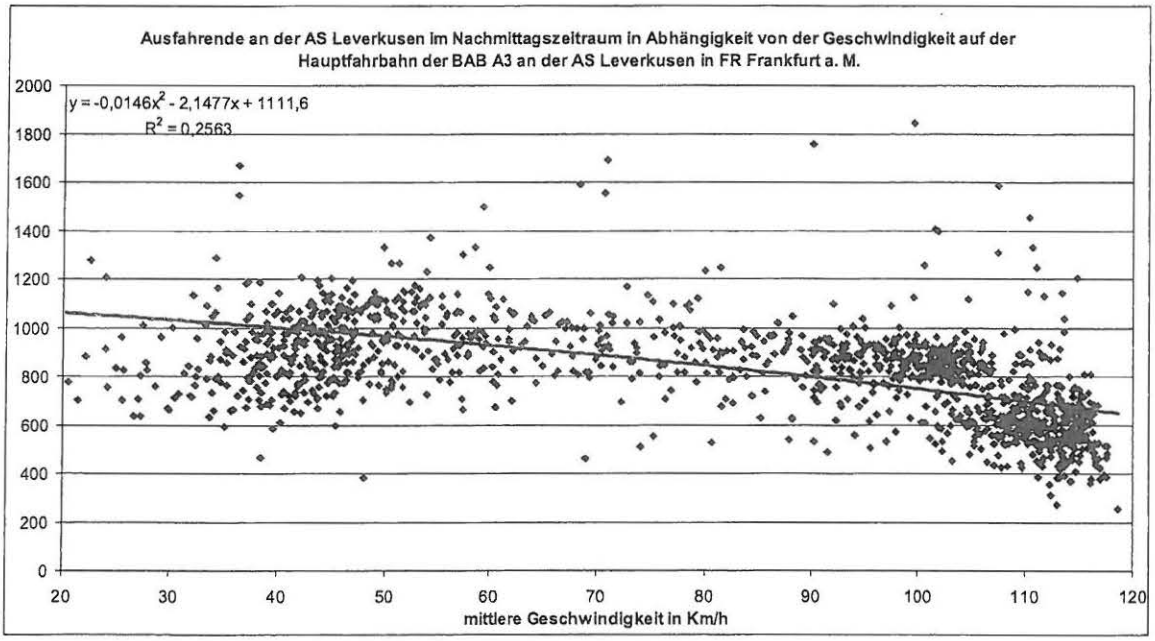


Abbildung 18: Anzahl der Ausfahrenden an der AS Leverkusen 2008/2009 im Nachmittagszeitraum werktags [Kfz/h]

Aus den Abbildungen sind generell anhand der zahlreichen Punkte mit Geschwindigkeiten unterhalb von 60 Km/h die hohe Anzahl jährlicher Stauerscheinungen auf der BAB A3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. zu erkennen.

An der AS Opladen (vgl. Abbildung 13 und Abbildung 14) ist zu sehen, dass die Anzahl der Ausfahrenden mit zunehmender Geschwindigkeit auf der BAB A3 tendenziell abnimmt. Dieser Effekt ist im Vormittagszeitraum größer als nachmittags.

An der Ausfahrt am AK Leverkusen West (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 16) zeigt sich dieser Zusammenhang noch stärker. Je größer die Stauerscheinungen auf der BAB A3 sind, desto mehr Fahrzeuge fahren hier ab.

Abbildung 17 und Abbildung 18 zeigen, dass auch an der AS Leverkusen die Anzahl der Ausfahrenden bei Staus auf der Hauptfahrbahn in diesem Bereich ansteigt. Hierbei sind die Effekte am Nachmittag ausgeprägter als am Vormittag.

Trotz der zahlreichen anderen Faktoren (weitere Stauzustände im Autobahnnetz, Stauzustände im nachgeordneten Netz, tatsächliche Ziele der Kfz etc.), die die Routenwahl beeinflussen, zeigt sich deutlich, dass es einen Zusammenhang zwischen der Ausfahrtsverkehrsstärke an den Anschlussstellen in Leverkusen und den Stauerscheinungen auf der BAB A3 gibt. Hierbei wird durch die fehlende Kapazität im Autobahnnetz Verkehr in das nachgeordnete Netz verdrängt. Durch einen leistungsfähigen Ausbau der Autobahnen im Planungsraum können diese Verdrängungseffekte minimiert und damit eine Entlastung der städtischen Straßennetze erreicht werden.

Andererseits ist natürlich auch sicher zu stellen, dass die Anschlussstellen so leistungsfähig ausgebaut werden, dass ggf. hier entstehende Rückstaus aus dem untergeordneten Netz nicht den Verkehrsfluss auf der Autobahn beeinträchtigen.

2.6 Verfolgungszählung

2.6.1 Allgemeines

Das AK Leverkusen zeichnet sich dadurch aus, dass sich im Norden, Westen und Süden in unmittelbarer Nähe Anschlussstellen bzw. ein Autobahnkreuz befinden. Lediglich im Osten liegt die freie Strecke bis zur über 8 km entfernten AS Burscheid außerhalb bebauter Gebiete. Hier ist in jedem Fall davon auszugehen, dass sich eine für die freie Strecke zu erwartende Verteilung der Kfz auf die einzelnen Fahrstreifen einstellt. In den anderen zu- und wegführenden Strecken des Kreuzes ist dagegen zu erwarten, dass die Aufteilung des Verkehrs auf die einzelnen Fahrstreifen stärker davon beeinflusst wird, welche Ziele die in den umliegenden Knotenpunkten ein- und ausfahrenden Fahrzeuge haben. Dies ist insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn der effektive Abstand zweier Knotenpunkte gemäß RAA unter 600 m liegt. In diesen Fällen ist eine isolierte Betrachtung der einzelnen Knotenpunkte nicht mehr möglich, da sie sich gegenseitig beeinflussen (vgl. Ziffer 6.1.1).

Um diese Verflechtungsbeziehungen im unmittelbaren Umfeld des AK Leverkusen erfassen zu können, wurde eine Verfolgungszählung mittels einer Kennzeichenerfassung durchgeführt. Mit den so gewonnenen Erkenntnissen wird für den weiteren Verlauf der Planungen auch die Grundlage für eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs gelegt.

Darüber hinaus sollte auch geklärt werden, inwieweit die vorhandene Umfahrungsmöglichkeiten des AK Leverkusen über das AK Langenfeld über die BAB A 542 und die BAB A 59 genutzt werden.

2.6.2 Erhebung

Um die typischen Verkehrsbeziehungen am AK Leverkusen erfassen zu können, wurde die Erhebung an einem durchschnittlichen Normalwerktag (d.h. Dienstag bis Donnerstag und außerhalb der Schulferien) durchgeführt. Am Dienstag, dem 16.06.2009 wurden zwischen 6:00 Uhr und 10:00 Uhr sowie zwischen 15:00 Uhr und 19:00 Uhr Kennzeichenerhebungen inklusive Verkehrszählungen im Planungsraum durchgeführt. Dabei wurden alle auftretenden Fahrzeugströme mit Hilfe von Diktiergeräten und Videokameras nach Fahrtrichtungen getrennt in 15-min-Intervallen erfasst. Es erfolgte eine Unterscheidung der Fahrzeugarten in Pkw und Lkw.

In den Vormittagsstunden des 16.06.2009 ereignete sich allerdings auf der BAB A 3 südlich des AK Leverkusen ein schwerer Unfall, der zu erheblichen Staus und Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs im Kreuz geführt hat. Aus diesem Grund wurde am 06.10.2009 eine Wiederholungszählung durchgeführt. Aufgrund der zwischenzeitlich erfolgten Schleifenauswertung und in Anbetracht der ungünstigeren Lichtverhältnisse wurde die Nacherhebung zwischen 7:00 Uhr und 10:00 Uhr und zwischen 15:00 Uhr und 18:00 Uhr durchgeführt.

Zusätzlich zu diesen Verkehrserhebungen wurden die Dauerzählstellen für den Erhebungstag ausgewertet. Aus dem Vergleich mit den entsprechenden Werten eines durchschnittlichen Werktages geht hervor, dass die Zählung am 06.10.2009 repräsentative Ergebnisse liefert.

Die Kennzeichenerhebungen wurden an den nachfolgenden 22 Querschnitten durchgeführt:

- AK Langenfeld (BAB A 3 / A 542) (nur 16.06.09)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 3 Richtung Frankfurt a. M. auf die A 542 Richtung AK Monheim (Querschnitt Ia)
- AS Rheindorf (BAB A 59) (nur 16.06.09)
  - Verkehrsstrom der BAB A 59 Richtung AK Leverkusen-West (Querschnitt IIa 1/2)
  - Verkehrsstrom auf die BAB A 59 Richtung AK Leverkusen-West (Querschnitt IIb)
  - Verkehrsstrom der BAB A 59 Richtung Düsseldorf (Querschnitt IIa 3/5)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 59 Fahrtichtung Düsseldorf (Querschnitt IIa 5)
- AK Leverkusen-West (BAB A 1 / BAB A 59)
  - Verkehrsstrom von Leverkusen zur A59 Richtung Düsseldorf zur BAB A1 (nur 16.06.09) (IIIb)
  - Verkehrsstrom von der A59 Richtung Düsseldorf von der BAB A1 nach Leverkusen (nur 16.06.09) (IIIb*)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 59 Richtung Düsseldorf und AK Leverkusen-West auf die BAB A 1 Richtung Koblenz (nur 16.06.09) (Querschnitt IIIc)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 1 Richtung Koblenz auf die BAB A 59 Richtung Düsseldorf und AK Leverkusen-West (nur 06.10.09) (Querschnitt VIIa)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 59 Richtung AK Leverkusen-West auf die BAB A 1 Richtung Dortmund (nur 06.10.09) (Querschnitt VIIb)
- AS Opladen (BAB A 3)
  - Verkehrsstrom auf die BAB A 3 Richtung Frankfurt a. M. (Querschnitt IVa)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 3 Richtung Oberhausen (Querschnitt IVb)
- AK Leverkusen (BAB A 1 / BAB A 3)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 1 Richtung Koblenz auf die BAB A 3 Richtung Frankfurt a. M. (Querschnitt Va)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 3 Richtung Frankfurt a. M. auf die BAB A 1 Richtung Koblenz (Querschnitt Vb)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 3 Richtung Frankfurt a. M. auf die BAB A 1 Richtung Dortmund (Querschnitt Vc)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 1 Richtung Dortmund auf die BAB A 3 Richtung Frankfurt a. M. (Querschnitt Vd)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 3 Richtung Oberhausen auf die BAB A 1 Richtung Dortmund (Querschnitt Ve)

- Verkehrsstrom von der BAB A 1 Richtung Dortmund auf die BAB A 3 Richtung Oberhausen (Querschnitt Vf)
- Verkehrsstrom von der BAB A 3 Richtung Oberhausen auf die BAB A 1 Richtung Koblenz (Querschnitt Vg)
- Verkehrsstrom von der BAB A 1 Richtung Koblenz auf die BAB A 3 Richtung Oberhausen (Querschnitt Vh)

- AS Leverkusen (BAB A 3)
  - Verkehrsstrom von der BAB A 3 Richtung Oberhausen (Querschnitt VIa)
  - Verkehrsstrom auf die BAB A 3 Richtung Oberhausen (Querschnitt VIb)

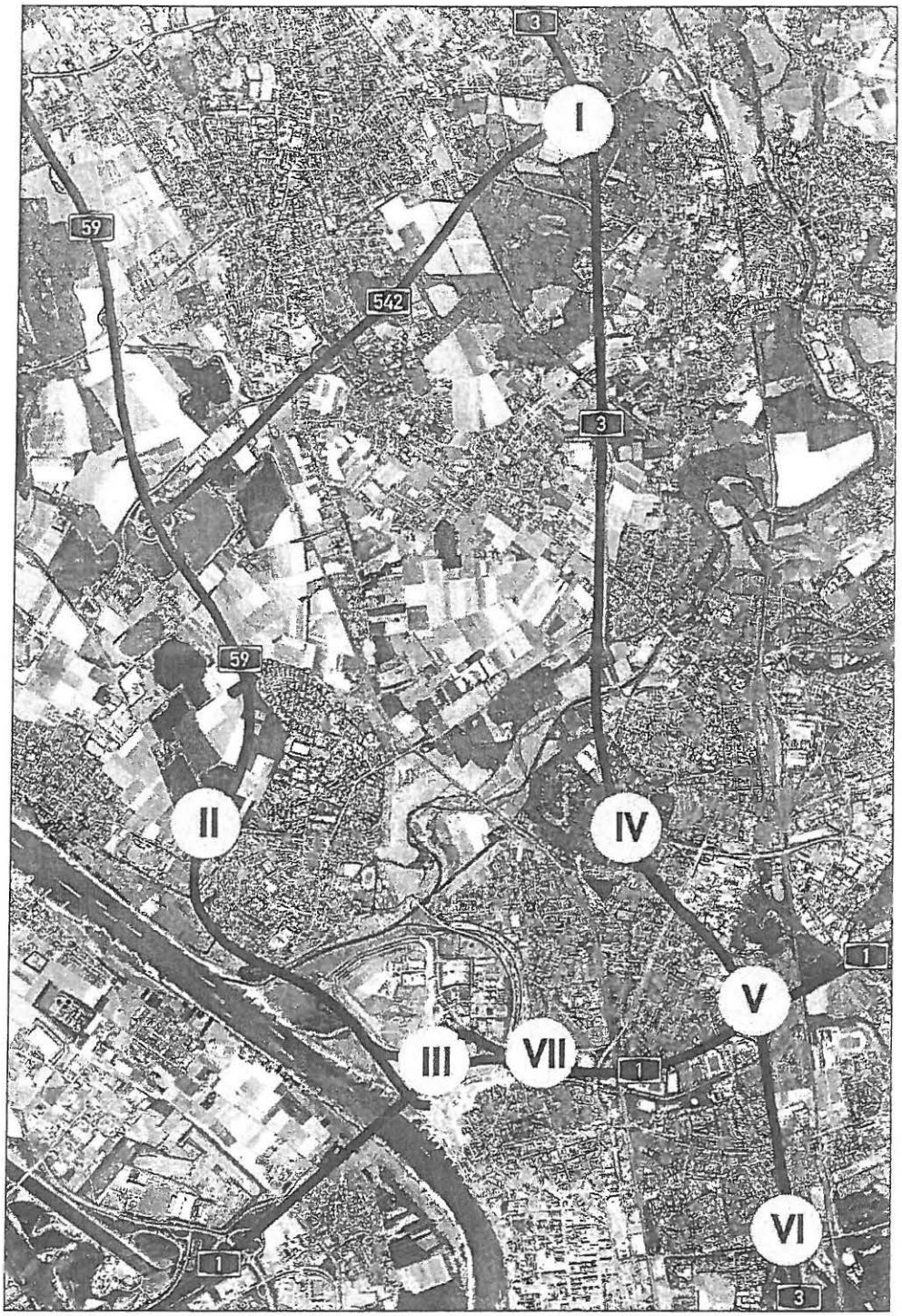


Abbildung 19: Lage der Zählstellen bei den Verfolgungszählungen im Planungsraum am 16.06.2009 bzw. 06.10.2009

2.6.3 Fahrten zwischen der A 3 aus Richtung Oberhausen auf die A 1 in FR Koblenz

Durch die im vormittäglichen Untersuchungszeitraum am 16.06.09 aufgetretenen Störungen im Verkehrsablauf ergab sich die Nutzung der Möglichkeit zur Umfahrung des AK Leverkusen über die BAB A 542 und die BAB A 59 zu dokumentieren. Die folgende Abbildung zeigt die am Erhebungstag aufgetretenen Verkehrsstärken im Vergleich zu den am durchschnittlichen Normalwerktag zu erwartenden Belastungen.

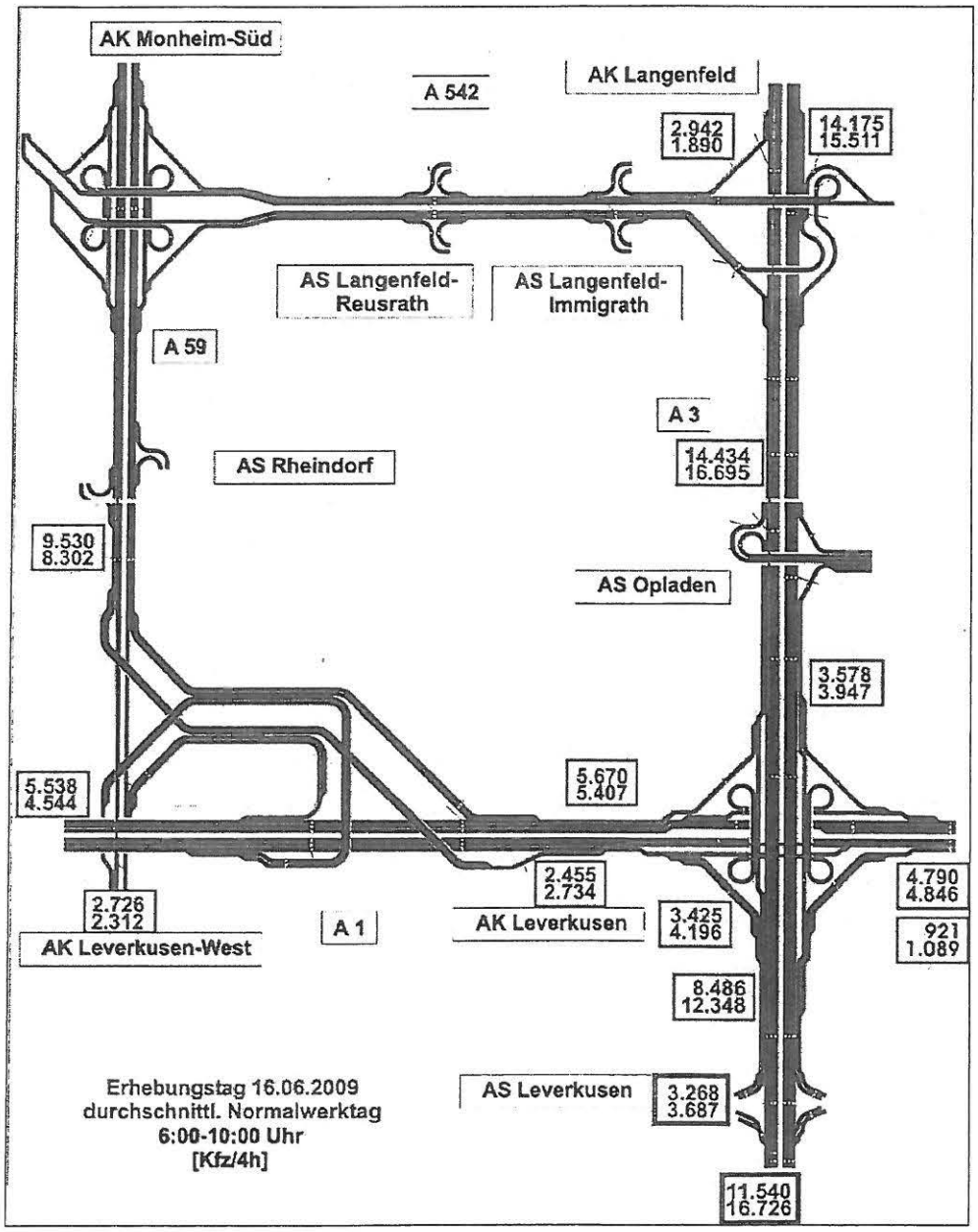


Abbildung 20: Verkehrsstärken am 16.06.2009 vormittags und an einem durchschnittlichen Werktag

Es zeigt sich, dass vormittags aus Richtung Oberhausen kommende Fahrzeuge am AK Langenfeld wegen der Störung südlich des AK Leverkusen verstärkt auf die BAB A 542 aufgefahren sind (2.942 zu 1.890 Kfz/4h, + 1.052). Auf der BAB A 59 sind vormittags ca. 1.200 Fahrzeuge mehr als üblich gefahren. Dafür war die Belastung südlich des AK Leverkusen um ca. 3.800 Fahrzeuge geringer. Südlich der AS Leverkusen war die Abnahme mit fast 5.200 Kfz/4h noch erheblicher. Daraus kann geschlossen werden, dass die untersuchte Umfahrungsmöglichkeit insbesondere von den Kraftfahrern genutzt wird, die ihre Ziel im linksrheinischen Bereich oder in der Stadt Leverkusen haben. Während des Nachmittagsintervalls hatte sich die Situation wieder weitestgehend normalisiert. Dies ist auch der unten stehenden Abbildung zu entnehmen.

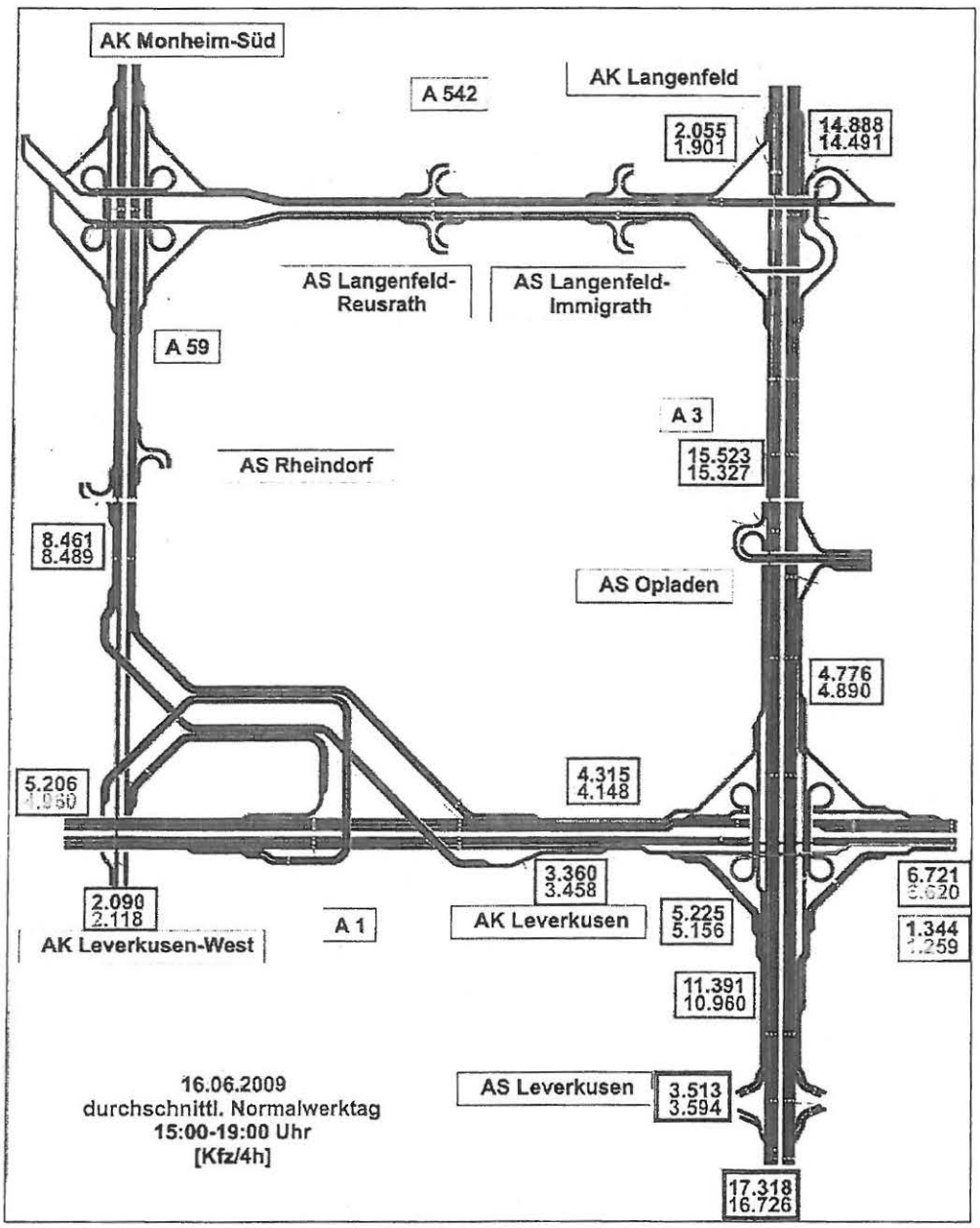


Abbildung 21: Verkehrsstärken am 16.06.2009 nachmittags und an einem durchschnittlichen Werktag

Insgesamt bietet die Erhebung am 16.06.2009 die Gelegenheit, die Nutzung der Umfahrungsmöglichkeit des AK Leverkusen bei auftretenden Stauereignissen zu dokumentieren. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung für die entsprechenden Querschnitte im vormittäglichen Untersuchungszeitraum.

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 22 und für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 23 dargestellt.

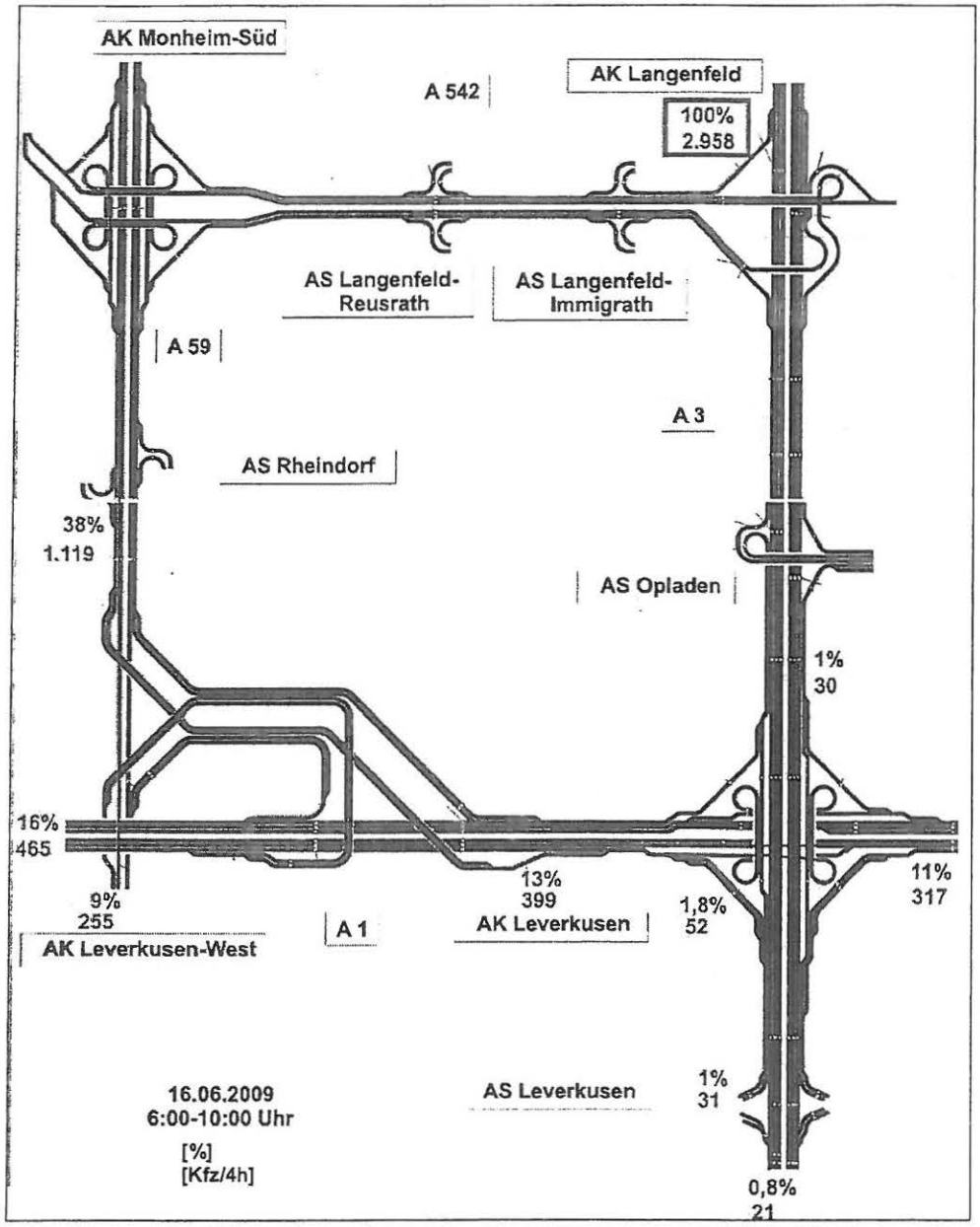


Abbildung 22: Verteilung des Verkehrs auf der BAB A 542, FR AK Monheim-Süd aus Richtung Oberhausen (BAB A 3) am 16.06.2009 vormittags

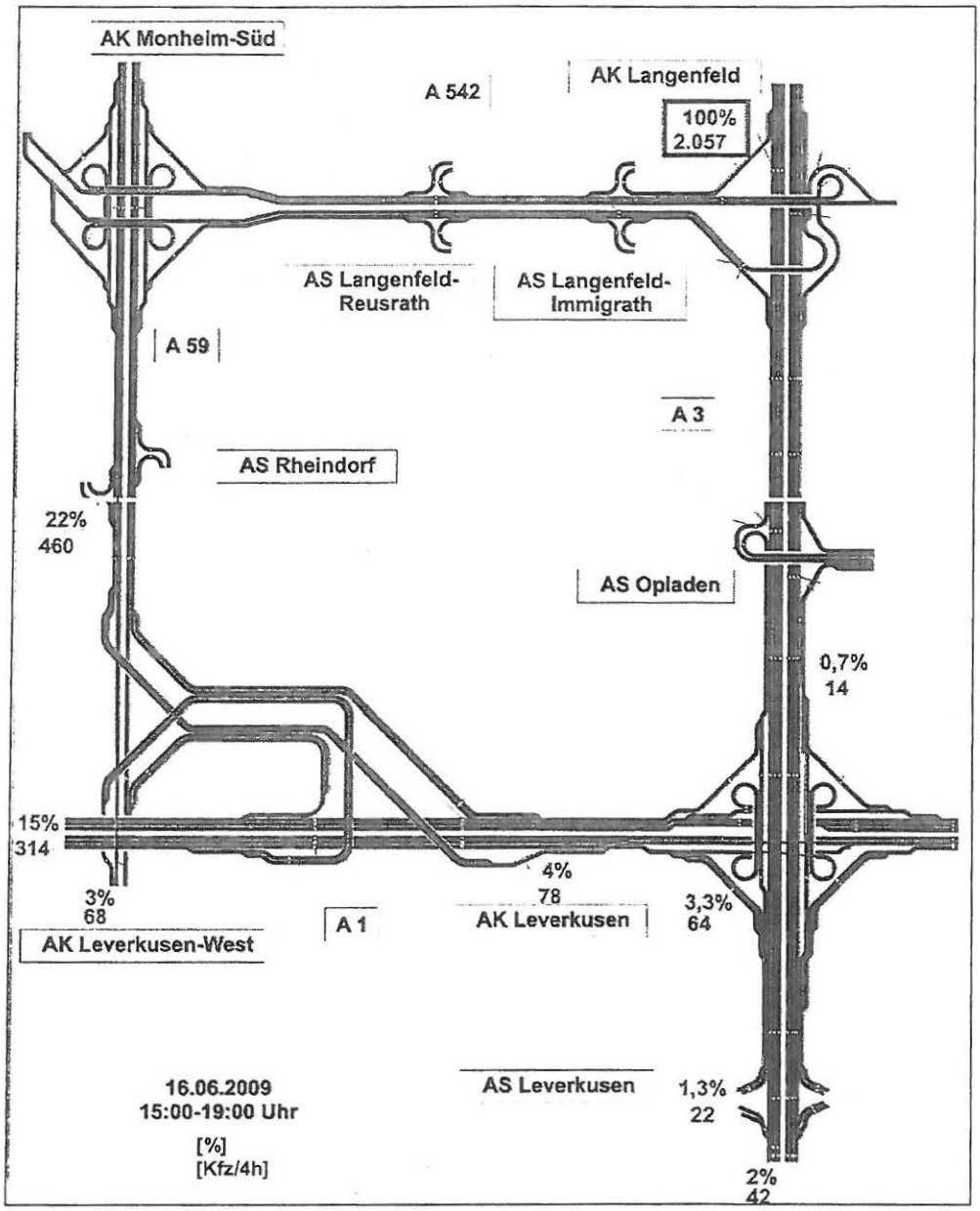


Abbildung 23: Verteilung des Verkehrs auf der BAB A 542, FR AK Monheim-Süd aus Richtung Oberhausen (BAB A 3) am 16.06.2009 nachmittags

Im Vormittagszeitraum fuhren 38 % der Fahrzeuge (1.119 Kfz), die am AK Langenfeld von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen auf die BAB A 542 wechselten, auf die BAB A 59 Richtung AK Leverkusen-West. 16 % der Fahrzeuge (465 Kfz) fuhren weiter auf die BAB A 1 in Richtung Koblenz, während 9 % (255 Kfz) am AK Leverkusen die Autobahn verließen. 13 % (399 Kfz) fuhren in Richtung AK Leverkusen.

Am Nachmittag war der Anteil der Fahrzeuge, die auf die BAB A 59 fuhren, mit 22 % (460 Kfz) deutlich geringer. Während mit 15 % (314 Kfz) praktisch der selbe Prozentsatz wie am Vormittag in Richtung Koblenz auf die BAB A 1 fuhr, waren die Anteile derjenigen, die am AK Leverkusen West die Autobahn verließen mit 3 % (68 Kfz) und derjenigen, die zum AK Leverkusen fuhren mit 4 % (78 Kfz), sehr viel kleiner.

Die Erhebungsergebnisse sind in den Anlagen V-1 bis V-32 dokumentiert.

2.6.4 Verteilung der Fahrten von der BAB A 1 (FR Dortmund) am AK Leverkusen

Vom AK Leverkusen West

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 24, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 25 dargestellt.

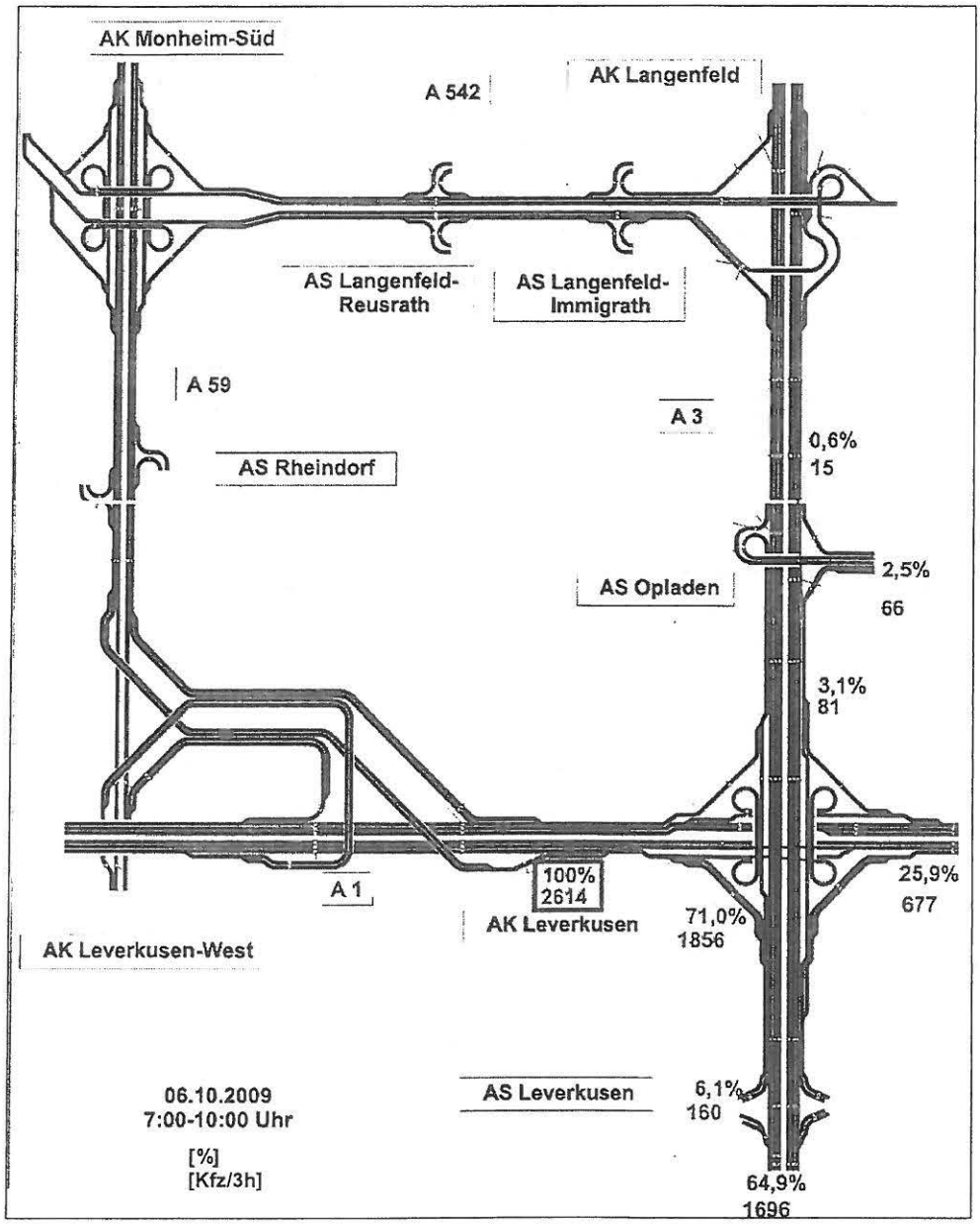


Abbildung 24: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

Im Vormittagszeitraum fuhren 71 % der Fahrzeuge (1.856 Kfz), die am AK Leverkusen West in Fahrtrichtung Dortmund auf die BAB A 1 auffuhren am AK Leverkusen auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M.. 6 % der Fahrzeuge (160 Kfz) fuhren an der AS Leverkusen ab. 3 % (80 Kfz) fuhren nach Norden auf die BAB A 3 und 2,5 % (66 Kfz) verließen die Autobahn an der AS Leverkusen-Opladen.

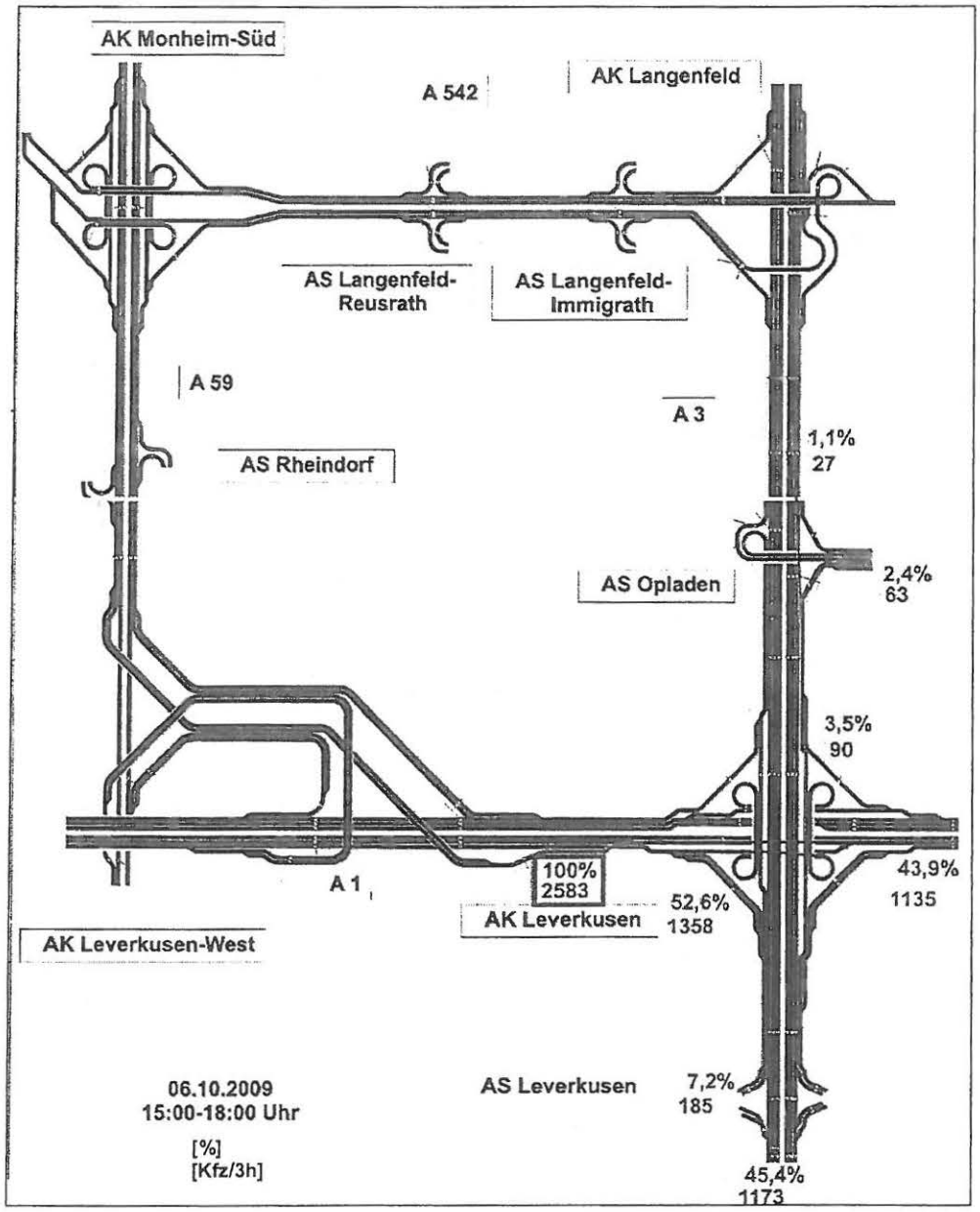


Abbildung 25: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Am Nachmittag war der Anteil der Fahrzeuge, die auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. fuhren, mit 52,6 % (1.358 Kfz) deutlich geringer, während mit 3,5 % (90 Kfz) praktisch der selbe Prozentsatz wie am Vormittag in Fahrtrichtung Oberhausen auf die BAB A 3 fuhr. Ebenfalls fast identisch war mit 2,4 % (63 Kfz) der Anteil derjenigen, die an der AS Leverkusen Opladen die Autobahn verließen.

Von der BAB A1 aus Richtung Koblenz

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 26, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 27 dargestellt.

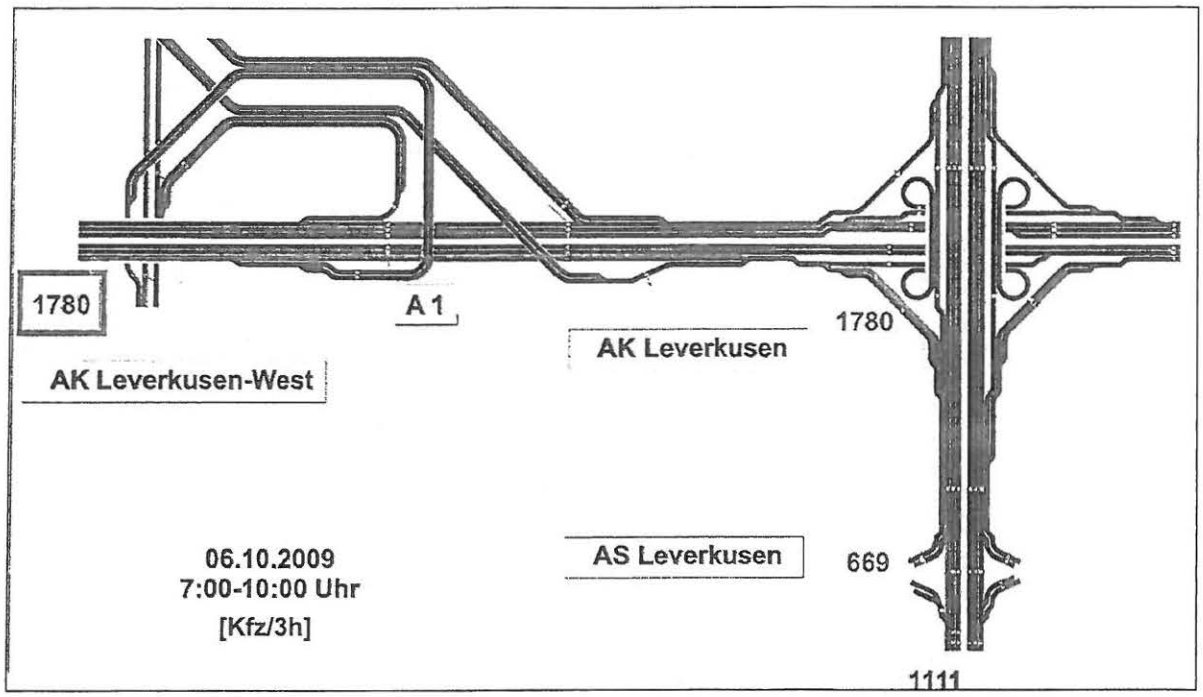


Abbildung 26: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

Im Vormittagszeitraum fuhren 1.780 Fahrzeuge von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz am AK Leverkusen auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M., von denen 669 Fahrzeuge (37,6 %) an der AS Leverkusen abfuhren. 1.111 Kfz (62,4%) fuhren weiter auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M.

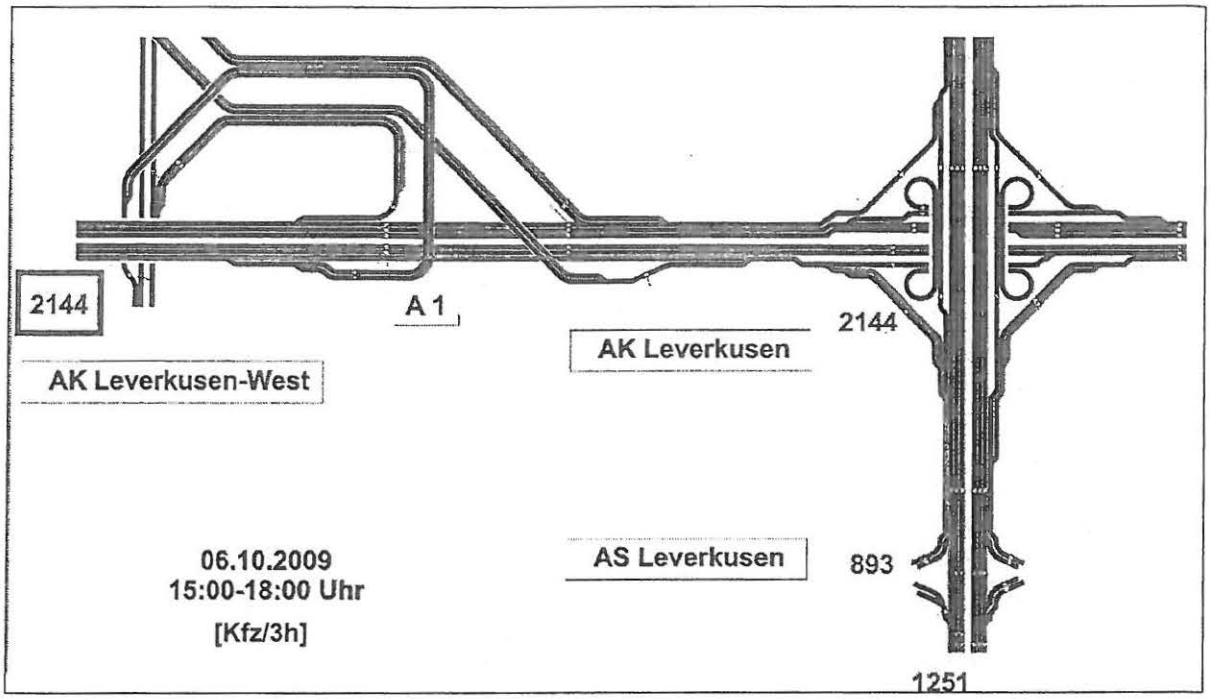


Abbildung 27: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Am Nachmittag fuhren mit 2.144 Kfz deutlich mehr Fahrzeuge von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz am AK Leverkusen auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. Der prozentuale Anteil der an der AS Leverkusen abfahrenden Fahrzeuge ist mit 41,7% (893 Kfz) ähnlich hoch. 1.251 Kfz (58,3%) fuhren weiter auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M.

2.6.5 Verteilung der Fahrten auf der BAB A 1 FR Koblenz

In Richtung BAB A3 FR Oberhausen

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 28, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 29 dargestellt.

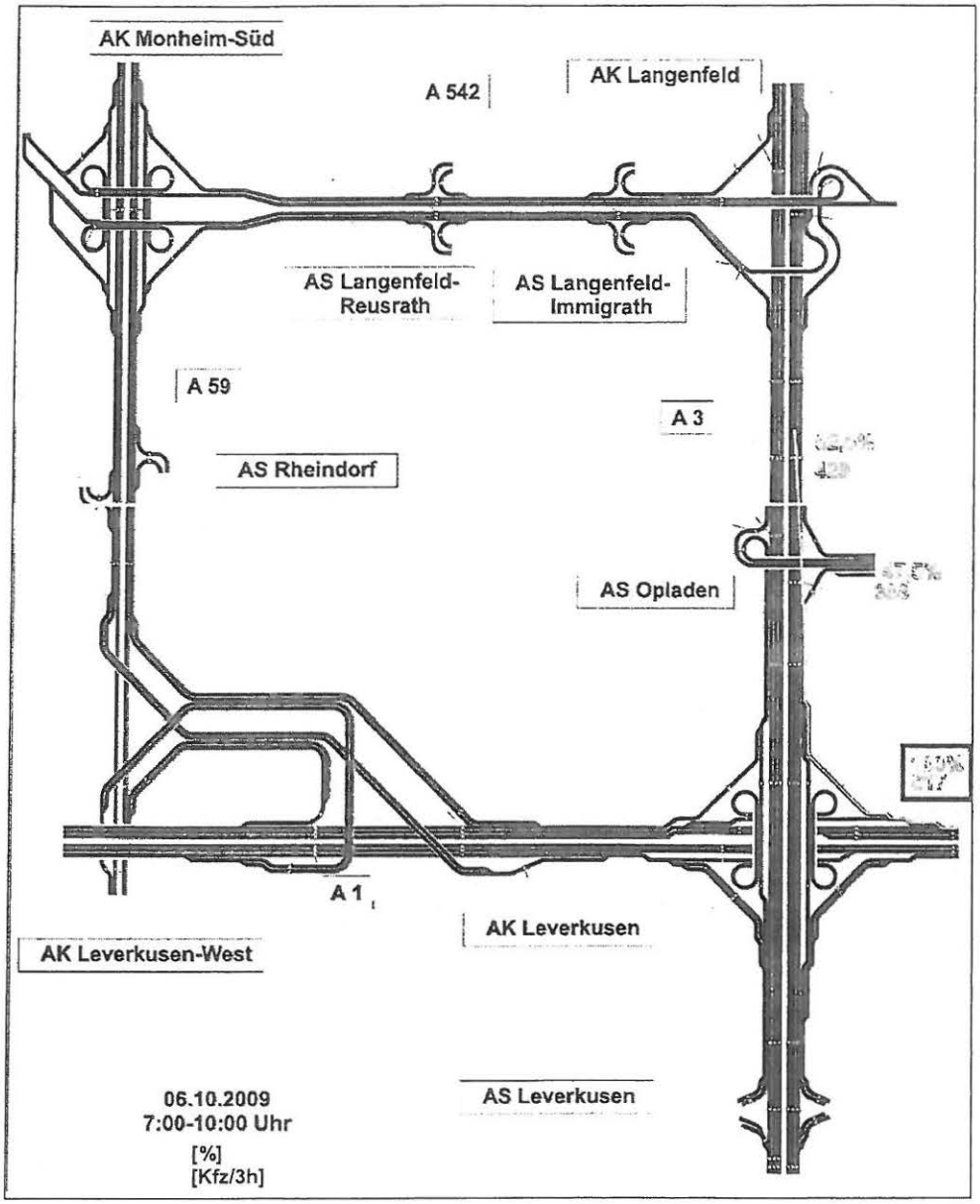


Abbildung 28: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

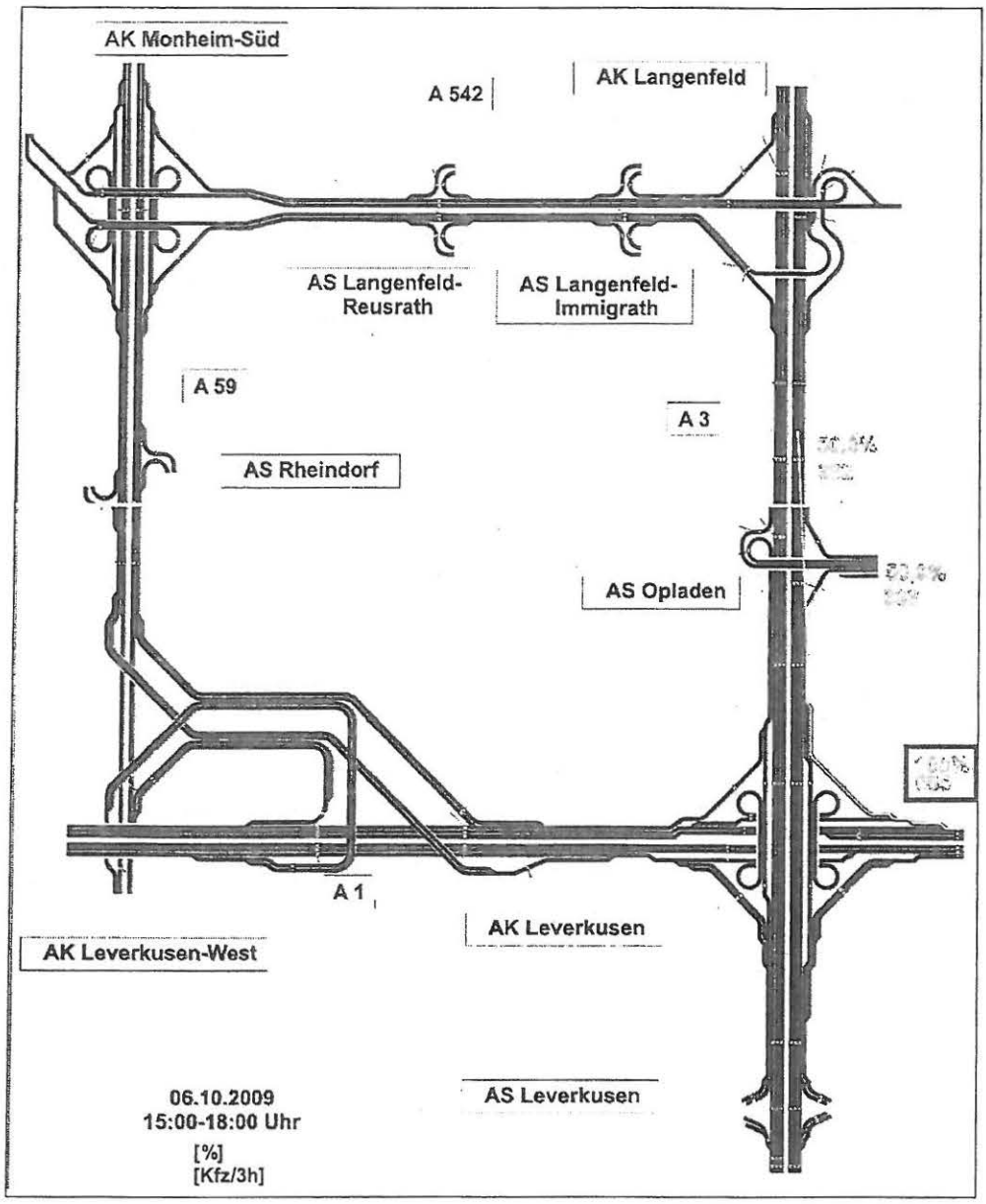


Abbildung 29: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Sowohl Vor- wie Nachmittags fuhren ungefähr die Hälfte aller Fahrzeuge (388 bzw. 333 Kfz), die am AK Leverkusen von der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen auffuhren, an der AS Leverkusen Opladen ab. Die andere Hälfte der Fahrzeuge blieb auf der Hauptfahrbahn.

In Richtung BAB A3 FR Frankfurt a. M.

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 30, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 31 dargestellt.

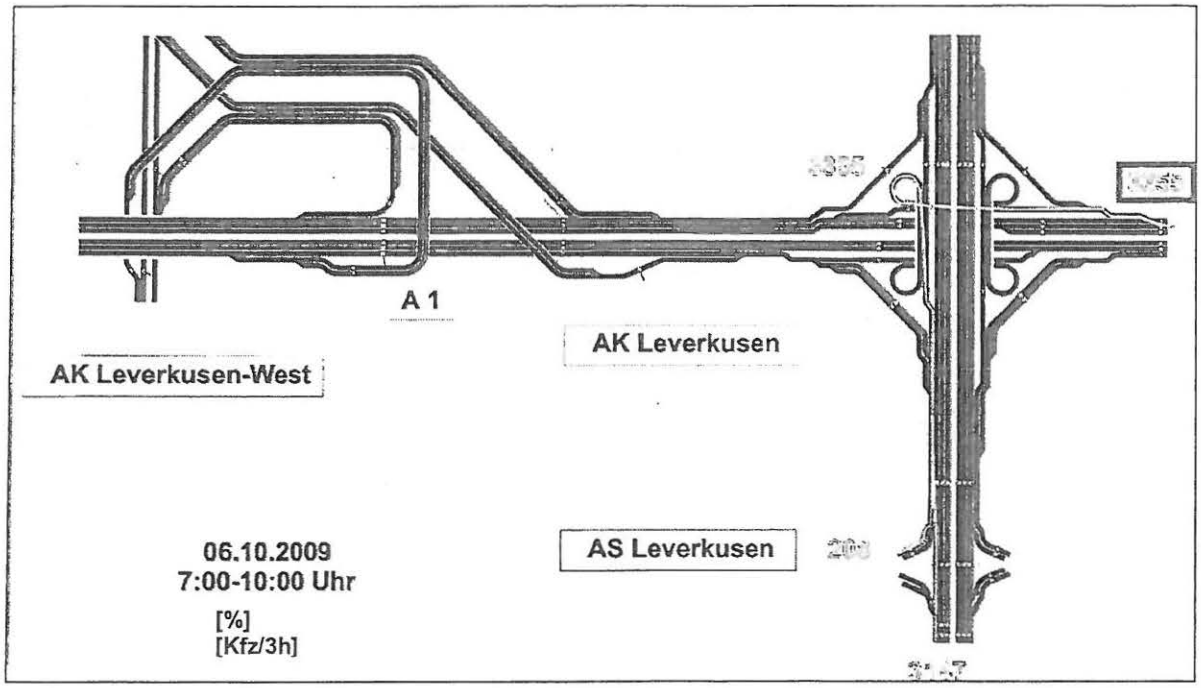


Abbildung 30: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

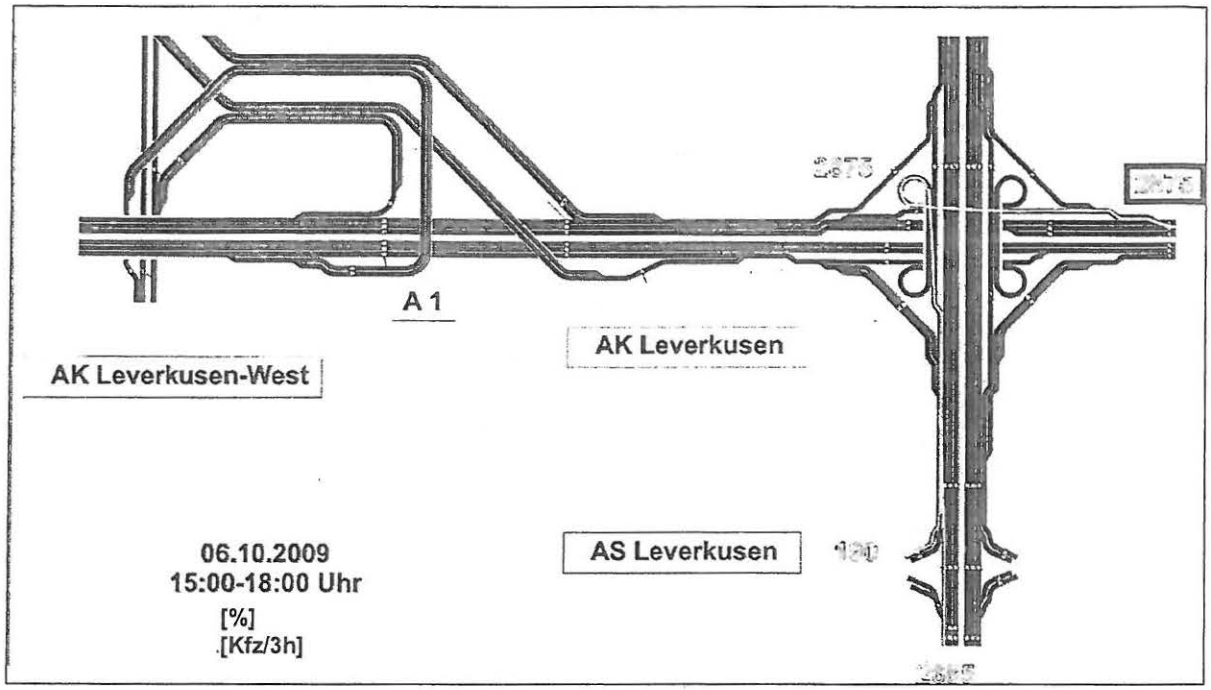


Abbildung 31: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Sowohl Vor- wie Nachmittags fuhren mit knapp 6% nur sehr wenige Fahrzeuge (298 bzw. 190 Kfz), die am AK Leverkusen von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. auffuhren, an der AS Leverkusen ab. Mehr als 90% der Fahrzeuge (3.147 bzw. 2.685 Kfz) blieben auf der Hauptfahrbahn.

2.6.6 Verteilung der Fahrten von der BAB A 3 in Richtung Frankfurt a. M.

Von der AS Leverkusen-Opladen

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 32, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 33 dargestellt.

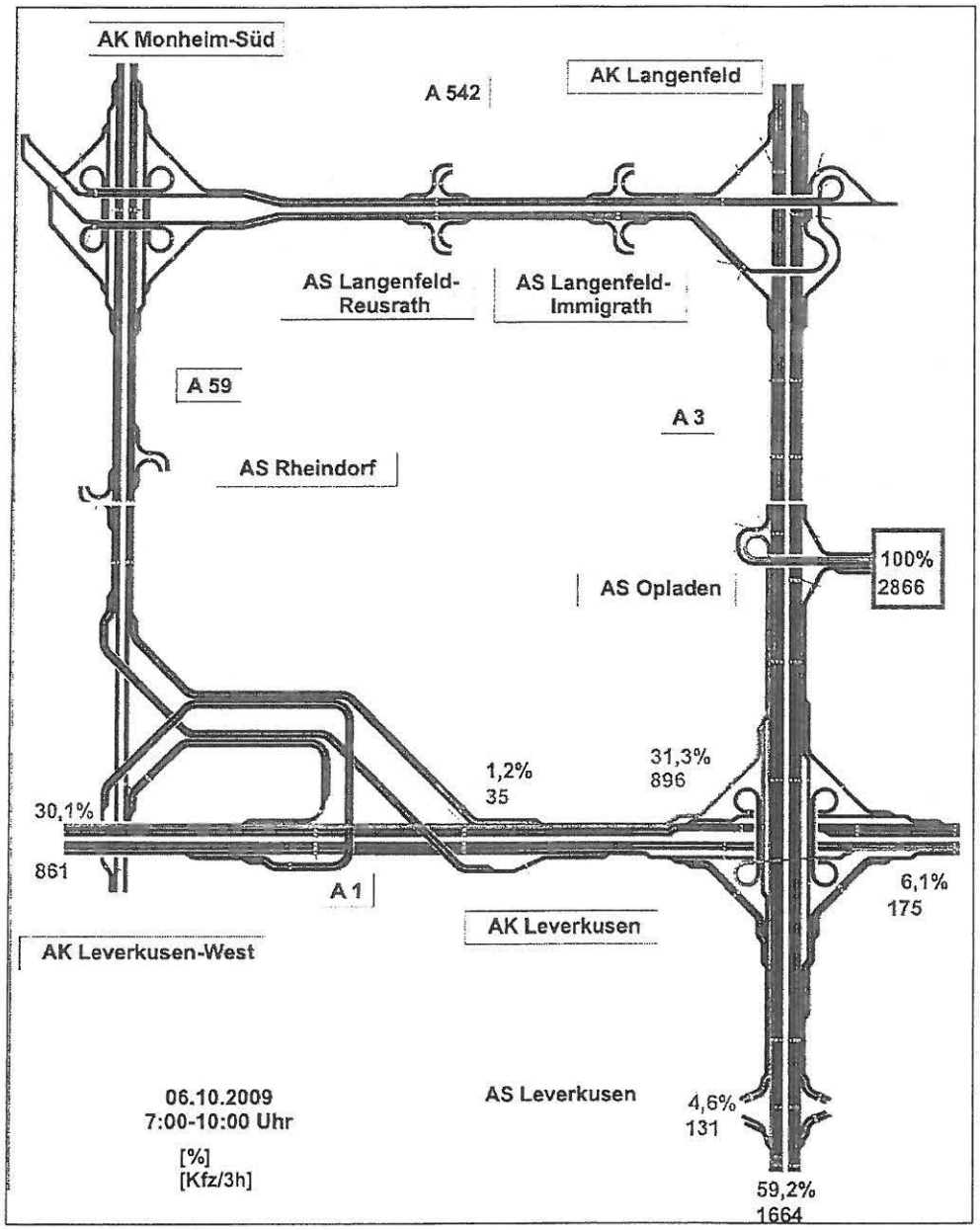


Abbildung 32: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

Vormittags fuhren 31,3 % der Fahrzeuge (896 Kfz), die an der AS Leverkusen Opladen auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. auffuhren, am AK Leverkusen auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz. Lediglich 35 Fahrzeuge (1,2 %) fuhren am AK Leverkusen West ab. 6,1 % (175Kfz) wechselten am AK

Leverkusen auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund, während 4,6 % (131 Kfz) die Autobahn an der AS Leverkusen verließen.

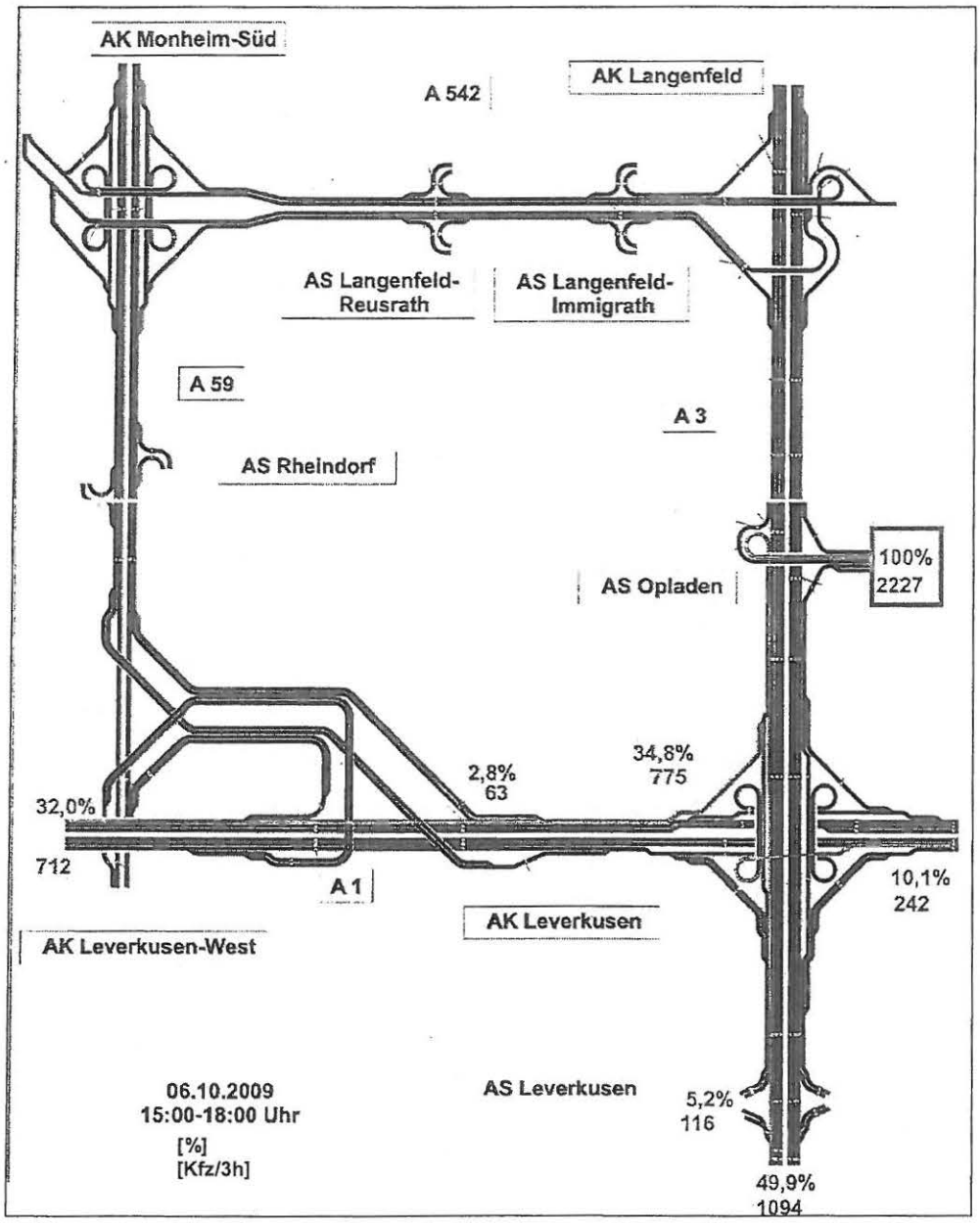


Abbildung 33: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Nachmittags fuhren 34,8 % der Fahrzeuge (775 Kfz), die an der AS Leverkusen Opladen auf die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. auffuhren, am AK Leverkusen auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz. Hiervon fuhren 63 Kfz oder 2,8 % am AK Leverkusen West ab. 10,1 % (242 Kfz) wechselten am AK Leverkusen auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund, während 5,2 % (116 Kfz) die Autobahn an der AS Leverkusen verließen.

Von der BAB A3 nördlich der AS Leverkusen Opladen

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 32, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 33 dargestellt.

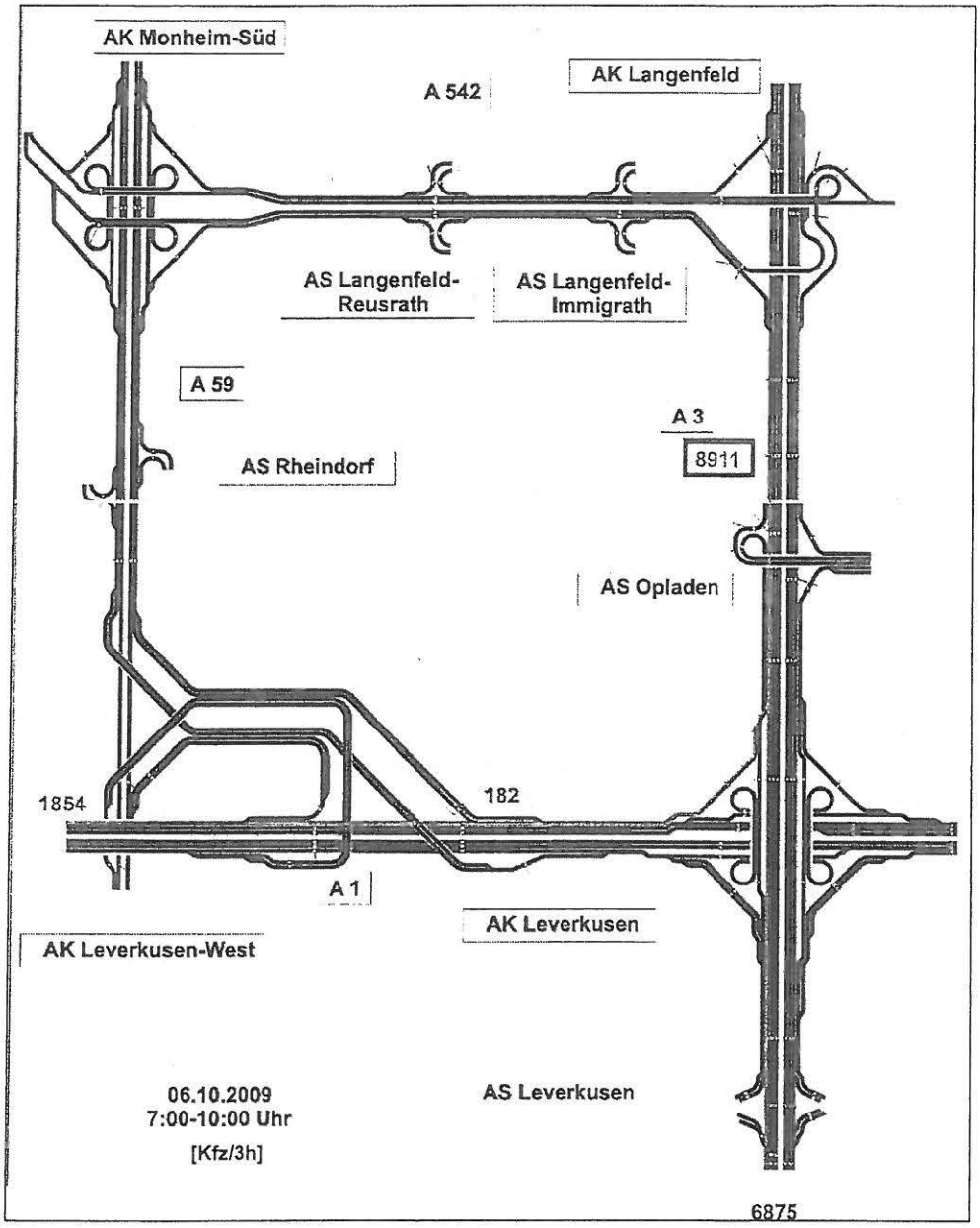


Abbildung 34: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

Vormittags fuhren 6.875 Fahrzeuge auf der BAB A3 aus Richtung Oberhausen bis südlich der AS Leverkusen auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. 2.036 Kfz bogen am AK Leverkusen auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz ab. Lediglich 182 Fahrzeuge fuhren am AK Leverkusen West ab.

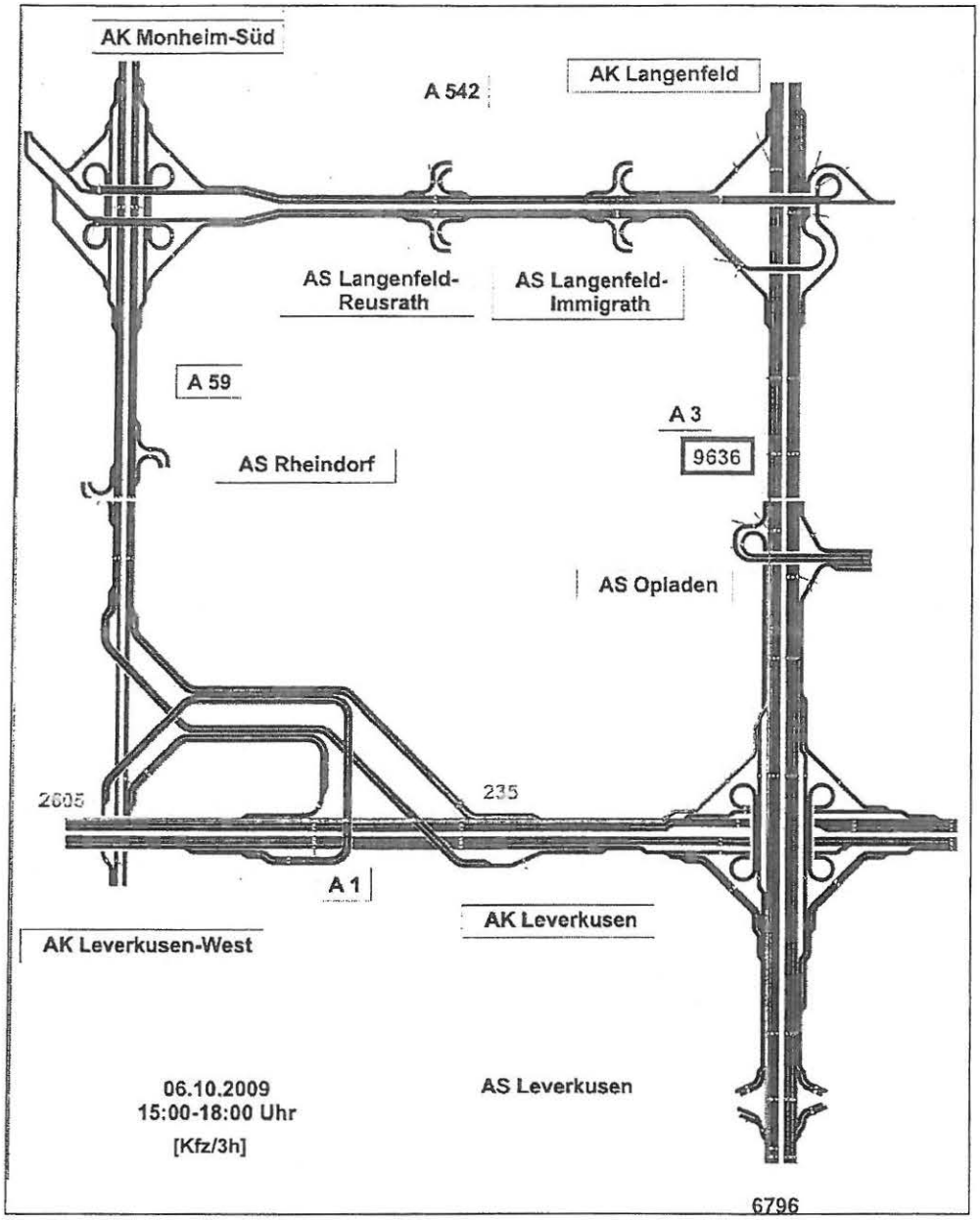


Abbildung 35: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Nachmittags fuhren 6.796 Fahrzeuge auf der BAB A3 aus Richtung Oberhausen bis südlich der AS Leverkusen auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. 2.840 Kfz bogen am AK Leverkusen auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz ab. Hiervon fuhren 235 Fahrzeuge am AK Leverkusen West ab.

2.6.7 Verteilung der Fahrten aus Richtung der AS Leverkusen auf der BAB A 3 FR Oberhausen

Von der AS Leverkusen

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 36, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 37 dargestellt.

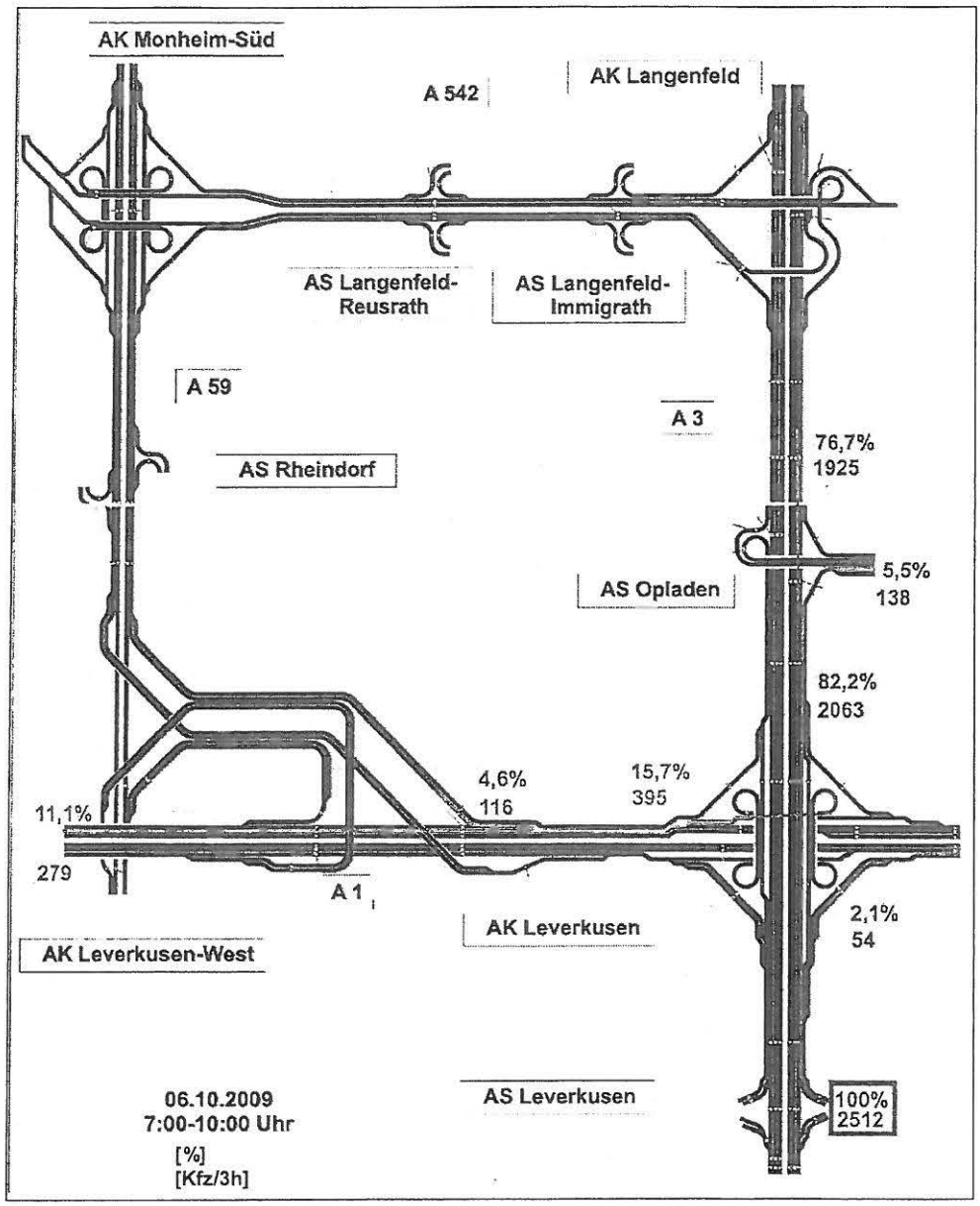


Abbildung 36: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

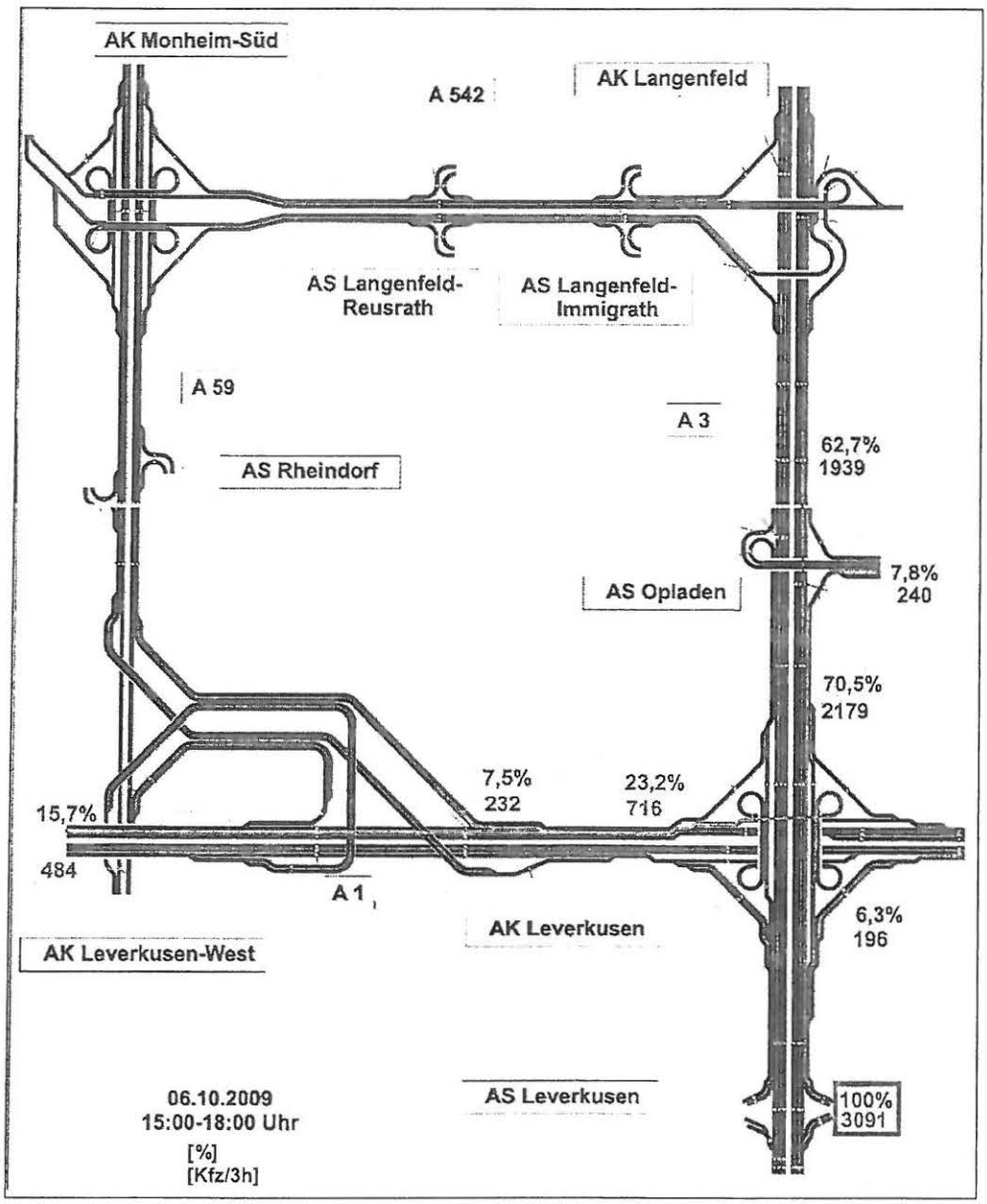


Abbildung 37: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Im Vormittagszeitraum fuhren 15,7 % der Fahrzeuge (395 Kfz), die an der AS Leverkusen in Fahrtrichtung Oberhausen auf die BAB A 3 auffuhren (2.512), am AK Leverkusen auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. 4,6 % der Fahrzeuge (116 Kfz) fuhren am AK Leverkusen-West ab. 2,1 % (54 Kfz) fuhren in Fahrtrichtung Dortmund auf die BAB A 1 und 5,5 % (138 Kfz) verließen die Autobahn an der AS Leverkusen-Opladen.

Am Nachmittag war die Anzahl der Fahrzeuge, die auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz fuhren, mit 23,2 % (716 Kfz) deutlich höher. Ebenfalls höher war mit 7,5 % (232 Kfz) der Anteil derer, die am AK Leverkusen West abfuhren. 6,3 % (196 Kfz) fuhren in Fahrtrichtung Dortmund auf die BAB A 1. Gleichfalls größer war mit 7,8 % (240 Kfz) der Anteile derjenigen, die an der AS Leverkusen Opladen die Autobahn verließen.

Von der BAB A3 aus Richtung Frankfurt a. M.

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 38, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 39 dargestellt.

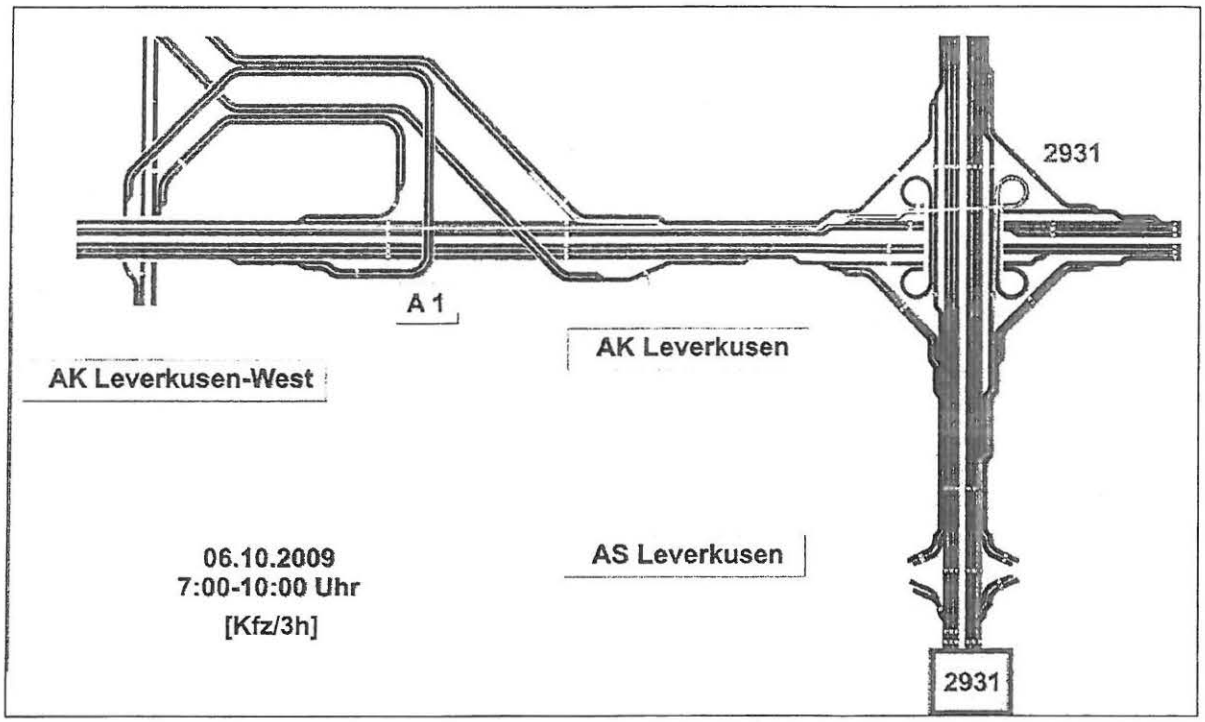


Abbildung 38: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

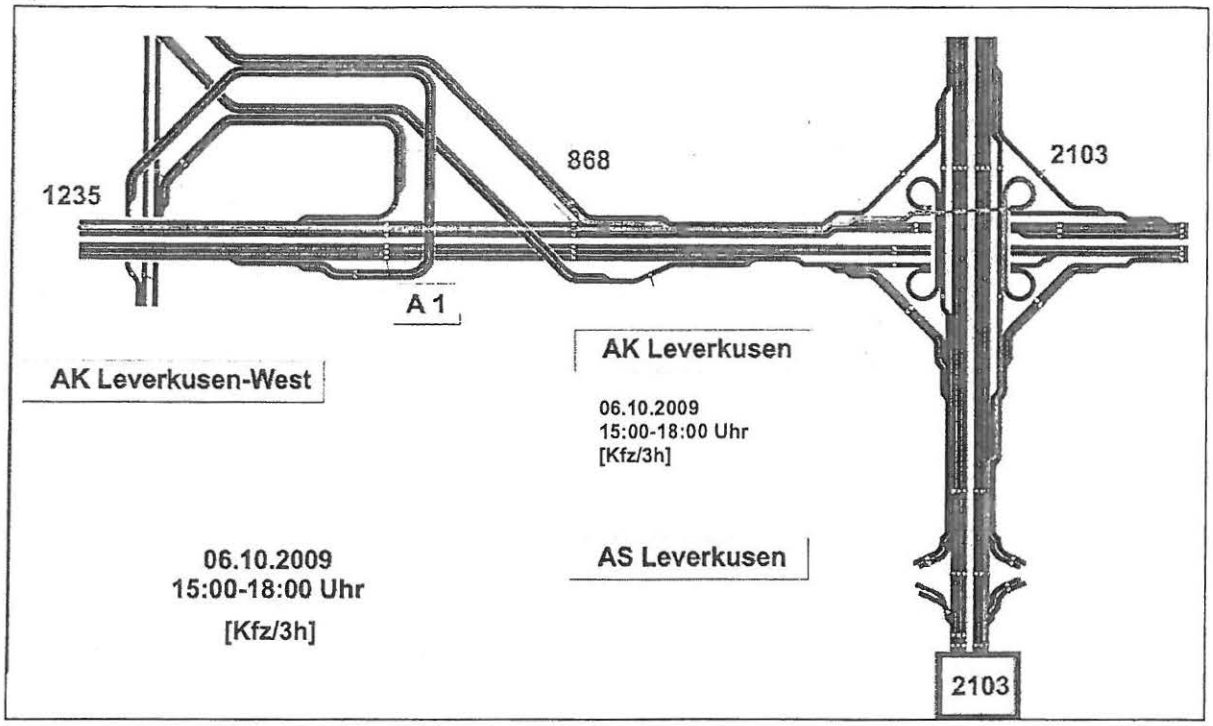


Abbildung 39: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Im Vormittagszeitraum fuhren 2.931 Fahrzeuge von der BAB A3 aus Richtung Frankfurt a. M. am AK Leverkusen auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. 27,1 % der Fahrzeuge (793 Kfz) fuhren am AK Leverkusen-West ab und 72,9 % (2.138 Kfz) fuhren weiter auf der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz.

Im Nachmittagszeitraum fuhren mit 2.103 deutlich weniger Fahrzeuge von der BAB A3 aus Richtung Frankfurt a. M. in Fahrtrichtung Oberhausen am AK Leverkusen auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. 41,3 % der Fahrzeuge (868 Kfz) fuhren am AK Leverkusen-West ab und 58,7 % (1.235 Kfz) fuhren weiter auf der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz.

2.6.8 Fahrten von der BAB A 3 FR Frankfurt a. M. zum AK Leverkusen West

Das Ergebnis der Kennzeichenverfolgung am 06.10.2009 ist für den Vormittagszeitraum in Abbildung 26, für den Nachmittagszeitraum in Abbildung 27 dargestellt.

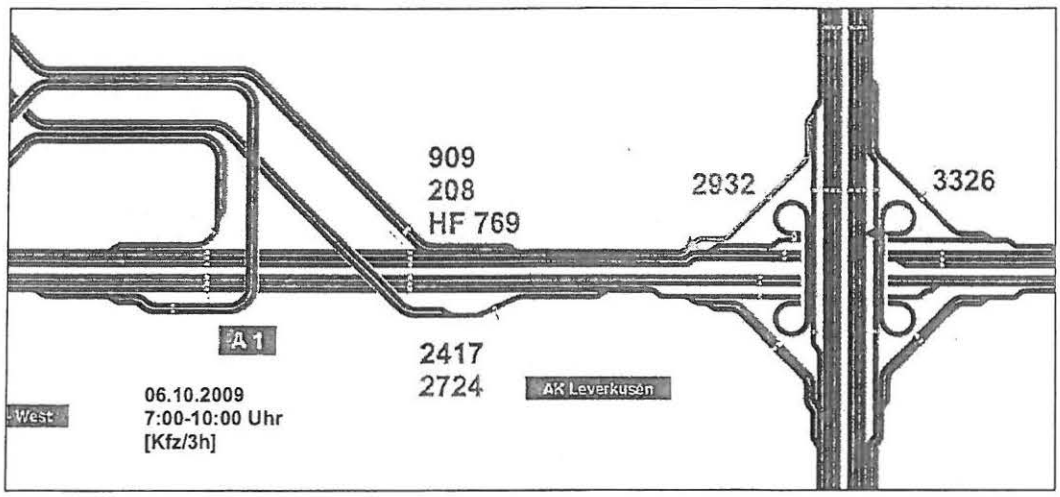


Abbildung 40: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 vormittags

Die Erhebung zeigt, dass sowohl Vor- als auch Nachmittags der Großteil der am AK Leverkusen West aus Richtung Dortmund von der BAB A 1 ausfahrenden Fahrzeuge von der BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen kamen. Vormittags waren dies von insgesamt 3.326 abbiegenden Kfz am AK Leverkusen 909 Kfz, nachmittags von 2.819 Abbiegern 1.100 Kfz. Auf der Hauptfahrbahn verblieben entsprechend vormittags 2.417 Kfz, am Nachmittag 1.719 Kfz.

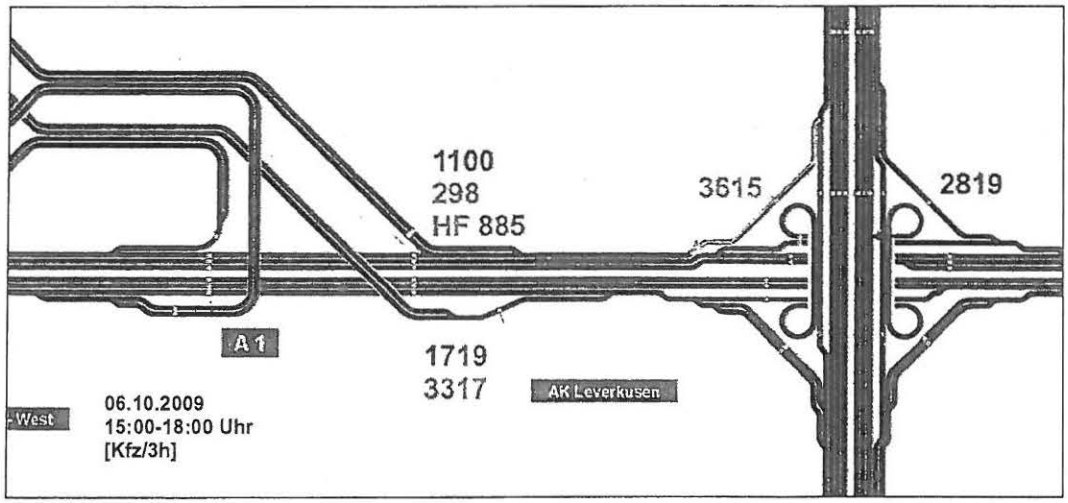


Abbildung 41: Verteilung der Verkehrsströme am 06.10.2009 nachmittags

Von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen fuhren dagegen vormittags nur 208 Kfz von insgesamt 2.932 Abbiegern am AK Leverkusen und nachmittags von 3.615 Abbiegern nur 298 Kfz aus. Auf der Hauptfahrbahn verblieben entsprechend vormittags 2.724 Kfz, am Nachmittag 3.317 Kfz.

Direkt von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund fuhren vormittags 769 Kfz, nachmittags 885 Kfz aus.

2.6.9 Zusammenfassung und Auswirkungen auf die Planung

Nutzung der Netzmasche BAB A 542 / A 59

Die Beobachtungen zeigen, dass im Fall von erheblichen Störungen im Bereich des AK Leverkusen erhebliche Veränderungen in der Routenwahl zu verzeichnen sind (vgl. 2.6.3).

So nahmen zum einen bei dem während der ersten Erhebung am 16.06.2009 beobachteten Stau die Verkehrsstärken der am AK Leverkusen-West in das Stadtgebiet von Leverkusen ausfahrenden Fahrzeuge um fast 40 % zu, während an der AS Leverkusen 40 % weniger Fahrzeuge ausfuhren. Infolge dessen kam es auch im städtischen Straßennetz zu Verkehrsbehinderungen.

Zum anderen wurde die Alternativroute über die BAB A 542 und BAB A 59 für die Beziehung zwischen der BAB A 3 im Norden und der BAB A 1 im Westen genutzt wird. Daher ist es auf den ersten Blick naheliegend, zu prüfen, ob eine verstärkte Nutzung dieser Route den Umbau des AK Leverkusen zumindest in dieser Relation vermindern oder sogar überflüssig machen kann.

Die folgenden Abbildungen zeigen die beiden Alternativen für die oben angesprochene Relation im Vergleich.

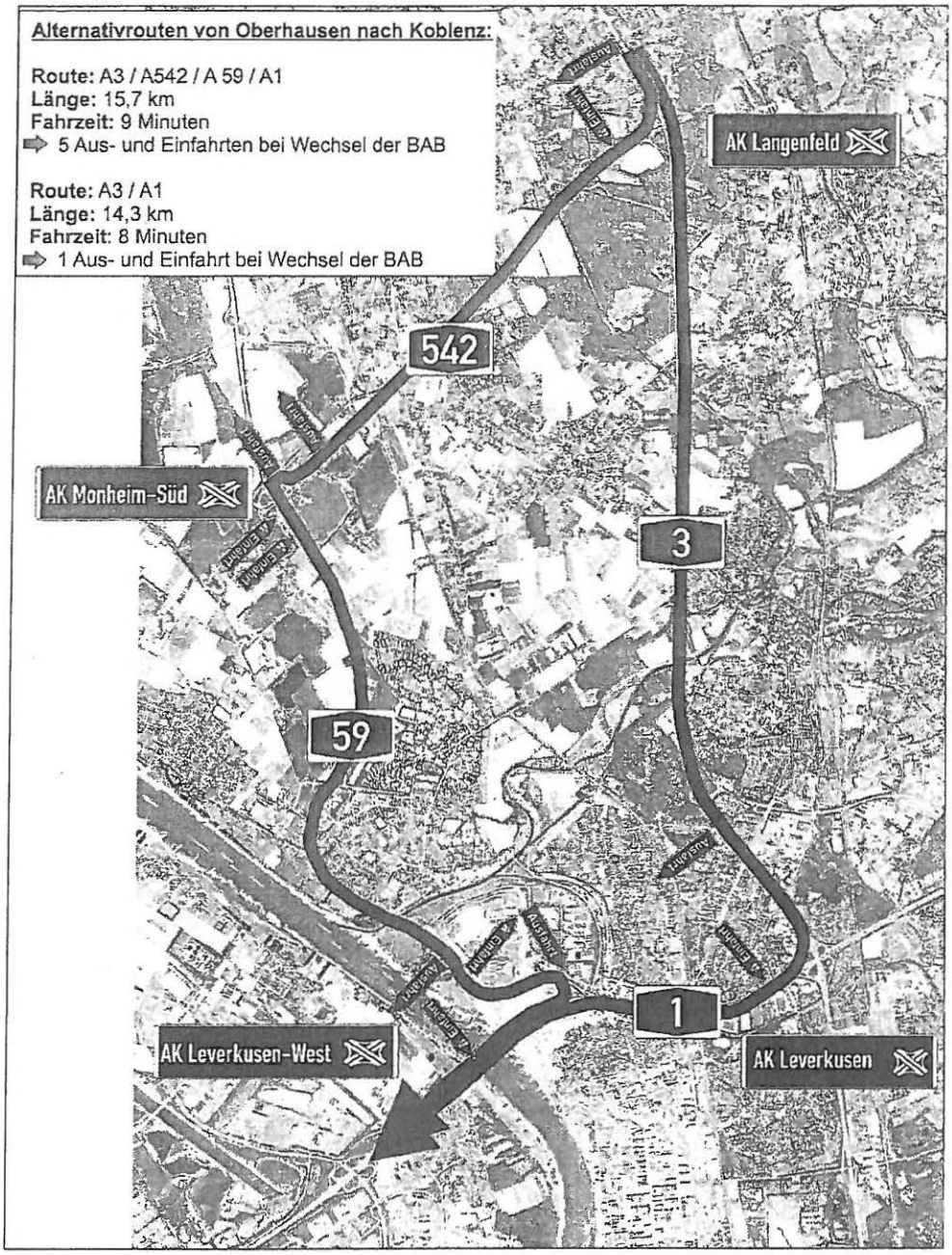


Abbildung 42: Alternativrouten im Vergleich

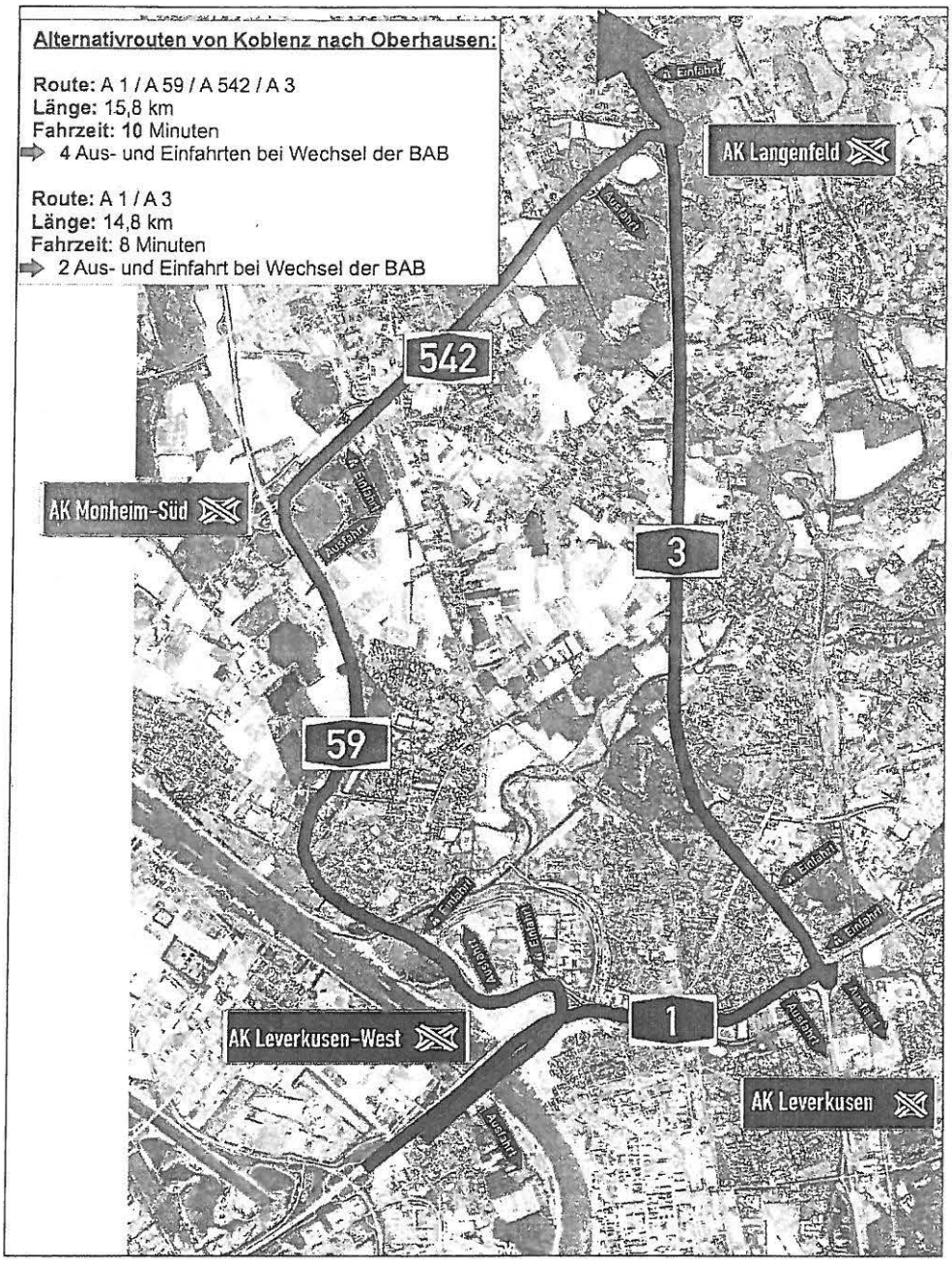


Abbildung 43: Alternativrouten im Vergleich

Für die Fahrt aus Richtung Oberhausen in Richtung Koblenz ergibt sich aber neben einer etwas längeren Fahrtstrecke (1,4 km) und einer etwas höheren Fahrtzeit (etwa 1 Minute mehr) vor allem eine deutlich größere Anzahl an Einfahr-, Ausfahr- und Verflechtungsvorgängen. Während bei der Fahrt über das AK Leverkusen lediglich eine Ein- und eine Ausfahrt befahren werden müssen, sind bei der Fahrt über die AK Langenfeld, Monheim und Leverkusen-West jeweils 5 Ein- und Ausfahrten zu durchfahren.

In der Gegenrichtung von Koblenz in Richtung Oberhausen ergeben sich ähnliche Verhältnisse. Neben einer längeren Strecke (1 km) und einer höheren Fahrtzeit (plus zwei Minuten) ergibt sich eine doppelt so hohe Anzahl an zu benutzenden Ein- und Ausfahrten (je vier gegenüber zwei) bei der Umfahrung des AK Leverkusen.

Der deutliche Umwegcharakter der Strecke über die BAB A 542 zeigt sich eindrucksvoll in der Kennzeichenverfolgung. Ohne gravierende Störungen im Bereich des AK Leverkusen nutzen die Fahrer diese Strecke nicht freiwillig.

Unter der Voraussetzung, dass am AK Leverkusen der Verkehr störungsfrei fließt, ist somit nicht damit zu rechnen, dass die Umwegstrecke genutzt wird. Eine Beeinflussung der Routenwahl der Verkehrsteilnehmer durch die wegweisende (auch dynamische) Beschilderung ist unter diesen Umständen (d.h. bei störungsfreiem Verlauf des Verkehrs) nicht Erfolg versprechend. Es ist weder zu erwarten, dass halbwegs ortskundige Fahrer diese Strecke wählen, noch dass die immer weiter verbreiteten Navigationsgeräte diese Strecke empfehlen werden. Eine verstärkte Nutzung ist daher allenfalls bei einem gestörten Verkehrsablauf zu erwarten oder aber bei einer kompletten Aufgabe dieser Verkehrsbeziehung am AK Leverkusen.

Aus einer Aufgabe der Verknüpfung der BAB A 3 aus FR Oberhausen und der BAB A 1 in FR Koblenz im AK Leverkusen ergeben sich allerdings zahlreiche Konsequenzen. Für die Fahrzeuge, die Quellen und Ziele nördlich des AK Langenfeld bzw. westlich des AK Leverkusen West haben, ergeben sich die oben dargelegten erhöhten Fahrtzeiten und Fahrtweiten mit den damit verbundenen größeren Zeitkosten und erhöhten Umweltbelastungen (Treibstoffverbrauch, CO2 Emissionen). Aufgrund der verstärkten Nutzung von Ein- und Ausfahrten ist tendenziell auch mit einer gegenüber der freien Strecke erhöhten Anzahl an Unfällen zu rechnen.

Ein weiteres wichtiges Argument für die Beibehaltung der oben genannten Verkehrsbeziehung am AK Leverkusen ergibt sich aus dem Netzzusammenhang. Für Fahrten zwischen der AS Opladen und dem AK Leverkusen West stellt die Verbindung über die BAB A 542 keine Alternative dar. Diese Fahrten müssten somit durch das untergeordnete Netz der Stadt Leverkusen (B 8, L 293) aufgenommen werden. Wie unter Ziffer 2.6.7 zu ersehen, handelt es sich hierbei um ca. ein Drittel des nach Süden gerichteten Verkehrs an der AS Opladen oder etwa 8.000 Kfz/24h. Es ist davon auszugehen, dass sich hierdurch ein erheblicher Ausbaubedarf ergeben würde. Daneben sind erhöhte Belastungen von Mensch und Umwelt die zwangsläufige Folge, da die Fahrten durch das städtische Netz auf Grund der dortigen Fahrtzyklen im Vergleich zur Autobahn einerseits erhöhte Emissionen (CO2, Partikel, Lärm) hervorrufen und andererseits weniger Schutzmaßnahmen (Lärmschutzwände) zulassen.

Die Überlegungen zeigen, dass es auf Dauer keine Alternative zur Abwicklung der Verkehrsbeziehung aus Richtung Oberhausen (BAB A 3 Nord) in Richtung Koblenz (BAB A 1 West) am AK Leverkusen gibt, wenn diese leistungsfähig und mit möglichst geringen Auswirkungen auf das Umfeld abgewickelt werden soll. Abgesehen davon sollten an einem umfangreich umgebauten Autobahnkreuz schon aus Gründen der Systematik und der Netzgestaltung keine Fahrbeziehung weggelassen werden.

Andererseits bietet die Route über die BAB A 542 die Möglichkeit, während der Bauzeit eine sinnvolle Führung des Verkehrs außerhalb des AK Leverkusen vorzunehmen. Gleichzeitig kann diese Alternative, so wie schon heute, bis zum endgültigen Ausbau des AK die Funktion eines „Überlaufs" erfüllen.

BAB A1 in Fahrtrichtung Dortmund westlich des AK Leverkusen

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Verfolgungszählung, dass zwischen 50 % und 70 % (1.358 bis 1.856 Kfz/3h) der am AK Leverkusen West auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund auffahrenden Fahrzeuge am AK Leverkusen die Ausfahrt zur Rampe zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. nut-

zen. Die am AK Leverkusen auf die BAB A3 in Fahrtrichtung Oberhausen abbiegenden Fahrzeuge kommen zum allergrößten Teil von der BAB A1 aus Richtung Koblenz über die Rheinbrücke. (vgl. 2.6.4)

Eine solche Verteilung spricht für eine Spuraddition der Einfahrt am AK Leverkusen West in Kombination mit einer Spursubtraktion an der Ausfahrt Fahrtrichtung Frankfurt a. M. am AK Leverkusen, da so für die einfahrenden Fahrzeuge mit der Fahrtrichtung Frankfurt a. M. kein Spurwechsel mehr zwingend erforderlich ist (vgl. Ziffer 6).

BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz westlich des AK Leverkusen

Die Ergebnisse zeigen, dass die große Mehrheit (über 90 %, ca. 2.700 bis 3.300 Kfz/3h) der von der Tangentialrampe der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen kommenden Fahrzeuge am AK Leverkusen-West auf der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz bleibt. Dagegen fahren zwischen 30 % und 40 % (ca. 1.000 Kfz/3h) der von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. kommenden Fahrzeuge am AK Leverkusen-West ab (vgl. 2.6.6 bis 2.6.8).

Dies spricht für eine Verlegung der Tangentialrampe von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen dergestalt, dass die Einfahrt in die Hauptfahrbahn vor der Einfahrt von der Tangentialrampe von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. erfolgt. In Kombination mit einer Spuraddition am AK Leverkusen und einer Spursubtraktion am AK Leverkusen-West kann eine darüber hinaus gehende Vermeidung von Spurwechseln erreicht werden, da für die aus Richtung Frankfurt a. M. kommenden Fahrzeuge, die am AK Leverkusen West ausfahren, kein Spurwechsel mehr zwingend erforderlich ist (vgl. Ziffer 6).

BAB A3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. südlich des AK Leverkusen

Die Ergebnisse der Verfolgungszählung zeigen, dass in den betrachteten morgendlichen und nachmittäglichen Zeiträumen am AK Leverkusen auf die BAB A3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ungefähr gleich viel Fahrzeuge von der BAB A1 aus Richtung Koblenz (7.138 Kfz/6h) wie aus Richtung Dortmund (5.832 Kfz/6h) auffahren. An der AS Leverkusen fahren dagegen sehr viel mehr Fahrzeuge von der BAB A1 aus Richtung Koblenz ab (2.227 Kfz/6h) als aus Richtung Dortmund (398 Kfz/6h). (vgl. 2.6.4 und 2.6.6)

Bei einer solchen Verteilung der Ströme kann durch die Kombination einer Spuraddition am AK Leverkusen für die Tangentialrampe von der BAB A1 mit einer Spursubtraktion an der AS Leverkusen die Anzahl der notwendigen Spurwechselvorgänge verringert werden. (vgl. Ziffer 6).

BAB A3 in Fahrtrichtung Oberhausen südlich des AK Leverkusen

Für die BAB A3 aus Richtung Frankfurt a. M. ergeben sich in der Summe der erhobenen Zeiträume eindeutige Verkehrsbeziehungen. Von der Hauptfahrbahn der BAB A3 fuhren 5.034 Kfz/6h auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz, 3.959 Kfz/6h in Fahrtrichtung Dortmund. Von den ca. 5.600 Kfz/6h, die an der AS Leverkusen auffuhren, fuhren zwischen 70 % und 80 % (ca. 4.400 Kfz/6h) auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen geradeaus. Auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz wollten 1.111 Kfz/6h, in Fahrtrichtung Dortmund nur 250 Kfz/6h (ca. 4,5%).

Die Ergebnisse zeigen, dass die stärksten Ströme die Einfahrenden von der AS in die Hauptfahrbahn und die von der Hauptfahrbahn in beide Rampen Ausfahrenden bilden. Aufgrund dieser Verteilung ergibt sich keine zu bevorzugende Anordnung hinsichtlich der Ausfahrten am AK Leverkusen.

Generell kann aber in diesem Bereich zum einen durch eine entsprechende Wahl des Ausfahrttyps (A5 oder A 8) die Gesamtzahl der notwendigen Spurwechsel für diese Ausfahrten minimiert, zum anderen der Vorsortierbereich maximiert werden (vgl. Weiser, Sillus, Lippold, 2006), so dass insgesamt die Möglichkeiten zum Spurwechsel optimiert werden.

3 Bewertung der Verkehrssituation 2009

3.1 Allgemeines

Die für die Bemessung von Anlagen des Straßenverkehrs maßgebende Verkehrsstärke wird als Bemessungsverkehrsstärke q_B bezeichnet.

Der Bemessung liegt gemäß HBS (vgl. FGSV, 2009) die realistische Vorstellung zu Grunde, dass eine Verkehrsanlage aus wirtschaftlichen Gründen nicht für die höchste auftretende Spitzenbelastung ausgelegt werden kann. Vielmehr wird eine gewisse Überlastung akzeptiert. Aus diesem Grund wird als Bemessungsverkehrsstärke q_B die Verkehrsstärke der n-ten Stunde definiert (Quantile der sog. Dauerganglinie, die sich durch absteigende Sortierung der Verkehrsstärken sämtlicher Stunden eines Jahres ergibt.) Daraus folgt: Die Verkehrsstärke der 30. Stunde wird in 29 anderen Stunden des Jahres ebenfalls erreicht bzw. überschritten, die Verkehrsstärke der 100. Stunde in 99 anderen Stunden des betrachteten Jahres. Das HBS gibt hierfür die 30. Stunde eines Jahres vor, ohne dass geprüft wird, wie sehr sich die Verkehrsbelastungen anderer Quantile (z.B. der 10., der 50. oder der 100. Stunde) von denen der 30. Stunde unterscheiden.

Um die Einordnung der Dimensionierungsbelastungen zu ermöglichen, wird daher vor der Bemessung geprüft, wie repräsentativ die 30. Stunde am AK Leverkusen tatsächlich ist.

3.2 Herleitung der Dimensionierungsbelastungen

Zur Herleitung der Dimensionierungsbelastungen wurden die erhobenen Daten der Dauerzählstellen der 12 Ströme am Autobahnkreuz Leverkusen einer eingehenden Analyse unterzogen. Zusätzlich wurden auch die vier Verflechtungsbereiche mit der Kombination von jeweils zwei Linksabbiegeströmen in die Analyse einbezogen.

Für jede Zählstelle werden nachfolgend zuerst die durchschnittlichen Tagesganglinien aller Wochentage ermittelt. Dann werden die entsprechenden Ganglinien für alle Tage (DTV), die Normalwerktage (DTVw), die Urlaubswerktage (DTVu) und die Sonn- und Feiertage (DTVs) ermittelt. Diese Ganglinien werden den tatsächlichen Spitzenstundenbelastungen der 30., 50. und 100. Stunde gegenübergestellt. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen exemplarisch für zwei Zählstellen die wichtigsten Kennwerte. Die restlichen Zählstellen sind in den Anlagen S-1 bis S-17 dargestellt.

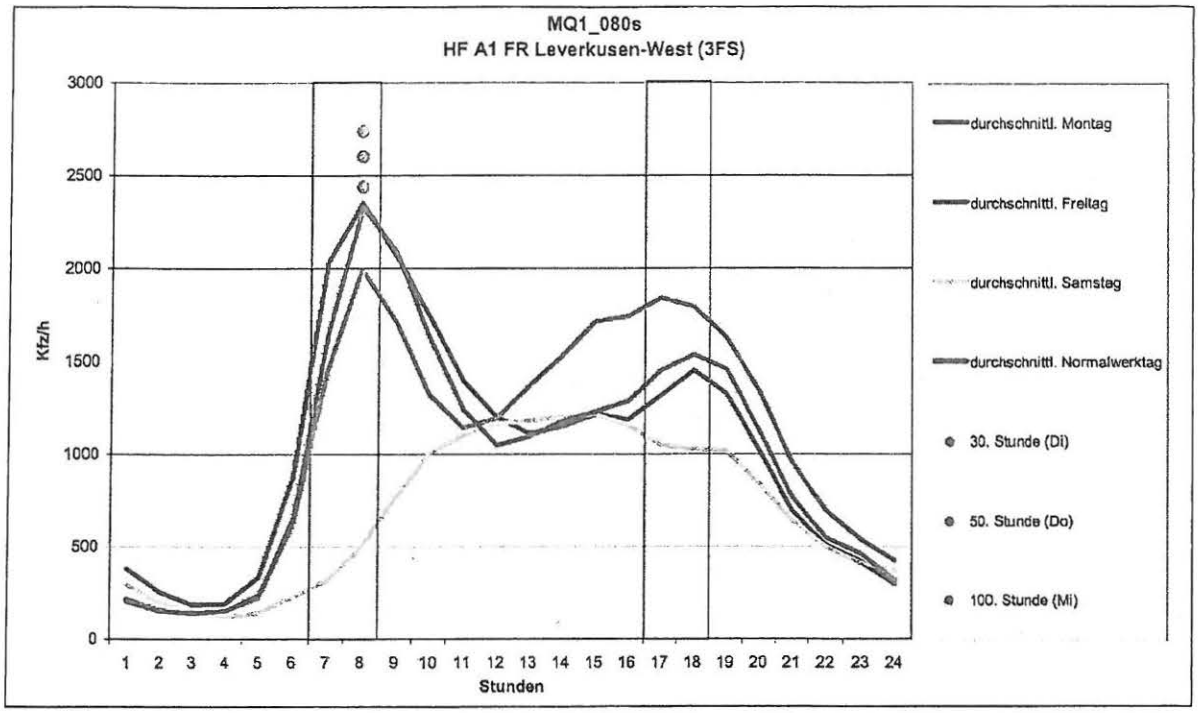


Abbildung 44: Messquerschnitt MQ1_080s (HF BAB A 1 FR Leverkusen West)

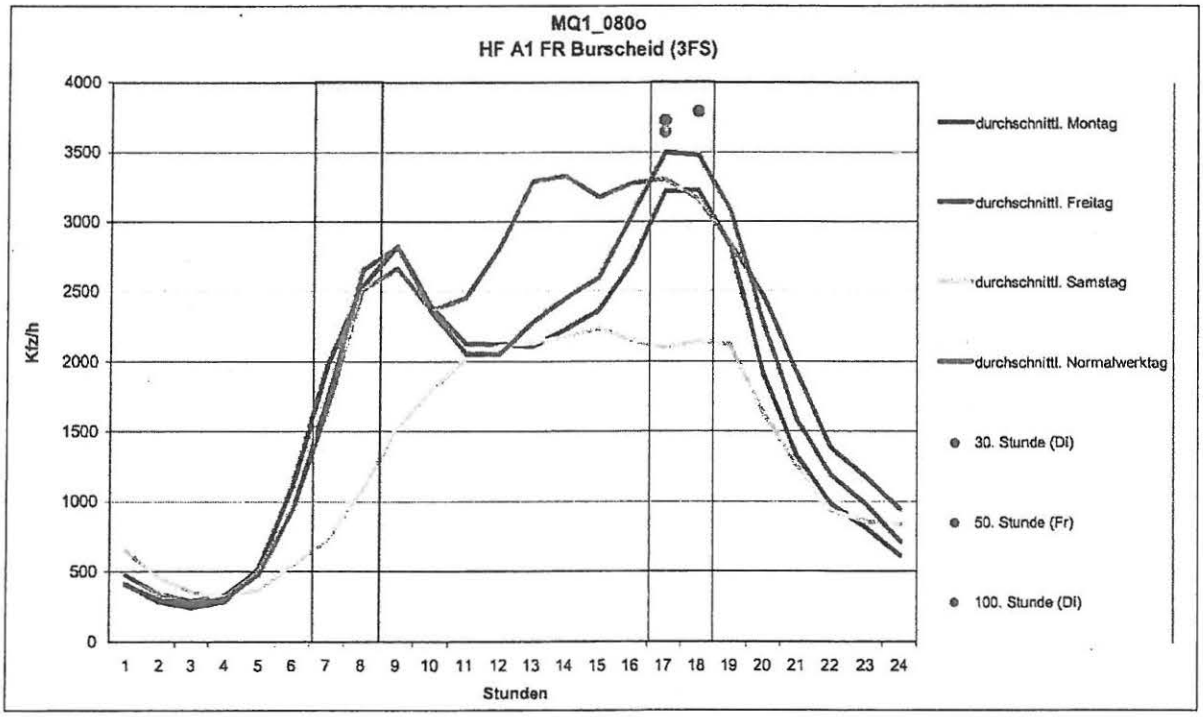


Abbildung 45: Messquerschnitt MQ1_080o (HF BAB A 1 FR Burscheid)

Die Auswertung zeigt für alle Zählstellen ein eindeutiges Ergebnis:

- Die Belastungen der 30., 50., und 100. Stunde liegen sehr nah beieinander. Zwischen der 30. und 50. Stunde beträgt die Abweichung im Höchstfall 5 % und auch die 100. Stunde ist maximal 12 % niedriger als die 30. Stunde. Dieses Ergebnis deckt sich mit der oben erläuterten Beobachtung, dass sich auch im Jahresgang nur geringe saisonale Schwankungen der Verkehrsstärken zeigen.

- Es ergeben sich durchaus signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Wochentagsganglinien. Dabei lassen sich 4 Ganglinientypen unterscheiden: Die typischen Ganglinien für die Tage Montag bis Donnerstag, die typischen Ganglinien für den Freitag sowie die typischen Ganglinien für den Samstag und für den Sonntag.

- Im Hinblick auf die maßgebende Bemessungsverkehrsstärken haben die Unterschiede zwischen den Wochentagen keine Bedeutung. Hier zeigt der durchschnittliche Normalwerktag eine große Nähe zu den ermittelten Spitzenstundenbelastungen.

- Für alle Ströme liegen die Spitzenbelastungen entweder innerhalb des morgendlichen Intervalls zwischen 6:00 Uhr und 8:00 Uhr oder innerhalb des nachmittäglichen Intervalls zwischen 16:00 Uhr und 18:00 Uhr.

3.2.1 AK Leverkusen

In der folgenden Abbildung sind die Belastungen der 30., 50., und 100. Stunde dargestellt.

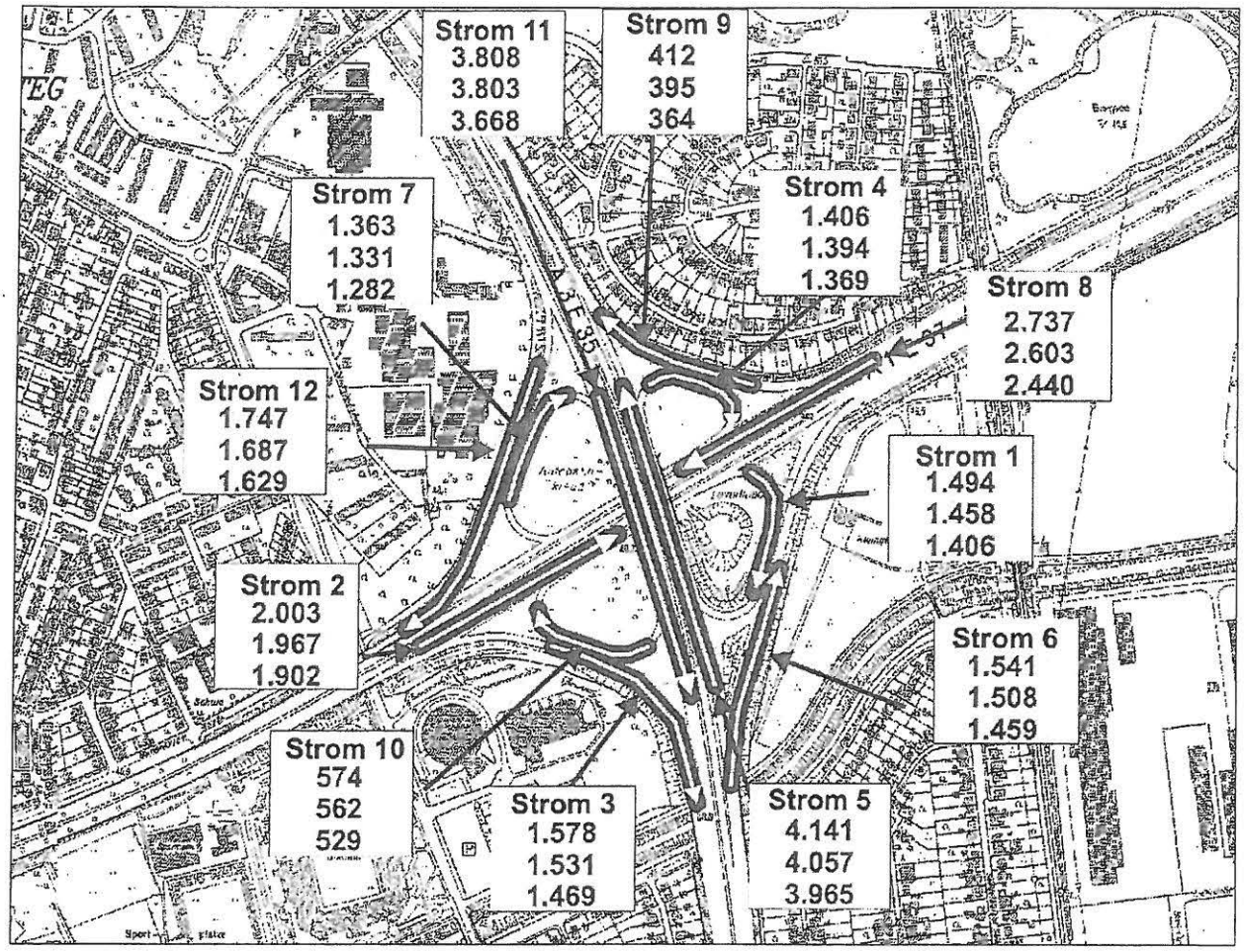


Abbildung 46: Verkehrsstärken [Kfz/h] für verschiedene denkbare Bemessungsstunden (rot 30., grün 50., blau 100. Stunde) für das AK Leverkusen

3.2.2 AS Leverkusen

In der folgenden Abbildung sind die Belastungen der 30., 50., und 100. Stunde für die AS Leverkusen dargestellt. Auch hier zeigt sich die hohe Übereinstimmung der Belastungswerte.

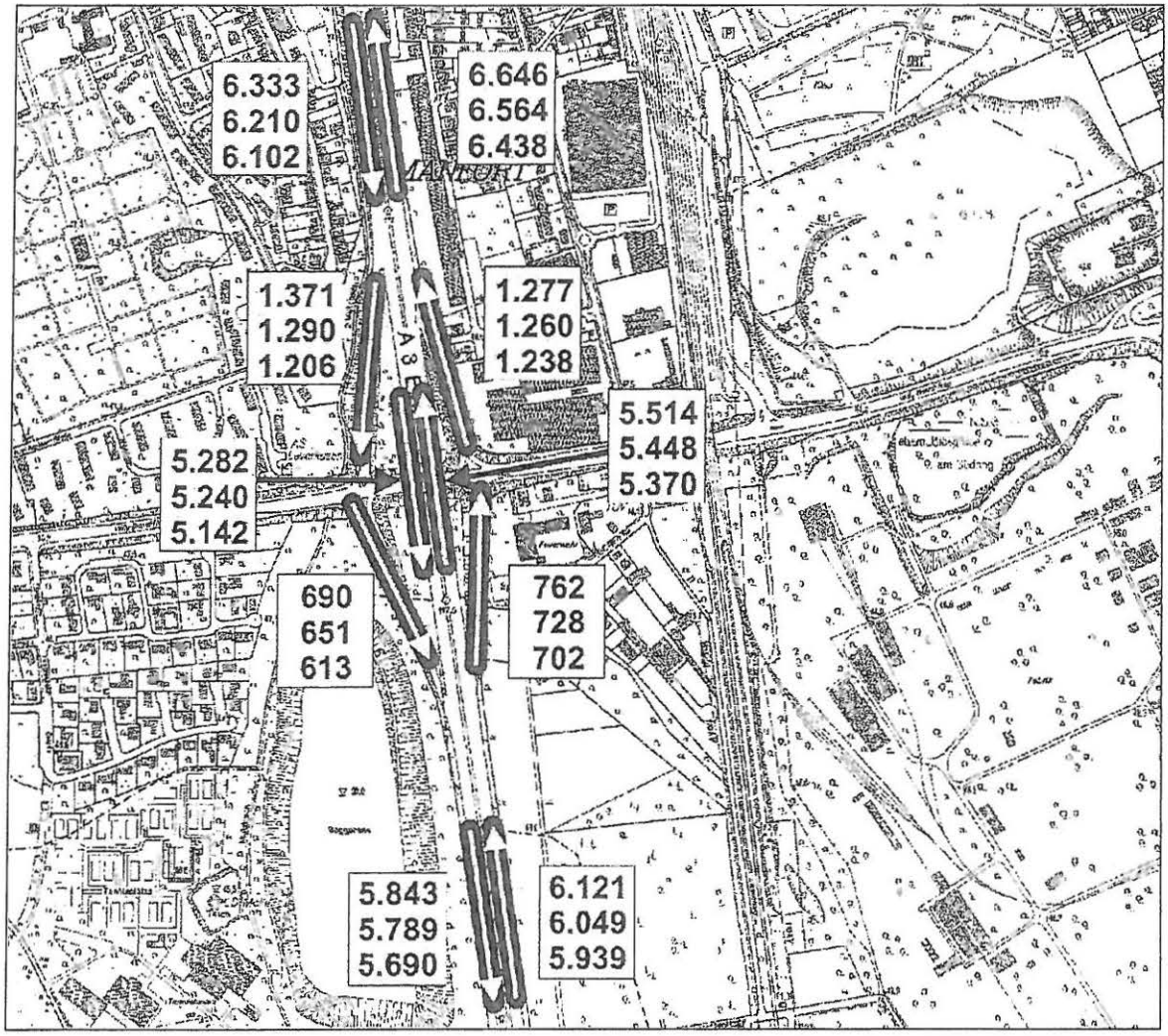


Abbildung 47: Verkehrsstärken [Kfz/h] für verschiedene denkbare Bemessungsstunden (rot 30., grün 50., blau 100. Stunde) für die AS Leverkusen

3.2.3 AK Leverkusen West

In der folgenden Abbildung sind die Belastungen der 30., 50., und 100. Stunde für das AK Leverkusen West dargestellt. Auch hier zeigt sich die überaus hohe Übereinstimmung der Belastungswerte.

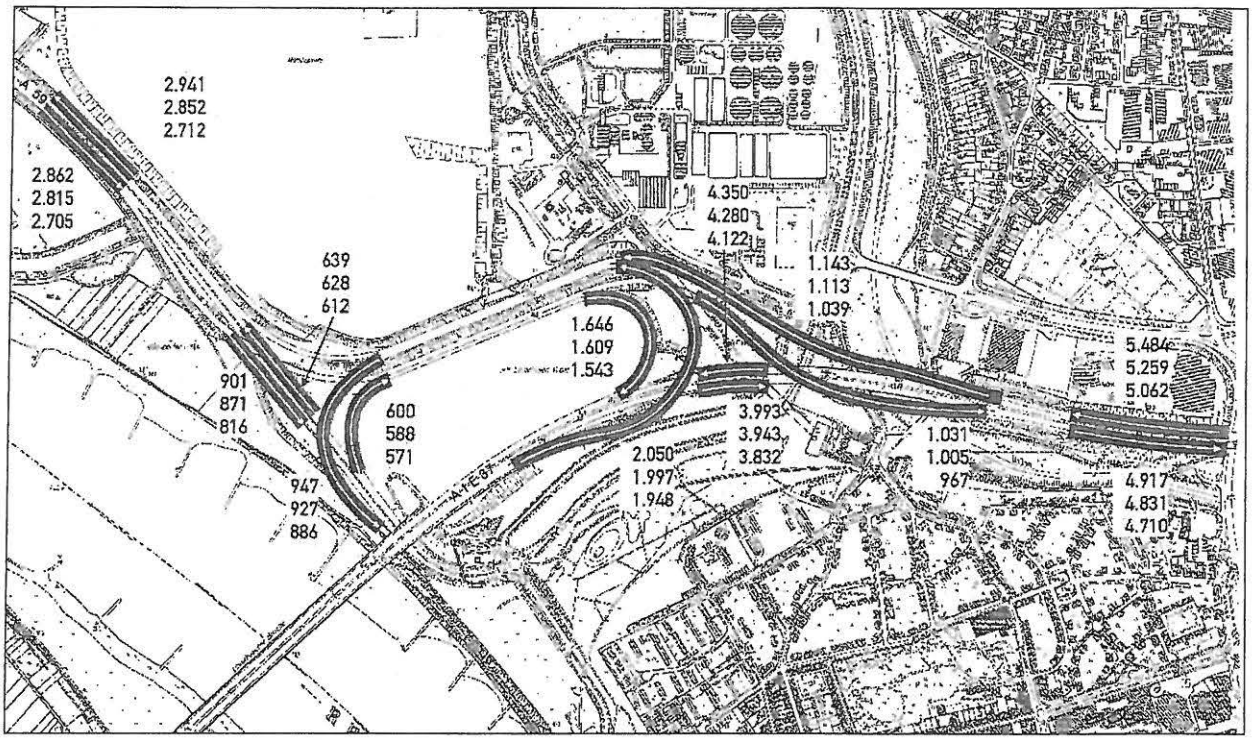


Abbildung 48: Verkehrsstärken [Kfz/h] für verschiedene denkbare Bemessungsstunden (rot 30., grün 50., blau 100. Stunde) für das AK Leverkusen West

3.2.4 Rheinbrücke Leverkusen

In der folgenden Abbildung sind die Belastungen der 30., 50., und 100. Stunde für die Rheinbrücke dargestellt. Auch hier zeigt sich die überaus hohe Übereinstimmung der Belastungswerte.

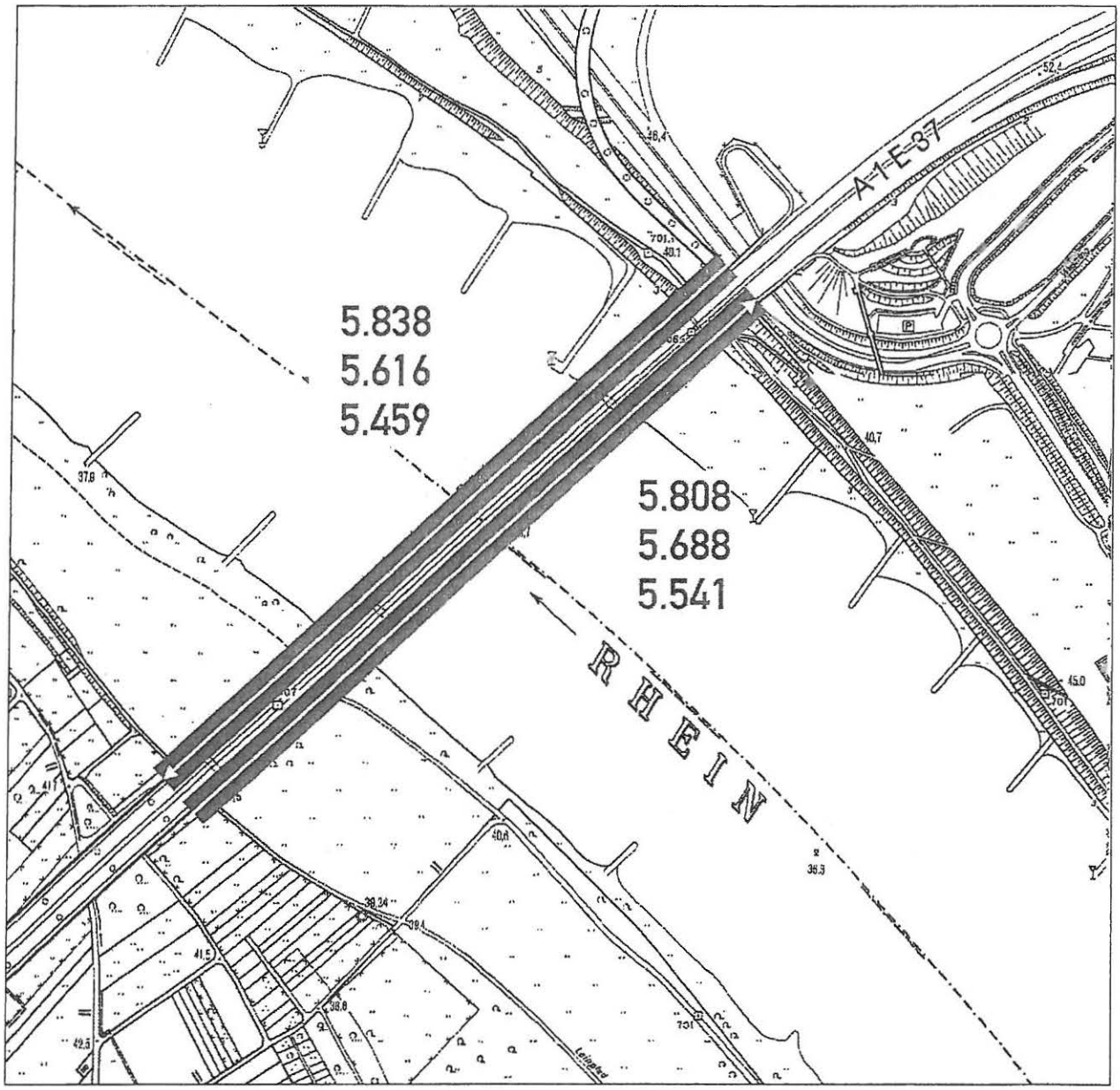


Abbildung 49: Verkehrsstärken [Kfz/h] für verschiedene denkbare Bemessungsstunden (rot 30., grün 50., blau 100. Stunde) für die Rheinbrücke Leverkusen

3.3 Rückschlüsse für das weitere Vorgehen

Aus den im vorherigen Abschnitt gewonnenen Erkenntnissen lassen sich für das weitere Vorgehen die folgenden Rückschlüsse ziehen:

- Aufgrund der über viele Stunden des Jahres hohen und konstanten Verkehrsbelastungen kann die 30. Stunde als besonders repräsentativ betrachtet werden. Für die Bemessung stellt es keine nennenswerte Erleichterung dar, die 50. oder die 100. Stunde als Grundlage der Bemessung zu wählen.

- Für die Modellprognose bietet sich der durchschnittliche Normalwerktag als Referenzfall an. Zum einen ist aufgrund der hohen Ähnlichkeit zwischen DTVw und DTV eine Umrechnung zum DTV problemlos möglich. Zum anderen ist es ebenso möglich, die Bemessungsverkehrsstärken hieraus abzuleiten.

- Um im Prognosefall die Bemessungsverkehrsstärken möglichst realitätsnah einschätzen zu können, bietet sich für das Umlegungsmodell eine Berechnung eines Vormittags- (6:00 Uhr-8:00 Uhr) und eines Nachmittagsintervalls (16:00 Uhr – 18:00 Uhr) an.

3.4 Verkehrstechnische Berechnungen für den Analysefall

3.4.1 Allgemeines

Zur die Bestimmung der Kapazität und der Qualität des Verkehrsablaufs stellt das Handbuch für die Bemessung von Verkehrsanlagen (vgl. HBS 2009) Rechenverfahren bereit. Diese Verfahren beruhen auf empirisch ermittelten Werten. Neuere Forschungsergebnisse bestätigen insbesondere für die freie Strecke die im bisherigen HBS angegebenen Kapazitäten (vgl. Geistefeldt 2009).

Auch für die einzelnen Elemente der planfreien Knotenpunkte im Autobahnnetz (Einfahrten, Ausfahrten, Verflechtungsbereiche etc.) sind Rechenverfahren angegeben.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass im derzeit gültigen HBS nicht für alle richtlinienkonformen Elemente der Autobahnknotenpunkte Bemessungswerte vorgesehen sind. So fehlen die vierstreifigen Hauptfahrbahnen (vgl. hierzu o. g. Forschungsergebnisse von Geistefeldt, 2009) oder die Ausfahrttypen A 5 bis A 8 der RAA 2008. Darüber hinaus werden stets nur die Einzelelemente einer Verkehrsanlage betrachtet, nicht aber eine ggf. vorhandene gegenseitige Beeinflussung, wie beispielsweise eine sich stromaufwärts einer Engstelle entwickelnde Stauausbreitung. Solche gegenseitigen Beeinflussungen können nur mit Hilfe der mikroskopischen Simulation des Verkehrsablaufs untersucht werden.

Dennoch stellen die Ergebnisse der Berechnungen nach HBS einen wertvollen Beitrag zur Bestimmung der Verkehrsqualität dar, die allerdings im Einzelfall sachkundig eingeordnet werden müssen.

3.4.2 AK Leverkusen

Für das AK Leverkusen wurde mit den oben ermittelten maßgeblichen Verkehrsbelastungen der 30. Stunde der Nachweis der Verkehrsqualität durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse sind den Anlagen B-I zu entnehmen. Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die Ergebnisse.

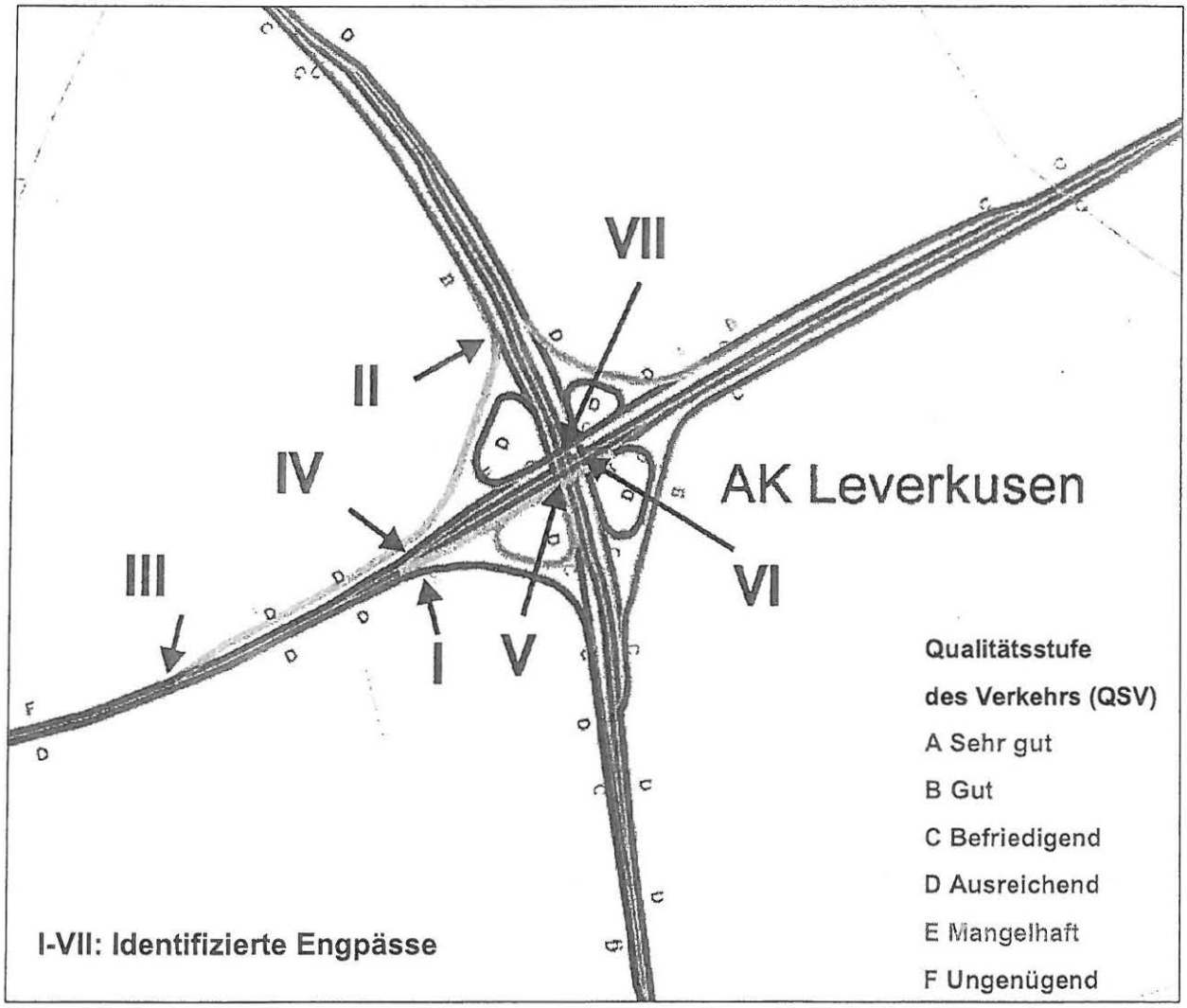


Abbildung 50: Bewertung der Verkehrsqualität für das AK Leverkusen

Die Berechnungen zeigen mehrere Stellen im Autobahnkreuz, deren heutige Verkehrsbelastungen am Rande oder sogar jenseits der im HBS angegebenen Kapazitätsgrenzen liegen. Dabei handelt es sich im Einzelnen um die folgenden Elemente:

I. Ausfahrt von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen: Die Verkehrsbelastung (1.428 Kfz/h) liegt im Bereich der Kapazität (1.500 Kfz/h, vgl. HBS 2009)

II. Ausfahrt von der BAB A 3 aus Oberhausen zur Tangentialrampe in Richtung BAB A 1 nach Koblenz: Die Verkehrsbelastung liegt im Bereich der Kapazität. Es handelt hierbei um eine einstreifige Ausfahrt im Rampenbereich vom Typ AR2. Hierbei ist allerdings anzumerken, dass für

diesen Ausfahrttyp im aktuellen HBS kein Berechnungsverfahren vorgesehen ist. Da bei diesem Ausfahrttyp die Ausfahrt durch eine Spursubtraktion erfolgt, wurde hier, wie auch bei den Ausfahrttypen A 6 und A 8 an einer Hauptfahrbahn, die Verkehrsqualität der Fahrbahn nach erfolgter Subtraktion bestimmt (QSV E). Die für die Verkehrsbelastung in der 30. Stunde (1.747 Kfz/h) gemessene mittlere Geschwindigkeit von 55 km/h deutet darauf hin, dass es sich hierbei tatsächlich um Belastungen im Bereich der Kapazität handelt. Überdies ist nach den Richtlinien (vgl. RAA 2008) ab einer Belastung von 1.350 Kfz/h eine zweistreifige Rampe vorzusehen. Dies ist ein Wert, der hier auch in der 100. Stunde mit 1.629 Kfz/h deutlich überschritten wird.

III. Einfahrt der Tangentialrampe in die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz: Die Verkehrsbelastung in der 30. Stunde liegt jenseits der Kapazität (Qualitätsstufe F). Maßgebend für diese Bewertung ist die Kapazität der Hauptfahrbahn stromabwärts der Einfahrt.

IV. Einfahrt der Verteilerfahrbahn an der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz: Die Verkehrsbelastung in der 30. Stunde überschreitet die Kapazität (Qualitätsstufe F). Es handelt hierbei um eine einstreifige Einfahrt vom Typ E 1. Die für die Verkehrsbelastung (1.406 Kfz/h) gemessene mittlere Geschwindigkeit von 58 km/h deutet allerdings darauf hin, dass es sich hierbei um Belastungen handelt, die noch im Bereich der Kapazität liegen.

V. Südlicher Verflechtungsbereich parallel zur BAB A 1: Die Verflechtungsverkehrsstärke von 2.168 Kfz/h erreicht die Kapazitätsgrenze (Qualitätsstufe E). Für die hohe Belastung ist die starke Verkehrsbeziehung von der BAB A 1 aus Koblenz in Richtung BAB A 3 nach Oberhausen verantwortlich.

VI. Östlicher Verflechtungsbereich parallel zur BAB A 3: Die Verflechtungsverkehrsstärke von 2.985 PKW-E/h rüberschreitet deutlich die Kapazitätsgrenze (Qualitätsstufe F). Für die hohe Belastung ist sowohl die starke Verkehrsbeziehung von der BAB A 1 aus Koblenz in Richtung BAB A 3 nach Oberhausen, wie auch die von der BAB A 3 aus Frankfurt a. M. in Richtung BAB A 1 nach Koblenz verantwortlich.

VII. Nördlicher Verflechtungsbereich parallel zur BAB A 1: Die Verflechtungsverkehrsstärke von 2.877 Pkw-E/h überschreitet deutlich die Kapazitätsgrenze (Qualitätsstufe F). Für die hohe Belastung ist sowohl die starke Verkehrsbeziehung von der BAB A 1 aus Dortmund in Richtung BAB A 3 nach Frankfurt a. M. wie die von der BAB A 3 aus Frankfurt a. M. in Richtung BAB A 1 nach Koblenz verantwortlich.

Einerseits zeigen die Berechnungsergebnisse, nach denen die tatsächlich gemessenen Verkehrsbelastungen in der 30. Stunde oberhalb der nach HBS zulässigen Kapazitätsgrenzen liegen, dass das AK Leverkusen überdurchschnittlich leistungsfähig ist. Andererseits bestätigen die häufigen Stauereignisse die Berechnungsergebnisse: Schon bei den heutigen Verkehrsbelastungen ist ein erhebliches Kapazitätsdefizit vorhanden. Es besteht Ausbaubedarf.

3.4.3 AS Leverkusen

Für die AS Leverkusen wurde mit den unter 3.2.2 dargestellten maßgeblichen Verkehrsbelastungen der 30. Stunde ebenfalls ein Nachweis der Verkehrsqualität gemäß HBS durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse sind den Anlagen B-I zu entnehmen. Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die Ergebnisse.

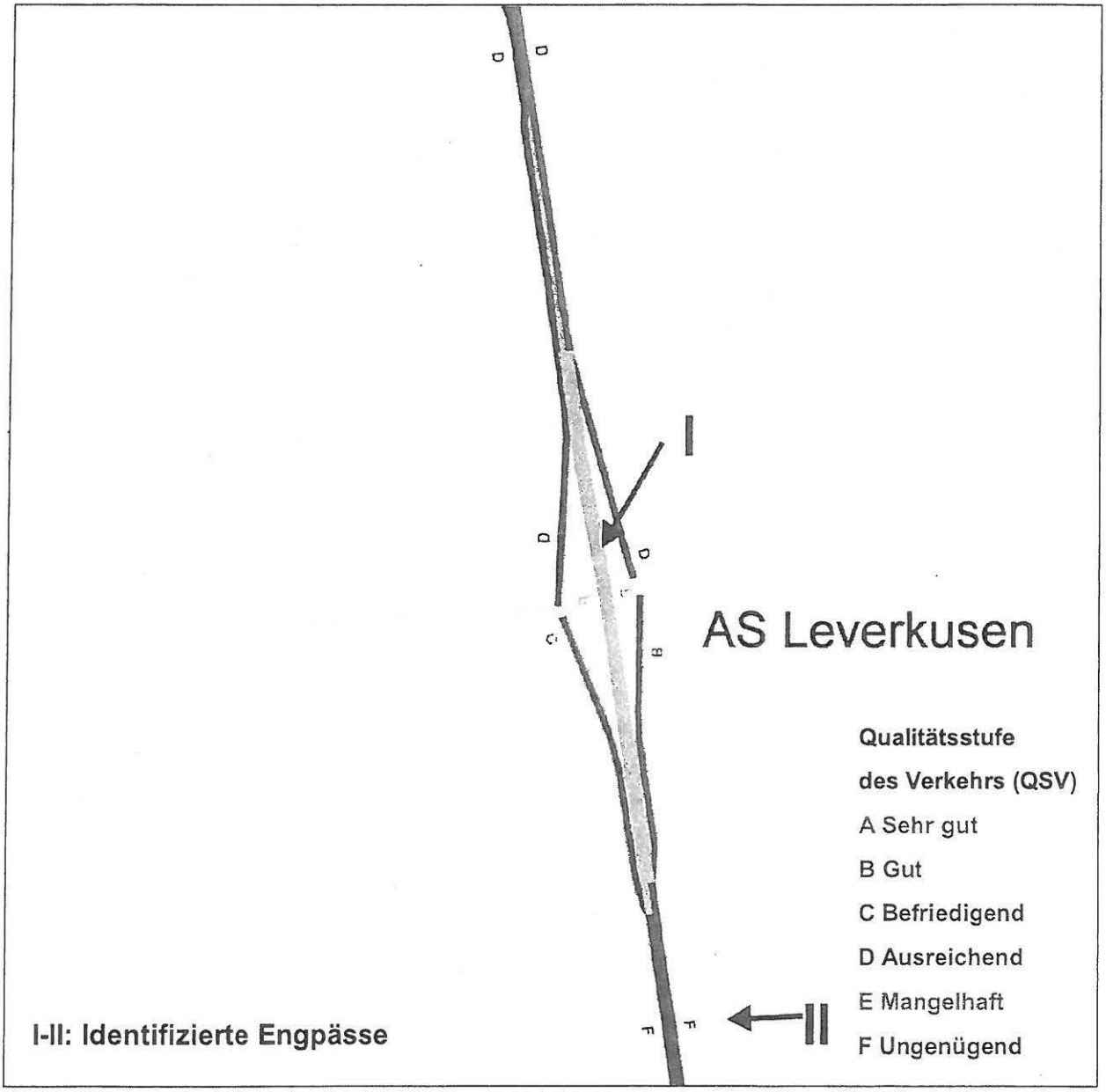


Abbildung 51: Bewertung der Verkehrsqualität für die AS Leverkusen

Die Berechnungen zeigen mehrere Stellen der Hauptfahrbahn, deren heutige Verkehrsbelastungen am Rande oder sogar jenseits der im HBS angegebenen Kapazitätsgrenzen liegen. Dabei handelt es sich im Einzelnen um die folgenden Elemente:

I. Hauptfahrbahn der BAB A 3 im Bereich der AS Leverkusen (unter dem Brückenbauwerk): Die Verkehrsbelastungen (FR Oberhausen 5.514 Kfz/h, FR Frankfurt a. M 5.282 Kfz/h) liegen in beiden Fahrtrichtungen im Bereich der Kapazität. Die Verkehrsqualität ist mangelhaft (Qualitätsstufe E).

II. Hauptfahrbahn der BAB A 3 südlich der AS Leverkusen: Die Verkehrsbelastung überschreitet mit einer Verkehrsstärke von 5.834 bzw. 5.705 Kfz/h in beiden Fahrtrichtungen deutlich die Kapazitätsgrenze (Qualitätsstufe F).

Die Ein- und Ausfahrten der AS Leverkusen sind rechnerisch leistungsfähig. Die in diesen Bereichen zu beobachtenden Verkehrsstörungen sind auf das untergeordnete Netz zurückzuführen.

Insgesamt zeigt sich, dass schon mit den heutigen Verkehrsbelastungen ein erhebliches Kapazitätsdefizit der Hauptfahrbahn vorhanden ist und somit für den anstehenden Ausbau auf jeweils vier Richtungsfahrbahnen akuter Bedarf besteht.

3.4.4 AK Leverkusen West

Für das AK Leverkusen West wurde mit den unter 3.2.3 dargestellten maßgeblichen Verkehrsbelastungen der 30. Stunde eine Bemessung durchgeführt. Für die überaus großzügigen Verflechtungsbereiche zwischen den Verkehren der BAB A 59 und dem Stadtbereich Leverkusens südlich des AK sind keine Berechnungen erforderlich.

Die einzelnen Ergebnisse sind den Anlagen B-I zu entnehmen. Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die rechnerischen Ergebnisse.

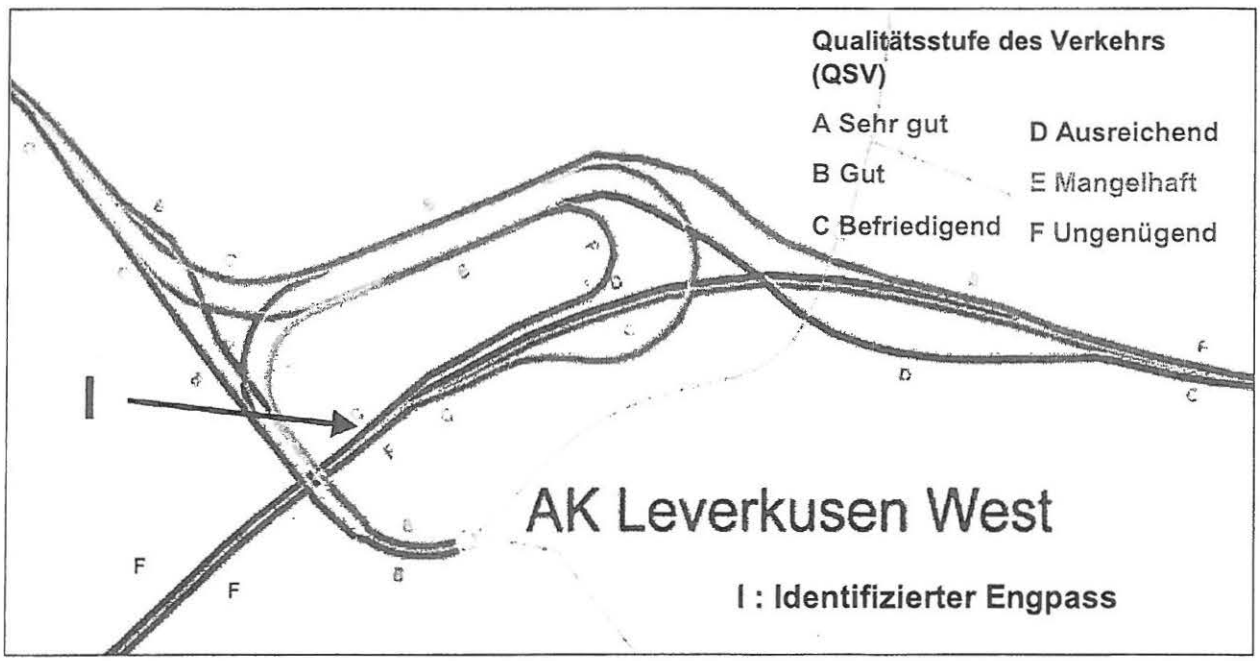


Abbildung 52: Bewertung der Verkehrsqualität für das AK Leverkusen West

Die Berechnungen zeigen nur eine Stelle (I) im Autobahnkreuz, die bei den heutigen Verkehrsbelastungen jenseits der im HBS angegebenen Kapazitätsgrenzen liegt. Die Belastung der Einfahrt der Rampe der BAB A 59 auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz überschreitet rechnerisch deutlich die Kapazi-

tätsgrenze (Qualitätsstufe F). Maßgebend für diese Einschätzung ist die Kapazität der Hauptfahrbahn stromabwärts der Einfahrt.

Insgesamt zeigt sich, dass im Autobahnkreuz selbst kein Kapazitätsdefizit vorhanden ist und somit auch kein Ausbaubedarf besteht.

3.4.5 Rheinbrücke Leverkusen

Für die Rheinbrücke wurde mit den unter 3.2.4 dargestellten maßgebenden Verkehrsbelastungen ein Nachweis der Verkehrsqualität durchgeführt.

Die Belastung der Hauptfahrbahn überschreitet in beiden Fahrtrichtungen mit jeweils mehr als 5.800 Kfz/h deutlich die Kapazitätsgrenze. Die für diese Verkehrsbelastungen gemessenen mittleren Geschwindigkeiten von 72 bzw. 94 Km/h deuten allerdings darauf hin, die tatsächlich vorhandene Kapazität höher liegt als die nach HBS zu erwartende Kapazität je Richtung (5.500 Kfz/h).

Die einzelnen Ergebnisse sind den Anlagen B-I zu entnehmen. Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die Ergebnisse.

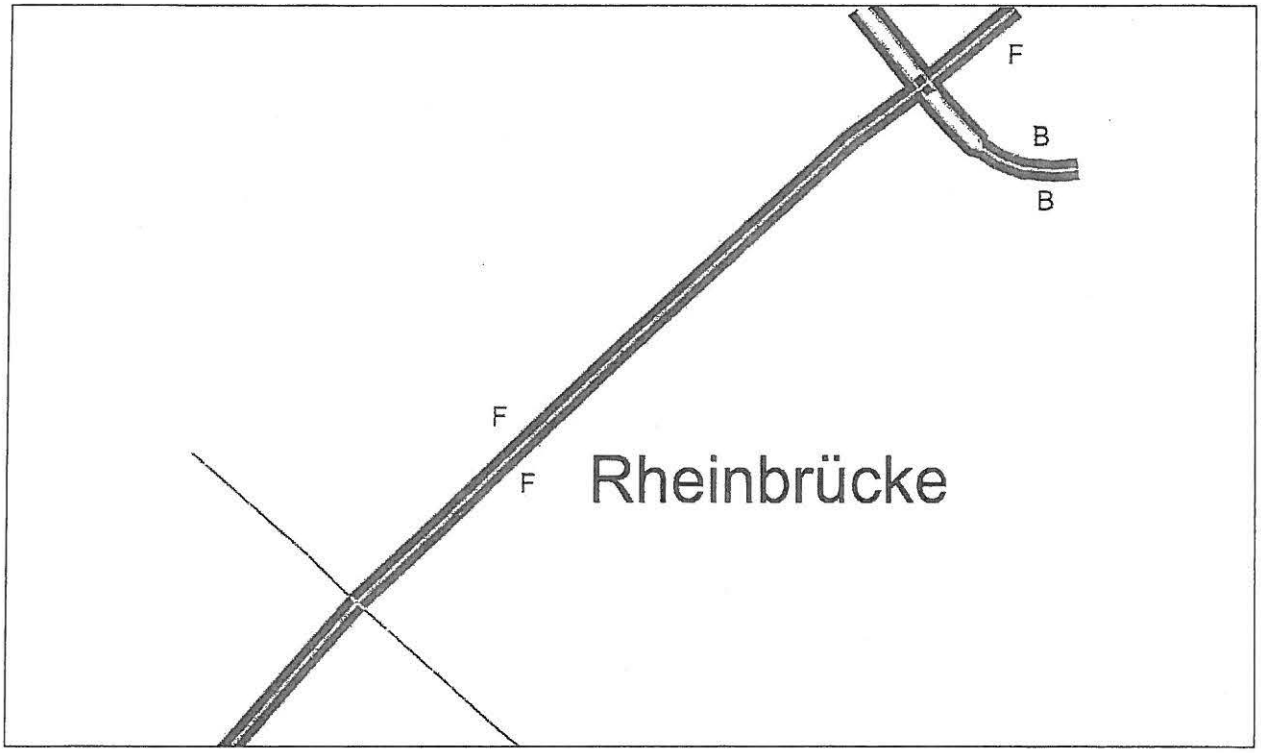


Abbildung 53: Bewertung der Verkehrsqualität für die Rheinbrücke Leverkusen

4 Makroskopische Verkehrsumlegung mit VISUM

4.1 Allgemeines

Zur Herleitung des erforderlichen Ausbaustandes des Autobahnnetzes ist die Kenntnis der zukünftigen Entwicklung der Verkehrsnachfrage von entscheidender Bedeutung. Daher wurde für den Untersuchungsraum ein Verkehrsmodell aufgebaut.

Aufgabe des Verkehrsmodells ist es, anhand der absehbaren strukturellen Entwicklungen im Untersuchungsraum sowie genereller Entwicklungstrends mit Hilfe einer Verflechtungsmatrix die Verkehrsnachfrage zu ermitteln und auf das Straßennetz umzulegen. Die sich daraus ergebenden Verkehrsbelastungen können anschließend für weitere Berechnungen sowohl stromfein in stündlicher Auflösung als auch in Form von DTV-Belastungen für die Ganzjahresanalyse bereitgestellt werden.

4.2 Datengrundlagen

Für das Verkehrsmodell wurden die folgenden Grundlagendaten verwendet:

- Integrierte Gesamtverkehrsplanung (IGVP) (vgl. Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes NRW MBV und Straßen NRW)
- Einwohnerdaten aus dem Internet und gemäß Bertelsmann Prognose (vgl. Bertelsmann Stiftung)
- Geoinformationsdaten Strassen NRW (vgl. Strassen NRW)
- Ergebnisse der Umlegungsberechnungen für die Bundesverkehrswegeplanung (BVWP)
- Geplante Entwicklungen der Gemeinden im Untersuchungsraum (vgl. Ziffer 4.5)
- Studie zur Mobilität in Deutschland 2008 (infas, DLR)

Als eine weitere Datengrundlage wurden die Daten aus der automatischen Verkehrserfassung auf den Autobahnen des Untersuchungsraums von März 2008 bis Februar 2009 herangezogen. Darüber hinaus wurden am Dienstag, 16.06.2009 und 06.10.2009 eigene Zählungen durchgeführt (siehe Ziffer 2.6), deren Ergebnisse ebenfalls für den Aufbau bzw. für die Kalibrierung des Verkehrsmodells verwendet wurden.

4.3 Aufbau des Verkehrsmodells

4.3.1 Einteilung des Untersuchungsraums in Verkehrsbezirke und Erstellung des Netzmodells

Das Netzmodell bildet die Verbindungen zwischen den Verkehrsbezirken in Form einer Widerstandsmatrix ab. Dazu wurde das Straßennetz mit einer zum Planungsraum hin größer werdenden Feinheit mit den verkehrstechnisch relevanten Parametern aufgenommen und in das Modell übertragen. Zu diesen Parametern gehören unter anderem die Streckenlänge, die zulässige Geschwindigkeit und die Kapazität des

betreffenden Netzabschnitts. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um das Autobahnnetz, ergänzt durch die relevanten Straßen des nachgeordneten Netzes.

Der Untersuchungsraum wurde in Verkehrsbezirke (sogenannte Binnenzellen) unterteilt, denen verkehrsrelevante Strukturmerkmale (z.B. Einwohner- und Arbeitsplatzzahlen) zugewiesen wurden. Darüber hinaus wurden am Rand des Untersuchungsraums sogenannte Außenzellen definiert, die den Bereich außerhalb des Untersuchungsbereichs repräsentieren. Die Einteilung der Binnenzellen orientiert sich dabei am Verkehrsmodell der IGVP. Die Strukturdaten werden dabei anhand neuer Daten aktualisiert.

In der folgenden Abbildung ist der im Verkehrsmodell abgebildete Ausschnitt des Straßennetzes abgebildet.

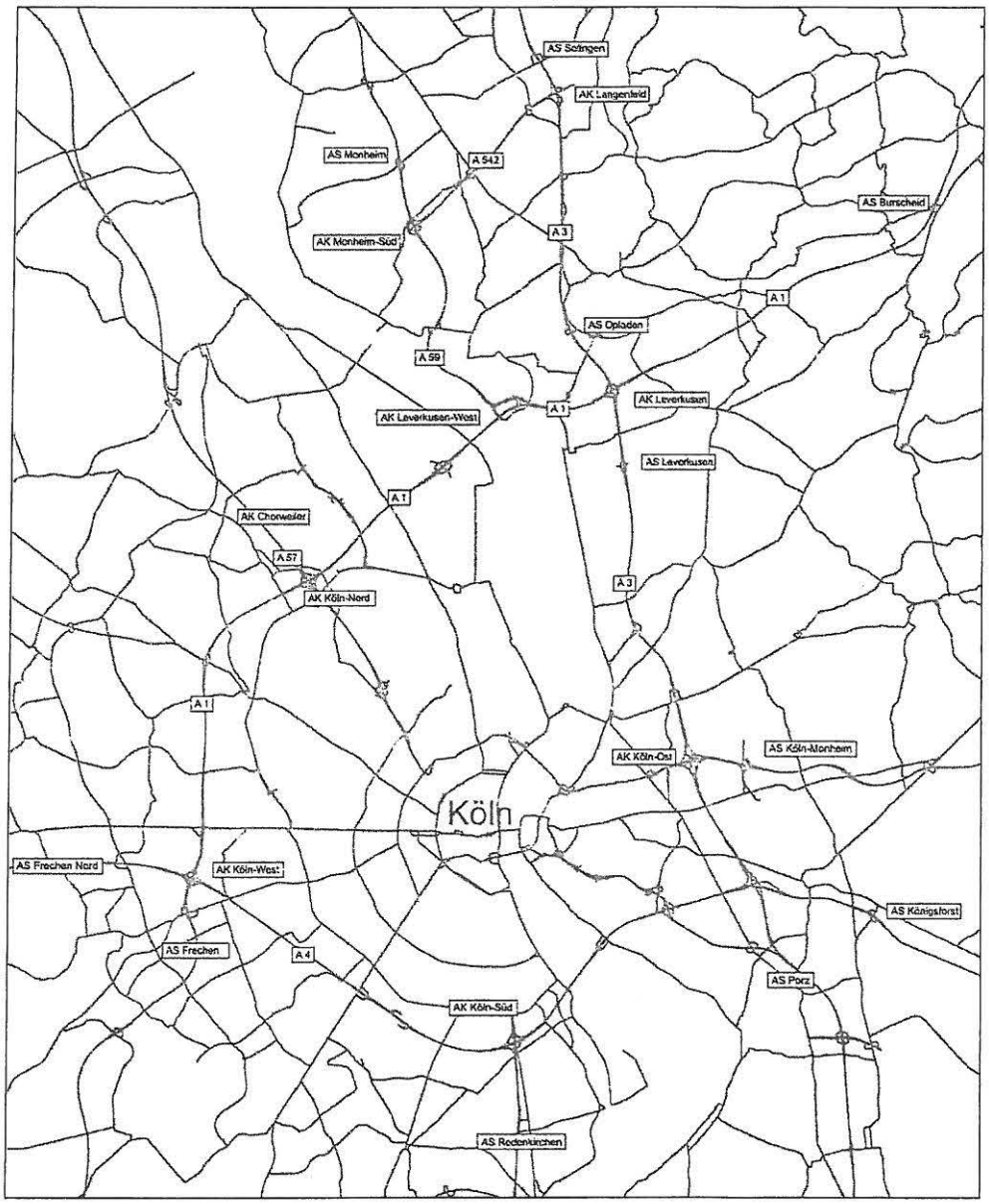


Abbildung 54: Netzausschnitt des Verkehrsmodells

4.3.2 Herleitung der Matrix der Verkehrsverflechtungen

Wie die Auswertung der Zähldaten ergeben hat (vgl. Ziffer 3.2), ist für die Bemessung des Autobahnkreuzes eine Umlegung für den Normalwerktag im Vormittagsbereich und im Nachmittagsbereich erforderlich. Entsprechend mussten auch für beide Zeitbereiche entsprechende Verflechtungsmatrizen hergeleitet werden.

Die Verflechtungsmatrix für jedes Verkehrmodell gliedert sich in drei Teile, und zwar

- den Binnenverkehr, der sowohl Quelle wie Ziel im Modellbereich hat und vollständig durch die Strukturdaten des Gebietes erklärt werden kann,
- den Quell- und Zielverkehr, der im Modellbereich nur entweder entsteht oder endet und teilweise über die Strukturdaten des Gebietes erklärt werden kann und
- den Durchgangsverkehr, der von den Strukturdaten des Modellbereich unabhängig ist.

Das Verkehrsmodell dient im Rahmen der vorliegenden Untersuchung dazu, die Verkehrsbelastungen auf dem Autobahnnetz im Untersuchungsbereich abzubilden und zu prognostizieren. Charakteristisch für diesen Verkehr ist, dass er sich innerhalb des betrachteten Straßennetzes zum größten Teil aus Quell- und Zielverkehr sowie Durchgangsverkehr zusammensetzt und nur zu einem geringen Teil aus Binnenverkehr. Eine modellinterne Erzeugung der Verflechtungsmatrix würde somit lediglich einen sehr kleinen Teil des Verkehrsgeschehens erklären können.

Daher wird auf eine eigene Verkehrserzeugungsrechnung verzichtet und anstelle dessen auf die bundesweite Verflechtungsprognose zurückgegriffen. Hierbei handelt es sich um Daten der 2007 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung erstellten Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen im Jahr 2025, in der verkehrsträgerübergreifende Quell- und Zielmatrizen des Güter- und Personenverkehrs erarbeitet worden sind. Diese Matrizen sind speziell zur Prognose und Planung der Bundesverkehrswege bestimmt und beinhalten die Verkehrsverflechtung zwischen den Kreisen und kreisfreien Städten Deutschlands für die Jahre 2004 und 2025.

Für das hier verwendete Modell wurde diese Verflechtungsmatrix auf kleinräumigere Verkehrszellen aufgeteilt. Die Einteilung der Verkehrszellen wurde dabei aus der IGVP übernommen. Die Strukturdaten der einzelnen Zellen wurde anhand der unter Ziffer 4.2 dargestellten Datengrundlagen auf den neuesten Stand gebracht.

Die Aufteilung des Verkehrs auf die Zellen wurde mittels eines Gravitationsmodells vorgenommen, also anhand der Verteilung der einzelnen Strukturgrößen (Einwohner, Arbeitsplätze etc.) auf die Zellen einerseits sowie der Entfernung der Zellen untereinander andererseits. Dabei blieb die Matrix bezogen auf die ursprünglichen, größeren Verkehrszellen (also die Kreise und kreisfreien Städte) unverändert erhalten.

Für die Umlegung in den beiden Zeitbereichen 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr und 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr musste die Verflechtungsmatrix entsprechend umgerechnet werden. Die Daten lagen für den Pkw-Verkehr nur als Jahreswerte für sechs verschiedene Fahrtzwecke vor. Für die Umrechnung wurden die Daten der MID Erhebung 2008 verwendet. Die Ergebnisse der Auswertung für Pkw-Fahrten in Agglomerationsräumen sind im folgenden für die einzelnen Fahrtzwecke dargestellt.

Fahrtzweck Arbeit

An einem Normalwerktag finden 0,358 % der jährlichen Fahrten statt. Der durchschnittliche Pkw-Besetzungsgrad bei diesem Fahrtzweck liegt bei 1,08.

Bezogen auf den Arbeitsplatz finden in der Zeit von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr 41,27 % der Zielverkehre und 1,41 % der Quellverkehre statt. Am Nachmittag in der Zeit von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr beträgt der Zielverkehr 2,59 % des Tagesverkehrs, der Quellverkehr 33,47 %. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie für einen durchschnittlichen Normalwerktag.

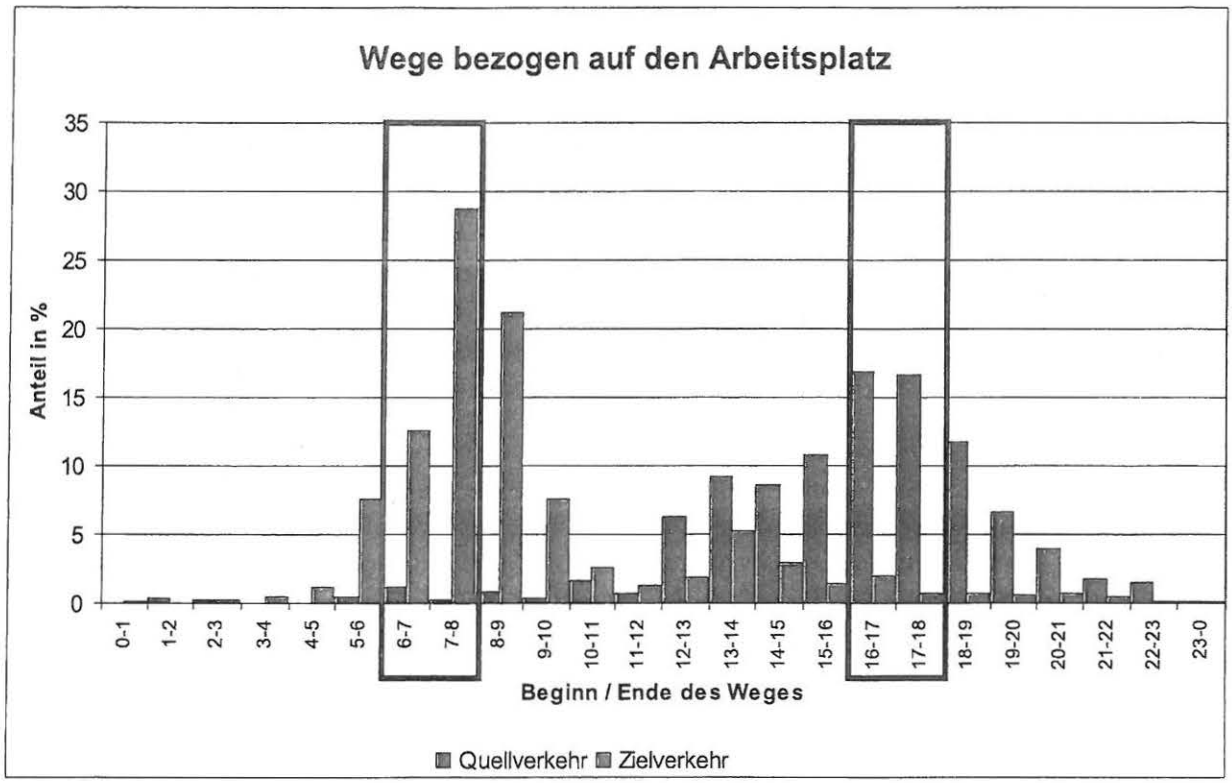


Abbildung 55: Wege bezogen auf den Arbeitsplatz

Bezogen auf den Wohnort der Arbeitnehmer finden gemäß MID in der Zeit von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr 2,02 % der Zielverkehre und 50,27 % der Quellverkehre statt. Am Nachmittag in der Zeit von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr beträgt der Zielverkehr 30,81 % des Tagesverkehrs, der Quellverkehr 1,28 %. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie für einen durchschnittlichen Normalwerktag.

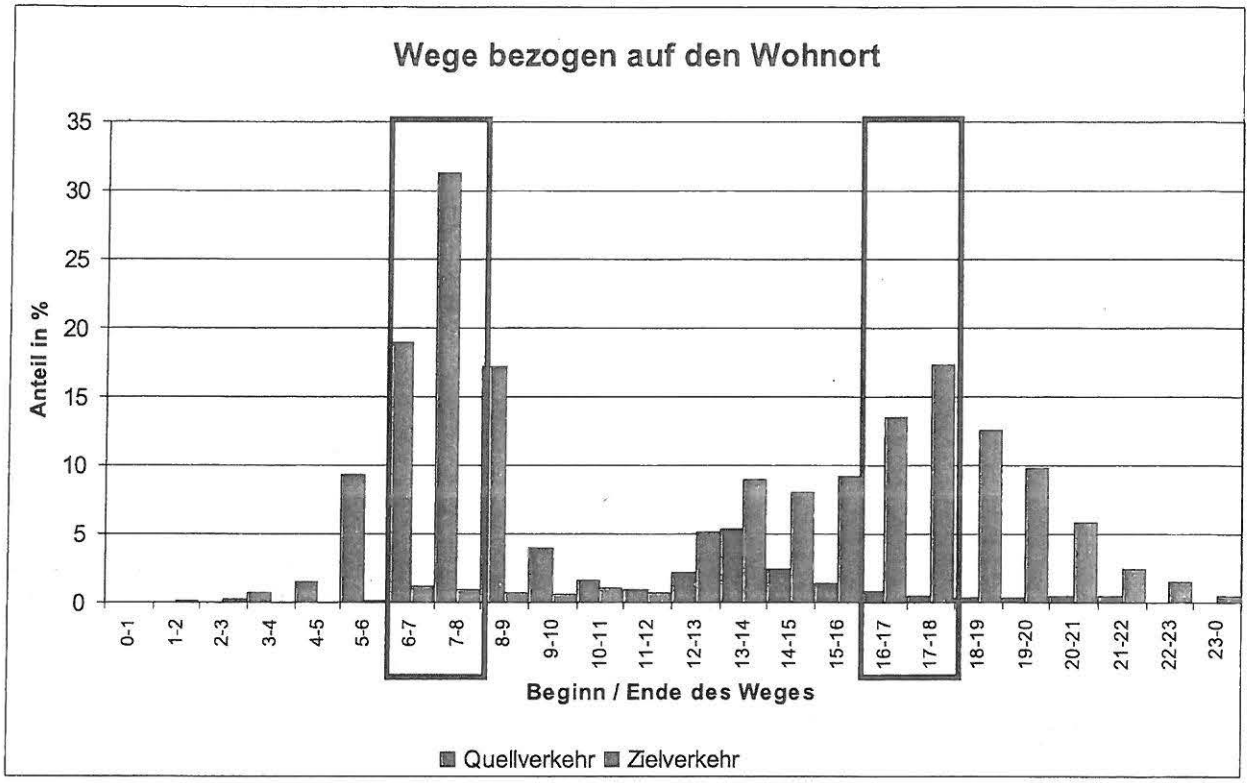


Abbildung 56: Wege bezogen auf den Wohnort

Fahrtzweck Ausbildung

An einem Normalwerktag finden gemäß MID 0,426 % der jährlichen Fahrten zum Fahrtzweck Ausbildung statt. Der durchschnittliche Pkw-Besetzungsgrad bei diesem Fahrtzweck liegt bei 1,4 Pers./Pkw.

Bezogen auf die Ausbildungsstätte finden in der Zeit von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr 24,87 % der Zielverkehre und keine Quellverkehre statt. Am Nachmittag in der Zeit von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr beträgt der Zielverkehr 11,37 % des Tagesverkehrs, der Quellverkehr 21,76 %. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie für einen durchschnittlichen Normalwerktag.

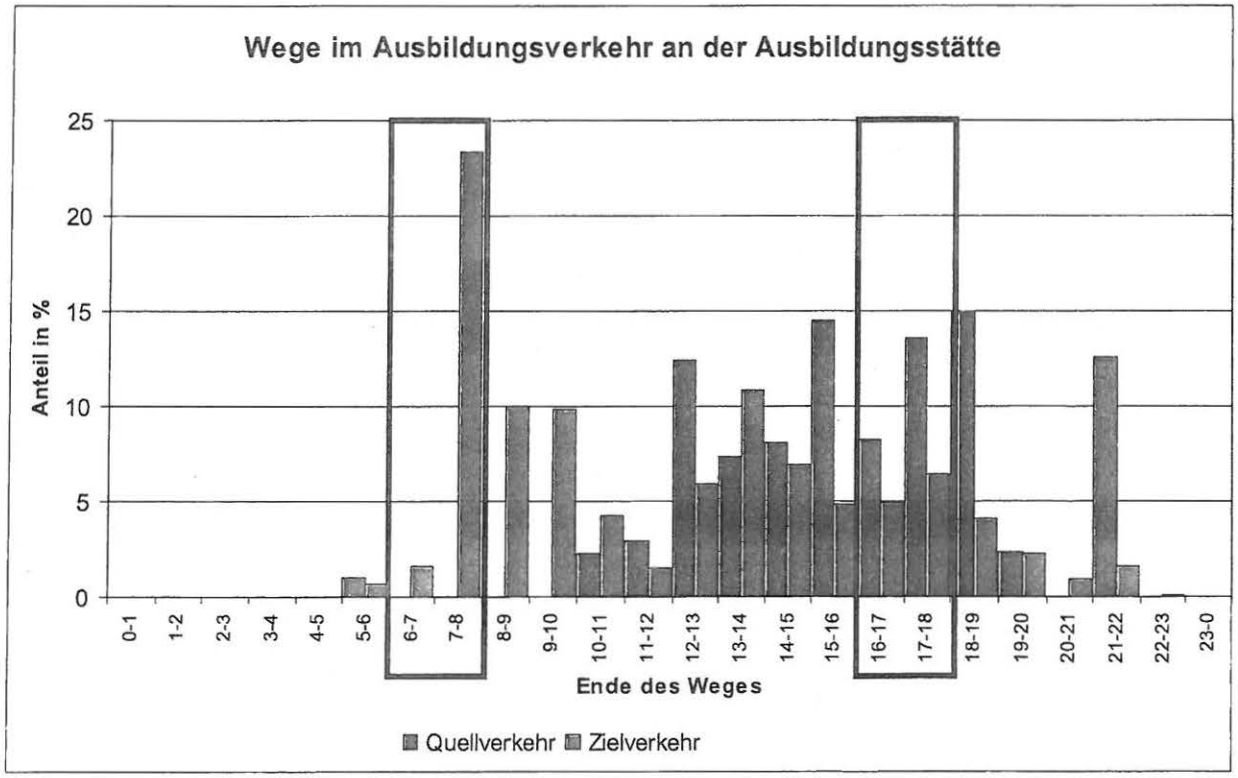


Abbildung 57: Wege im Ausbildungsverkehr an der Ausbildungsstätte

Fahrtzweck Einkauf

An einem Normalwerktag finden gemäß MID 0,295 % der jährlichen Fahrten zum Fahrtzweck Einkauf statt. Der durchschnittliche Pkw-Besetzungsgrad bei diesem Fahrtzweck liegt bei 1,4 Pers./Pkw.

Bezogen auf den Einzelhandelsstandort finden in der Zeit von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr 1,55 % der Zielverkehre und 1,04 % der Quellverkehre statt. Am Nachmittag in der Zeit von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr beträgt der Zielverkehr 19,42 % des Tagesverkehrs, der Quellverkehr 22,89 %. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie für einen durchschnittlichen Normalwerktag.

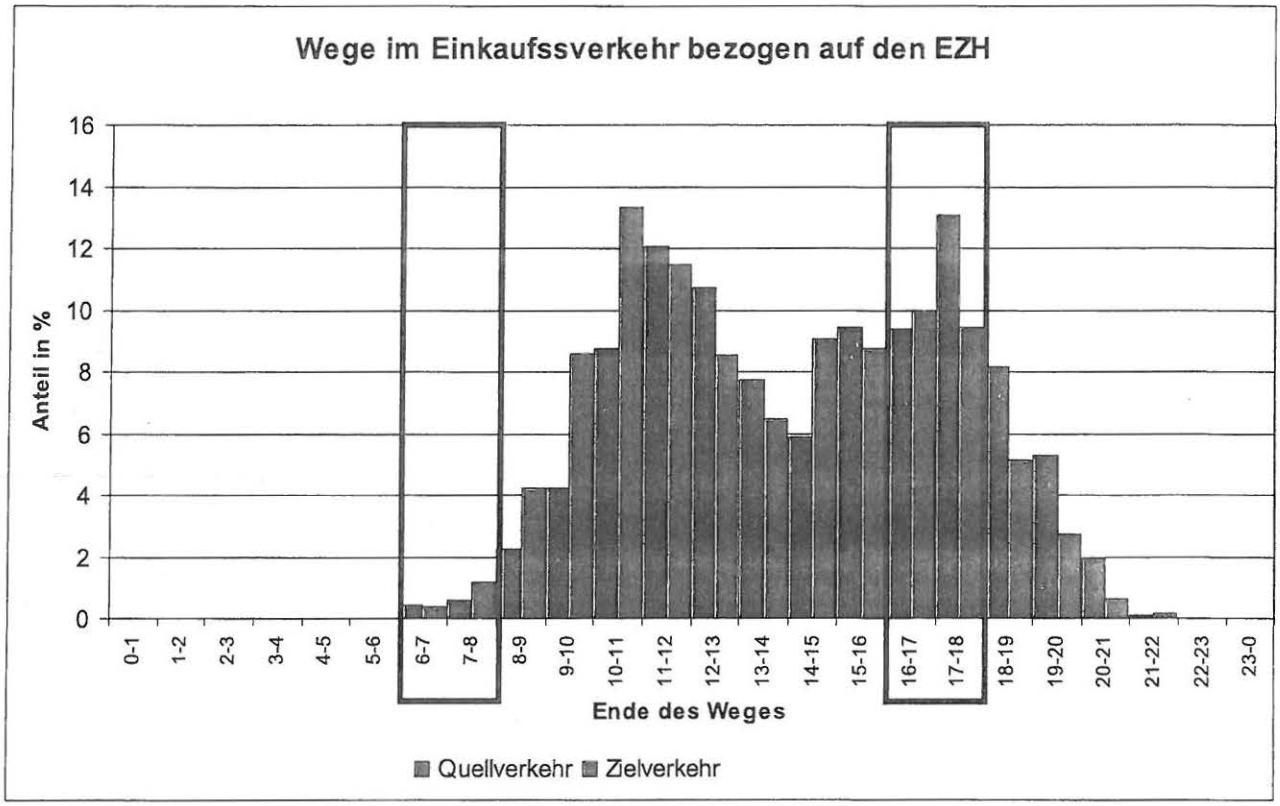


Abbildung 58: Wege im Einkaufsverkehr bezogen auf den EZH

Fahrtzweck „Dienstliche Fahrten"

An einem Normalwerktag finden gemäß MID 0,371 % der jährlichen Fahrten zum Fahrtzweck „Dienstliche Fahrten" statt. Der durchschnittliche Pkw-Besetzungsgrad bei diesem Fahrtzweck liegt bei 1,02 Pers./Pkw.

Bezogen auf den Arbeitsplatz finden in der Zeit von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr 2,34 % der Zielverkehre und 9,38 % der Quellverkehre statt. Am Nachmittag in der Zeit von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr beträgt der Zielverkehr 16,32 % des Tagesverkehrs, der Quellverkehr 14,99 %. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie für einen durchschnittlichen Normalwerktag.

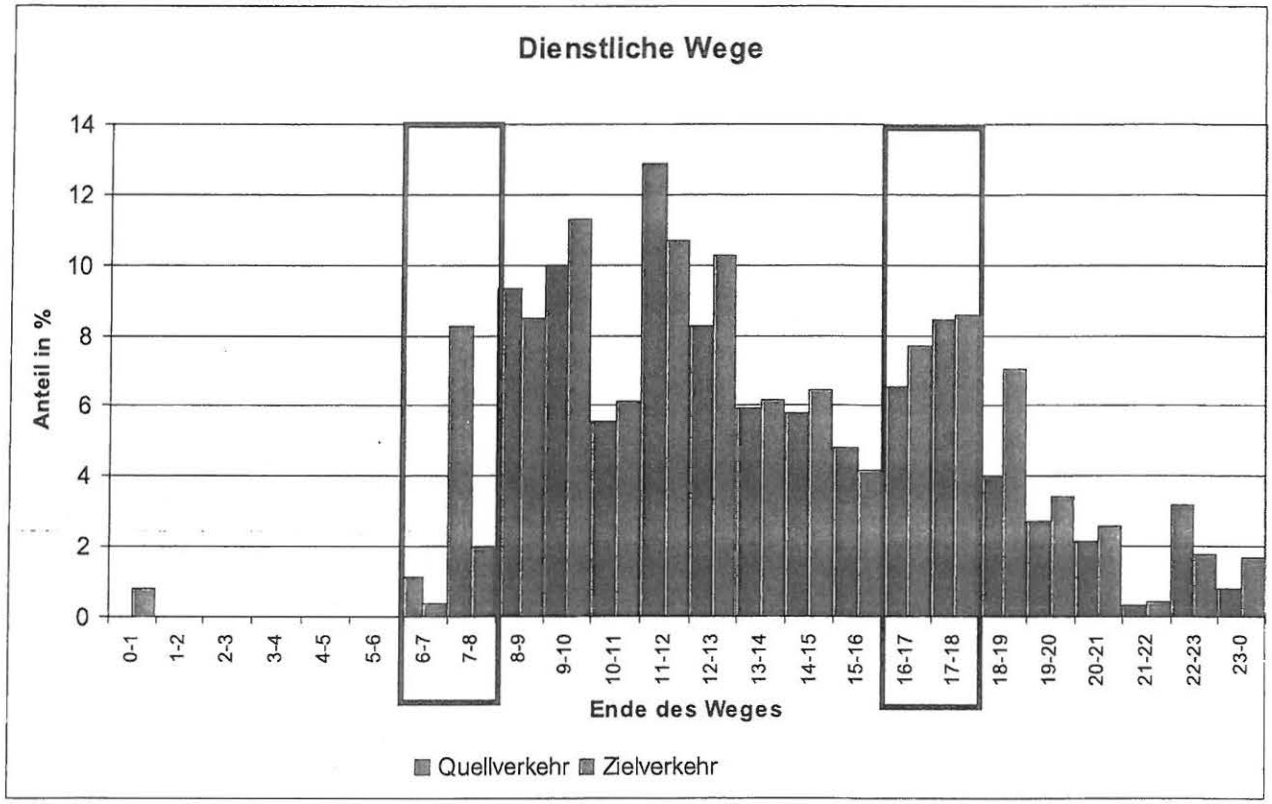


Abbildung 59: Wege bezogen auf den Fahrtzweck „Dienstliche Wege"

Private Fahrtzwecke

An einem Normalwerktag finden gemäß MID 0,275 % der jährlichen Fahrten statt. Der durchschnittliche Pkw-Besetzungsgrad bei diesem Fahrtzweck liegt bei 1,58 Pers. / Pkw.

In der Zeit von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr finden 3,46 % der Zielverkehre und 4,85 % der Quellverkehre statt. Am Nachmittag in der Zeit von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr beträgt der Zielverkehr 18,15 % des Tagesverkehrs, der Quellverkehr 19,28 %. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie für einen durchschnittlichen Normalwerktag.

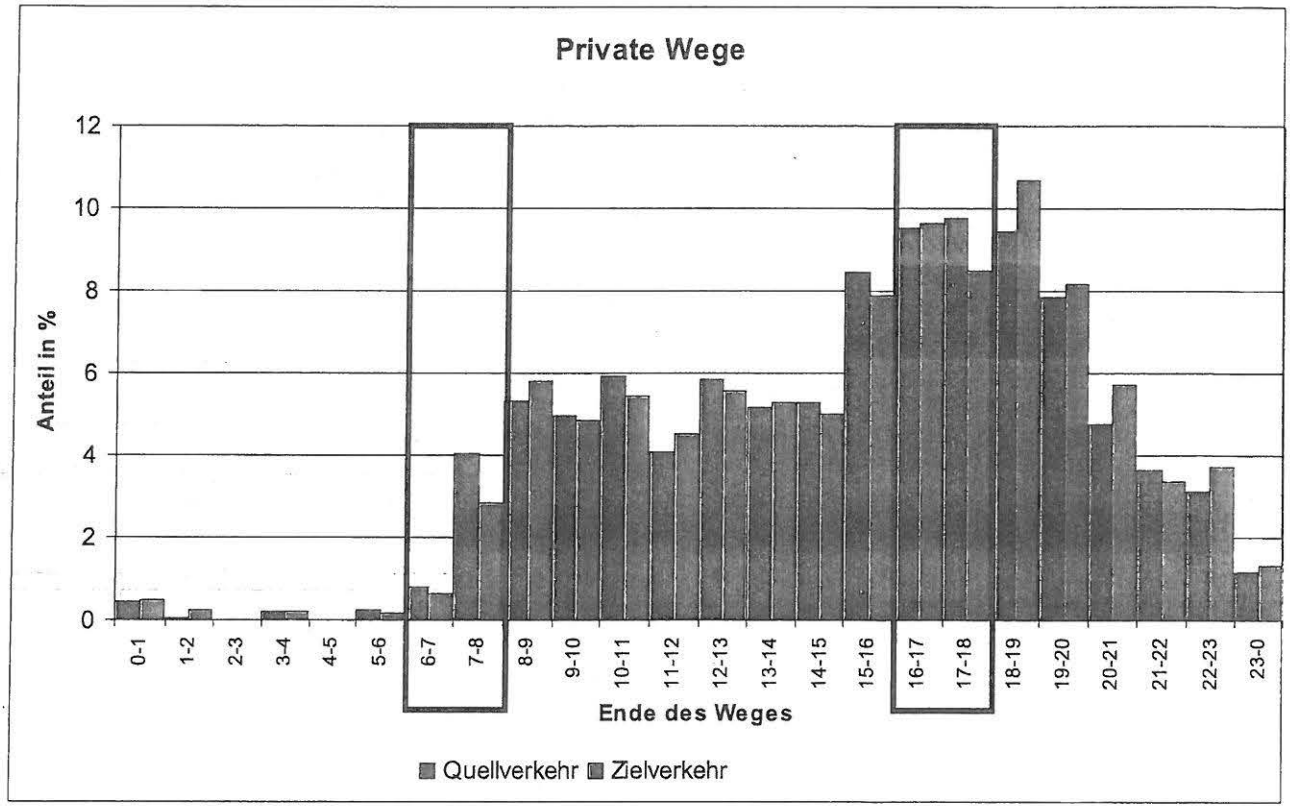


Abbildung 60: Wege mit privaten Fahrzwecken

Fahrtzweck Urlaubsreise

An einem Normalwerktag finden gemäß MID 0,143 % der jährlichen Fahrten zum Fahrtzweck Urlaubsreise statt. Der durchschnittliche Pkw-Besetzungsgrad bei diesem Fahrtzweck liegt bei 2,7 Pers / Pkw.

In der Zeit von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr finden keine Zielverkehre und 6,63 % der Quellverkehre statt. Am Nachmittag in der Zeit von 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr beträgt der Zielverkehr 18,27 % des Tagesverkehrs, der Quellverkehr 24,9 %. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie für einen durchschnittlichen Normalwerktag.

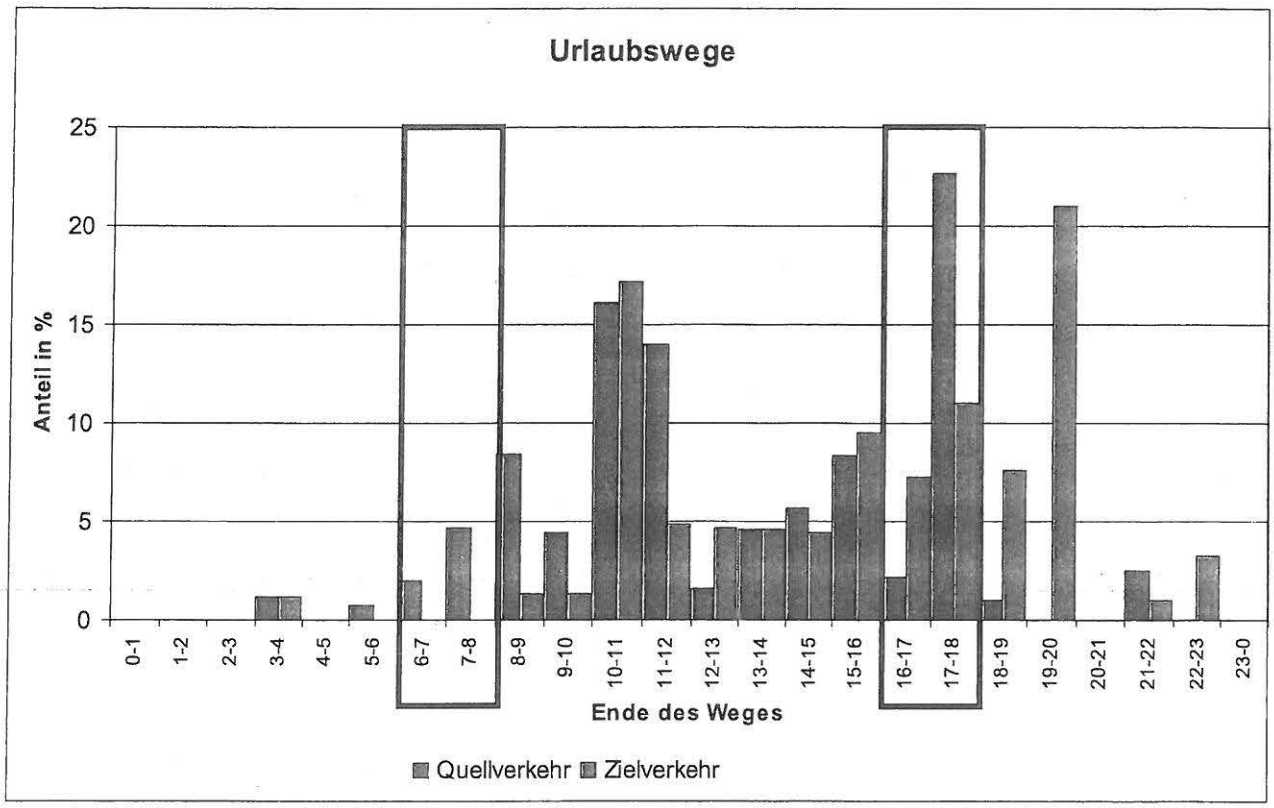


Abbildung 61: Wege mit dem Fahrtzweck Urlaubsreise

LKW-Verkehr

Für den Lkw-Verkehr liegen die Matrizen ebenfalls als Jahreswerte vor. Für die Umrechnung auf die Stundenwerte wurde hierbei auf die Auswertung der Schleifendaten zurückgegriffen. Dazu wurden zum einen die Schleifendaten von Hauptfahrbahnen für den Durchgangsverkehr und zum anderen die Daten von Ein- und Ausfahren für den Quell-, Ziel- sowie den Binnenverkehr genutzt.

Die so ermittelten Matrizen stellen den Ausgangspunkt für die Umlegungsberechnungen dar. Anhand der Daten aus den Zählschleifen wurde die Matrix geeicht.

4.4 Umlegung

Im letzten Schritt wurde die gemäß Ziffer 4.1 bis 4.3 berechnete Verkehrsnachfrage auf die zur Verfügung stehenden Routen im Netzmodell umgelegt. Dieser Schritt wurde mit dem Programm VISUM durchgeführt. Dabei wurde das Gleichgewichtsverfahren verwendet, bei dem ausgehend von einer Sukzessivumlegung als Startlösung der Gleichgewichtszustand in einer mehrstufigen Iteration hergestellt wird.

Die so erzeugten Streckenbelastungen wurden anschließend mit den gezählten Werten verglichen. Durch iterative Veränderungen der Modellparameter konnte eine hohe Übereinstimmung zwischen den errechneten Verkehrsbelastungen und den gezählten Werten erreicht werden. Die Kalibration erfolgte hierbei durch eine entsprechende Umverteilung des Binnenverkehrs zwischen den Binnenzellen und den Vergleich der Umlegungsergebnisse mit den empirisch ermittelten Schleifendaten.

4.4.1 Ergebnisse der Kalibration

Um die Qualität der Ergebnisse der Umlegung zu beurteilen, bietet sich ein Vergleich mit den realen Verkehrsbelastungszahlen an. Hierbei kommen verschiedene Kenngrößen in Betracht.

Die direkte Vergleichsgröße ist die absolute Abweichung. Hierbei ergibt sich allerdings das Problem, dass bei unterschiedlichen Größenordnungen der Zielwerte ein Vergleich schwierig ist. So ist intuitiv klar, dass eine Abweichung von 100 Kfz bei einer Zielgröße von 1.000 Kfz kritischer zu bewerten ist als bei 10.000 Kfz. Allgemein anerkannte Grenzwerte für akzeptable Abweichungen liegen allerdings nicht vor.

Um dieses Problem zu umgehen, bietet sich die prozentuale Abweichung als Qualitätsmaß an. Hierbei entstehen bei sehr kleinen und sehr großen Werten Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit. Eine Abweichung von 1 bis 2 Kfz bei einem Zielwert von 10 Kfz ergibt ebenso eine 15 %-Abweichung wie eine Abweichung um 1.500 Kfz bei einem Zielwert von 10.000 Kfz. Gebräuchlicherweise wird eine Abweichung von 15 bis 20 % als akzeptabel erachtet.

Im angelsächsischen Bereich ist die Bewertung der Modellqualität anhand des sogenannten GEH-Wertes entstanden. Dieser berechnet sich wie folgt:

$$GEH = [\,(Q_{um}-Q_{Zähl})^2 * 2\,] / (Q_{um} + Q_{Zähl})\,]^{0,5} \qquad [4\text{-}1]$$

mit Q_{um}: Verkehrsstärke der Umlegung

$Q_{Zähl}$: Verkehrsstärke der Zählung

Es ist für Umlegungen in der Einheit [Kfz/h] ein GEH-Wert kleiner 5,0 anzustreben. Ein Modell gilt als gut kalibriert, wenn nicht mehr als 15 % der Vergleichsdaten einen GEH-Wert größer 5 (aber kleiner 10) aufweisen. Bei Werten größer 10 ist eine Einzelfallprüfung vorgesehen. (vgl. TVB, 2012)

In den folgenden Tabellen sind die Vergleichszahlen für die Umlegung der morgendlichen und nachmittäglichen Zeiträume dargestellt. In den Anlagen G1 bis G3 sind die Vergleichsstellen dargestellt.

	Zählwerte		Umlegungswerte		Differenzen Kfz		
Stelle	Kfz / h	SV / h	Kfz / h	SV / h	abs	%	GEH
4340	567	35	546	35	-21	-3,7 %	0,9
4344	980	115	833	103	-147	-15,0 %	4,9
4554	914	51	875	38	-39	-4,3 %	1,3
4562	745	53	848	48	103	13,8 %	3,6
4572	1.524	136	1.682	172	158	10,4 %	3,9
4578	244	16	255	28	11	4,5 %	0,7
4580	1.077	160	921	124	-156	-14,5 %	4,9
4584	675	152	745	202	70	10,4 %	2,6
4594	1.395	256	1.415	318	20	1,4 %	0,5
4608	771	20	764	9	-7	-0,9 %	0,3
4610	270	15	277	23	7	2,6 %	0,4
4612	348	14	342	8	-6	-1,7 %	0,3
4641	2.011	178	2.201	138	190	9,4 %	4,1
4647	1.672	167	1.730	137	58	3,5 %	1,4
4650	1.769	116	1.878	136	109	6,2 %	2,6
4652	1.892	199	2.012	184	120	6,3 %	2,7
4659	335	13	351	1	16	4,8 %	0,9
4770	4.900	744	5.056	837	156	3,2 %	2,2
4771	4.247	424	4.528	551	281	6,6 %	4,2
4775	4.383	520	4.399	520	16	0,4 %	0,2
4777	4.315	677	4.397	700	82	1,9 %	1,2
4790	2.033	262	2.205	215	172	8,5 %	3,7
4794	1.114	229	965	234	-149	-13,4 %	4,6
4808	4.695	628	4.560	621	-135	-2,9 %	2,0
4809	4.986	591	5.220	611	234	4,7 %	3,3
4818	5.012	800	4.489	575	-523	-10,4 %	7,6
4819	4.738	595	4.263	559	-475	-10,0 %	7,1
4860	5.466	558	5.565	467	99	1,8 %	1,3
4867	6.367	671	6.086	730	-281	-4,4 %	3,6
4884	4.193	291	4.209	264	16	0,4 %	0,2
4885	3.382	284	3.730	330	348	10,3 %	5,8
4931	4.044	534	3.612	386	-432	-10,7 %	7,0
4932	4.463	548	4.444	343	-19	-0,4 %	0,3
4936	4.610	560	4.052	412	-558	-12,1 %	8,5
4951	3.783	611	3.900	487	117	3,1 %	1,9
4968	4.167	304	3.769	354	-398	-9,6 %	6,3
4987	3.539	535	3.758	490	219	6,2 %	3,6
4994	3.342	488	3.913	609	571	17,1 %	9,5
4998	2.924	488	3.042	549	118	4,0 %	2,2
5032	3.906	569	4.040	638	134	3,4 %	2,1
5035	2.044	470	2.025	408	-19	-0,9 %	0,4
5047	4.054	533	3.603	579	-451	-11,1 %	7,3
5049	2.990	546	3.016	565	26	0,9 %	0,5
5082	3.403	563	3.386	562	-17	-0,5 %	0,3
5083	4.899	597	5.104	704	205	4,2 %	2,9

	Zählwerte		Umlegungswerte		Differenzen Kfz		
Stelle	Kfz / h	SV / h	Kfz / h	SV / h	abs	%	GEH
5090	403	28	399	34	-4	-1,0 %	0,2
5092	3.216	534	2.888	517	-328	-10,2 %	5,9
5093	4.415	560	4.561	600	146	3,3 %	2,2
5141	946	115	998	66	52	5,5 %	1,7
5142	1.511	238	1.531	190	20	1,3 %	0,5
5171	2.082	400	1.873	458	-209	-10,0 %	4,7
5172	3.220	435	3.512	437	292	9,1 %	5,0
5176	278	29	237	18	-41	-14,7 %	2,6
5177	2.152	385	1.978	449	-174	-8,1 %	3,8
5178	2.719	430	3.025	451	306	11,3 %	5,7
5305	2.576	368	2.553	555	-23	-0,9 %	0,5
5308	2.447	368	2.389	432	-58	-2,4 %	1,2
5533	656	33	584	35	-72	-11,0 %	2,9
5536	1.449	116	1.452	112	3	0,2 %	0,1
5537	1.229	89	1.390	152	161	13,1 %	4,4
5539	698	75	691	54	-7	-1,0 %	0,3
5551	944	73	926	48	-18	-1,9 %	0,6
5552	1.109	65	1.196	59	87	7,8 %	2,6
5554	430	43	510	43	80	18,6 %	3,7
5557	833	62	902	54	69	8,3 %	2,3
5559	765	23	790	23	25	3,3 %	0,9
5561	525	20	575	20	50	9,5 %	2,1
5668	4.788	496	5.210	359	422	8,8 %	6,0
5741	2.866	328	3.394	313	528	18,4 %	9,4
5751	3.594	165	3.603	222	9	0,3 %	0,2
5807	4.268	517	4.163	352	-105	-2,5 %	1,6
5850	3.231	356	3.119	340	-112	-3,5 %	2,0
5852	577	19	538	19	-39	-6,8 %	1,7
5853	3.443	369	3.505	376	62	1,8 %	1,1
5887	1.697	170	1.739	163	42	2,5 %	1,0
5887	579	58	542	43	-37	-6,4 %	1,6
5936	932	83	894	13	-38	-4,1 %	1,3
5940	82	37	123	31	41	50,0 %	4,0
5944	3.738	560	3.765	705	27	0,7 %	0,4
5946	2.926	420	2.762	382	-164	-5,6 %	3,1
6008	157	23	163	23	6	3,8 %	0,5
6009	1.027	144	1.002	159	-25	-2,4 %	0,8
6013	987	108	941	68	-46	-4,7 %	1,5
6017	943	157	1.053	194	110	11,7 %	3,5
6135	2.285	229	2.430	168	145	6,3 %	3,0
6135	1.280	128	1.247	144	-33	-2,6 %	0,9
6292	2.932	242	2.714	294	-218	-7,4 %	4,1
6292	2.932	242	3.050	190	118	4,0 %	2,2
Summe	**209.055**	**25.656**	**209.928**	**25.369**	**873**	**0,4 %**	

Tabelle 6: Umlegungskennziffern für die normalwerktägliche (Mo-Fr) Durchschnittsstunde des Intervalls 06:00 Uhr bis 08:00 Uhr

	Zählwerte		Umlegungswerte		Differenzen Kfz		
Stelle	Kfz / h	SV / h	Kfz / h	SV / h	abs	%	GEH
4340	567	19	661	7	94	16,6 %	3,8
4344	877	118	745	85	-132	-15,1 %	4,6
4554	538	33	597	26	59	11,0 %	2,5
4562	715	48	748	56	33	4,6 %	1,2
4572	1.725	87	1.925	74	200	11,6 %	4,7
4578	243	15	275	28	32	13,2 %	2,0
4580	1.312	129	1.312	117	0	0,0 %	0,0
4584	1.304	192	1.186	199	-118	-9,0 %	3,3
4594	1.133	105	1.097	131	-36	-3,2 %	1,1
4608	385	13	391	9	6	1,6 %	0,3
4610	374	132	462	137	88	23,5 %	4,3
4612	242	9	256	15	14	5,8 %	0,9
4641	1.936	91	1.930	68	-6	-0,3 %	0,1
4647	2.267	58	2.160	61	-107	-4,7 %	2,3
4650	2.140	68	2.233	70	93	4,3 %	2,0
4652	2.250	93	2.475	63	225	10,0 %	4,6
4659	573	9	559	4	-14	-2,4 %	0,6
4770	4.755	729	5.018	765	263	5,5 %	3,8
4771	4.400	395	4.712	483	312	7,1 %	4,6
4775	4.402	390	4.362	471	-40	-0,9 %	0,6
4777	4.446	725	4.367	738	-79	-1,8 %	1,2
4790	1.351	214	1.464	201	113	8,4 %	3,0
4794	1.736	183	1.595	172	-141	-8,1 %	3,5
4808	5.331	511	5.200	545	-131	-2,5 %	1,8
4809	4.930	487	5.244	483	314	6,4 %	4,4
4818	5.125	482	4.671	503	-454	-8,9 %	6,5
4819	4.690	492	4.337	431	-353	-7,5 %	5,3
5062	3.910	393	3.862	389	-48	-1,2 %	0,8
5063	3.937	437	4.285	392	348	8,8 %	5,4
5082	4.667	479	4.990	436	323	6,9 %	4,6
5083	4.178	409	4.351	411	173	4,1 %	2,6
5090	529	17	549	19	20	3,8 %	0,9
5092	4.315	456	4.066	439	-249	-5,8 %	3,8
5093	3.499	400	3.551	430	52	1,5 %	0,9
5141	907	28	947	16	40	4,4 %	1,3
5142	1.289	46	1.432	26	143	11,1 %	3,9
5171	3.577	347	3.367	382	-210	-5,9 %	3,6
5172	2.610	324	2.970	303	360	13,8 %	6,8
5176	866	7	785	5	-81	-9,4 %	2,8
5177	2.763	392	2.838	392	75	2,7 %	1,4
5178	2.728	446	3.041	432	313	11,5 %	5,8
5533	645	21	601	24	-44	-6,8 %	1,8
5536	1.812	97	1.997	85	185	10,2 %	4,2
5537	1.384	57	1.548	37	164	11,8 %	4,3

	Zählwerte		Umlegungswerte		Differenzen Kfz		
Stelle	Kfz / h	SV / h	Kfz / h	SV / h	abs	%	GEH
5539	880	47	926	56	46	5,2 %	1,5
5551	413	18	412	23	-1	-0,2 %	0,0
5552	785	17	785	17	0	0,0 %	0,0
5554	633	239	649	246	16	2,5 %	0,6
5557	1.100	38	991	37	-109	-9,9 %	3,4
5559	1.040	27	1.144	66	104	10,0 %	3,1
5561	601	10	626	10	25	4,2 %	1,0
5850	3.683	295	3.508	307	-175	-4,8 %	2,9
5852	607	11	543	2	-64	-10,5 %	2,7
5853	2.928	396	2.819	367	-109	-3,7 %	2,0
5887	965	24	967	11	2	0,2 %	0,1
5887	1.871	47	1.885	8	14	0,7 %	0,3
5936	642	71	639	5	-3	-0,5 %	0,1
5940	325	17	331	24	6	1,8 %	0,3
6008	537	15	586	11	49	9,1 %	2,1
6009	1.268	97	1.159	150	-109	-8,6 %	3,1
6013	903	88	990	98	87	9,6 %	2,8
6017	1.139	70	1.231	74	92	8,1 %	2,7
6135	1.487	75	1.543	71	56	3,8 %	1,4
6135	1.998	100	2.096	85	98	4,9 %	2,2
4860	5.144	585	4.976	520	-168	-3,3 %	2,4
4867	6.316	644	6.224	688	-92	-1,5 %	1,2
4884	3.839	218	4.061	336	222	5,8 %	3,5
4885	3.858	217	4.271	360	413	10,7 %	6,5
4931	4.790	423	4.340	436	-450	-9,4 %	6,7
4932	4.463	455	4.162	495	-301	-6,7 %	4,6
4936	5.411	426	5.302	443	-109	-2,0 %	1,5
4951	4.454	492	4.381	444	-73	-1,6 %	1,1
4968	4.940	461	5.034	563	94	1,9 %	1,3
4987	3.984	463	3.863	460	-121	-3,0 %	1,9
4994	3.498	366	3.884	650	386	11,0 %	6,4
4998	4.046	488	4.518	669	472	11,7 %	7,2
5032	3.778	505	3.424	389	-354	-9,4 %	5,9
5047	3.710	508	3.382	387	-328	-8,8 %	5,5
5305	3.265	276	3.084	300	-181	-5,5 %	3,2
5308	2.852	368	2.976	485	124	4,3 %	2,3
5668	5.103	428	5.104	504	1	0,0 %	0,0
5741	4.468	278	4.917	213	449	10,0 %	6,6
5751	3.078	323	3.430	277	352	11,4 %	6,2
5807	4.118	455	4.234	483	116	2,8 %	1,8
5944	3.668	420	3.720	324	52	1,4 %	0,9
5946	4.550	490	4.958	366	408	9,0 %	5,9
6292	3.992	193	3.976	30	-16	-0,4 %	0,3
6292	3.571	193	3.637	23	66	1,8 %	1,1
Summe	**103.363**	**10.183**	**105.162**	**10.160**	**1.799**	**1,7 %**	

Tabelle 7: Umlegungskennziffern für die normalwerktägliche (Mo-Fr) Durchschnittsstunde des Intervalls 16:00 Uhr bis 18:00 Uhr

Es wurden 88 Vergleichstellen für den Untersuchungsraum ausgewählt. Für den morgendlichen Zeitraum zeigen 13 Zählstellen (14,8 %) einen GEH-Wert größer 5. Im nachmittäglichen Intervall erreichen 14 Zählstellen (15,9 %) einen GEH-Wert größer 5. Einen Wert von über 10 erreicht keine der Vergleichstellen.

Im Planungsraum liegen 62 Vergleichsstellen. Für den morgendlichen Zeitraum zeigen 5 Zählstellen (8,1 %) einen GEH-Wert größer 5. Im nachmittäglichen Intervall erreichen ebenfalls 5 Zählstellen (8,1 %) einen GEH-Wert größer 5. Einen Wert von über 10 erreicht keine der Vergleichstellen.

Insgesamt zeigt das Modell damit für den Untersuchungsraum eine gute Übereinstimmung zwischen den gezählten und den umgelegten Verkehrsbelastungen. Für den Planungsraum liegt sogar eine sehr gute Übereinstimmung vor.

4.5 Prognose

Für die Prognose wurden die Verflechtungsmatrizen für 2025 wie unter Ziffer 4.3.2 für die Analysematrizen beschrieben behandelt. Bei der Aufteilung der Matrizen auf die kleineren Zellengrößen der IGVP wurden die Strukturdaten entsprechend den Angaben der einzelnen Kommunen für die Prognose angepasst (vgl. Anlage M-1). Im einzelnen wurden Daten von den folgenden Kommunen in das Modell eingespeist:

- Stadt Frechen (diverse Angaben gemäß Homepage, Baugebiete, Gewerbegebiet Europark)
- Stadt Hürth (Angaben zu geplanten Wohneinheiten, Angaben zu den vorhanden und geplanten gewerblichen und industriellen Flächenreserven)
- Stadt Köln
  - 1.019.328 Einwohner im Jahr 2008 mit Einteilung nach Stadtbezirken, Alter und Geschlecht gemäß Stadt Köln, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
  - 706.392 Einwohner im Erwerbsalter im Jahr 2008 mit Einteilung in Erwerbstätige, sozialversicherungspflichtige Beschäftigte, Arbeitssuchende, Arbeitnehmer, Selbständige, Auszubildende und Studenten gemäß Regionalagentur für Arbeit NRW, IT Information und Technik NRW, ARGE Bundesagentur für Arbeit und Stadt Köln, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
  - 403 Pkw pro 1.000 Einwohner im Jahr 2007 mit Einteilung nach Stadtbezirken und Fahrzeugarten gemäß Stadt Köln, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
  - 222.508 Einpendler und 90.617 Auspendler im Jahr 2008 gemäß Regionalagentur für Arbeit NRW und Stadt Köln, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
  - 101.813 Schüler an 280 Schulen im Jahr 2007 mit Einteilung nach Stadtteilen und Stadtbezirken sowie Schulformen gemäß IT Information und Technik NRW und Stadt Köln, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
  - 31.144 Kinderbetreuungsplätze an 530 Einrichtungen im Jahr 2007 mit Einteilung nach Stadtteilen und Stadtbezirken sowie Altersstruktur gemäß Stadt Köln, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
  - Bevölkerungsprognose 2025, 1.031.800 Einwohner im Jahr 2025, differenziert nach Stadtteilen und Stadtbezirken sowie Altersstruktur
  - Flächennutzungsplan der Stadt Köln aus dem Jahr 1982 zzgl. Änderungen mit Einteilung nach Stadtbezirken und Stadtteilen gemäß Stadt Köln
  - Städtebaulicher Masterplan Innenstadt Köln, Stand 2011
  - Geplante Wohnbauentwicklung gemäß Wohnungsbauprogramm 2015: Wohnungsbaupotentiale im Stadtgebiet und in den Stadtbezirken
  - Geplante Gewerbeentwicklung gemäß Wirtschafts- und Arbeitsmarktbericht Köln 2008

- Stadt Langenfeld (Diverse Angaben gemäß Homepage der Stadt Langenfeld)
  - Business-Park Galkhausen von rund 6,3 ha
  - Business-Park Katzberg von rund 16,7 ha
  - Gewerbe- und Mischgebiet Fuhrkamp Nord Wolfhagen von rund 5,6 ha
  - (Verkehr in Langenfeld, Verkehrsentwicklungsplan (VEP) der Stadt Langenfeld von IGS Ingenieurgesellschaft Stolz, Kaarst 2007)
- Stadt Leverkusen (Diverse Angaben gemäß Homepage der Stadt Leverkusen)
  - 161.132 Einwohner im Jahr 2010 mit Einteilung nach statistischen Bezirken, Geschlecht und Altersgruppen gemäß städtischer Bevölkerungsstatistik
  - 2.675 Schüler an 42 Schulen im Schuljahr 2009/2010 gemäß Schulstatistik
  - 92.071 Kfz im Jahr 2010 nach statistischen Bezirken und Fahrzeugarten gemäß Fachbereich Straßenverkehr
  - 81 Tageseinrichtungen für Kinder im Jahr 2009 mit Einteilung nach statistischen Bezirken gemäß Fachbereich Kinder und Jugend
  - 60.182 Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte und 6.516 Arbeitslose im Jahr 2010 gemäß Bundesagentur für Arbeit
  - Ingenieurbüro Dr. Trapp (Hrsg.): Untersuchung von Planungsvarianten im AK Leverkusen mittels mikroskopischer Verkehrsflusssimulation. Aachen 2007
  - Planung Transport Verkehr PTV (Hrsg.): Simulation der zukünftigen Verkehrsabläufe auf der BAB 3 im Bereich Leverkusen. Karlsruhe 2006
- Stadt Monheim am Rhein (Diverse Angaben gemäß Homepage der Stadt Monheim am Rhein)
  - Angaben zur Bevölkerung gemäß Zahlen Daten Fakten der Stadt Monheim 2009
  - Gewerbeflächen Im Weidental (62 ha), Knipprather Busch (62 ha), Kielsgraben (86 ha) und Rheinpark (250 ha)
  - 43.224 Einwohner im Jahr 2010
- Stadt Pulheim (diverse Angaben gemäß Homepage, Bevölkerung, Baugebiete, Gewerbeflächen)

Durch Division der Prognosematrix durch die Analysematrix ergibt sich für jede einzelne Verkehrsbeziehung ein individueller Prognosefaktor. Durch Multiplikation der kalibrierten Analysematrix der Verkehrsverflechtung mit diesem Faktor ergibt sich so die Prognosematrix für die Umlegung.

Mit den Prognosematrizen wurden Umlegungsberechnungen für den morgendlichen und nachmittäglichen Zeitraum durchgeführt. Durch einen Vergleich mit der Analyseumlegung ergibt sich somit für jede Strecke und jeden Zeitraum ein streckenbezogener Prognosefaktor. Auf diese Weise lassen sich für jede Strecke die gewünschten Prognosewerte ermitteln.

4.5.1 Prognose-Nullfall ohne Maßnahmen im Planungsraum

Das Straßennetz des Prognose-Nullfalls unterscheidet sich von dem der Analyse durch die Berücksichtigung der bis zum Prognosejahr 2025 voraussichtlich umgesetzten Umbaumaßnahmen. Hierzu gehören die Planungen der BVWP des vordringlichen Bedarfs. Im Untersuchungsraum sind hier zu nennen:

- Achtstreifiger Ausbau der BAB A3 zwischen AK Köln-Ost und AS Leverkusen
- Sechsstreifiger Ausbau der BAB A 57 nördlich des AK Köln-Nord
- Sechsstreifiger Ausbau der BAB A 1 zwischen AK Köln-Nord und AK Köln-West
- Sechsstreifiger Ausbau der BAB A 59 südlich des AD Köln-Porz
- Umbauten der AK Köln-Nord, AK Köln-West und AK Köln-Süd

Für den Planungsraum wird im Prognose-Nullfall von keinem Ausbau ausgegangen.

Die Prognosematrizen wurden auf dieses Straßenetz umgelegt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Umlegungsergebnisse. In der Anlage U-7 ist der DTV 2025 in Kfz/24h dargestellt.

Abbildung 62: DTV im Prognose-Nullfall 2025 (vgl. auch vergrößert in Anlage U-11)

Aus dem Vergleich des Prognose-Nullfalls mit der Umlegung mit ausgebautem Planungsraum (vgl. Ziffern 4.5.2 und 4.5.3) kann auf die Verlagerungswirkungen geschlossen werden, die ein nicht ausgebautes Straßennetz im Planungsraum hervorruft.

4.5.2 Prognosefall mit Maßnahmen im Planungsraum

Das Straßennetz des Prognosefalls berücksichtigt über die 4.5.1 dargestellten Maßnahmen hinaus den vollständigen Ausbau im Planungsraum, wie er unter Ziffer 6 beschrieben ist.

In der folgenden Abbildung und in den Anlagen U-1 bis U-6 ist der gemäß Ziffer 4.5 prognostizierte DTV 2025 in Kfz/24h dargestellt.

Abbildung 63: DTV im Prognosefall 2025 (vgl. auch vergrößert in Anlage U-12)

Die Verkehrsbelastungen dieses Prognosefalls dienen als Grundlage für die Berechnungen mit dem Programm für die Ganzjahresanalyse (vgl. Ziffern 5.6 und 9.2 bis 9.6).

4.5.3 Vergleich der Verkehrsbelastungen

Die folgenden Tabellen zeigen einen Vergleich der Belastungswerte ausgewählter Streckenabschnitte im Jahr 2005 (SVZ) und 2008/2009 (Schleifendaten aus der Erhebung) mit den Prognoseverkehrsstärken 2025 nach Ziffer 4.5.1 und 4.5.2.

Es zeigt sich, dass an allen Querschnitten im Vergleich zur Analyse bis 2025 mit einer deutlichen Zunahme des Kfz-Verkehrs und des LKW-Verkehrs zu rechnen ist. Gleichzeitig ist auch ersichtlich, dass zwischen 2005 und 2009 schon eine deutliche Zunahme des Verkehrs zu verzeichnen ist. Einzig im Bereich der BAB A 1 westlich des Rheins ist ein Rückgang um ca. 5 % zu verzeichnen. Dies könnte mit der Großbaustelle in diesem Bereich in Zusammenhang stehen.

In der folgenden Tabelle sind die gezählten und die prognostizierten Verkehrsstärken im DTV in Kfz/ 24h und SV / 24h zusammengefasst. Die Zählstellen der automatischen Dauerzählstellen (Schleifen 2008/ 2009) sind dabei als Referenzen (100 %) angegeben.

Stelle	SVZ 2005		Analysefall 2009		Prognose-Nullfall 2025		Prognosefall 2025	
	Kfz/24h	in%	Kfz/24h	in%	Kfz/24h	in%	Kfz/24h	in%
BAB A 3 nördlich AS Opladen	114.000	96,0 %	118.800	100,0%	123.800	104,2 %	127.000	106,9 %
BAB A 3 nördlich AK Leverkusen	127.900	99,0 %	129.200	100,0%	138.400	107,1 %	141.200	109,3 %
BAB A 3 südlich AK Leverkusen	152.400	99,1 %	153.800	100,0%	177.400	115,3 %	192.400	125,1 %
BAB A 3 südlich AS Leverkusen	144.400	99,1 %	145.700	100,0%	167.000	114,6 %	181.000	124,2 %
BAB A 1 westlich AS Köln-Niehl	95.600	104,6 %	91.400	100,0%	95.000	103,9 %	103.000	112,7 %
BAB A 1 Höhe Rheinbrücke	116.500	104,6 %	111.400	100,0%	122.200	109,7 %	129.600	116,3 %
BAB A 1 westlich AK Leverkusen	99.100	96,3 %	102.900	100,0%	112.600	109,4 %	127.600	124,0 %
BAB A 1 östlich AK Leverkusen	72.800	89,8 %	81.100	100,0%	90.000	111,0 %	92.400	113,9 %
BAB A59 nördlich AK Lev-West	44.800	97,4 %	46.000	100,0%	51.800	112,6 %	52.200	113,5 %
BAB A 1 nördlich AK Köln West	117.000	101,4 %	115.400	100,0%	116.000	100,5 %	118.400	102,6 %
BAB A4 östlich AK Köln West	104.800	99,3 %	105.500	100,0%	107.000	101,4 %	107.600	102,0 %
BAB A4 westlich AK Köln Gremberg	115.000	103,0 %	111.700	100,0%	117.600	105,3 %	117.200	104,9 %
BAB A 3 nördlich AK Köln Ost	165.000	105,1 %	157.000	100,0%	182.600	116,3 %	203.600	129,7 %
BAB A 3 nördlich AD Heumar	144.400	86,9 %	166.100	100,0%	181.200	109,1 %	183.800	110,7 %

Tabelle 8: Verkehrsstärken DTV in Kfz/24h

Stelle	SVZ 2005		Analysefall 2009		Prognose-Nullfall 2025		Prognosefall 2025	
	SV/24h	in%	SV/24h	in%	SV/24h	in%	SV/24h	in%
BAB A 3 nördlich AS Opladen	12.900	89,00 %	14.500	100,00%	14.600	106,80%	17.400	120,00%
BAB A 3 nördlich AK Leverkusen	14.100	92,20 %	15.300	100,00%	14.800	96,70 %	16.000	104,60%
BAB A 3 südlich AK Leverkusen	16.300	86,70 %	18.800	100,00%	20.200	107,40%	22.600	120,20%
BAB A 3 südlich AS Leverkusen	16.300	95,30 %	17.100	100,00%	20.000	117,00%	22.000	128,70%
BAB A 1 westlich AS Köln-Niehl	13.900	105,30%	13.200	100,00%	14.800	112,10%	15.200	115,20%
BAB A 1 Höhe Rheinbrücke	12.800	82,60 %	15.500	100,00%	16.600	107,10%	18.000	116,10%
BAB A 1 westlich AK Leverkusen	13.400	91,20 %	14.700	100,00%	15.400	104,80%	16.800	114,30%
BAB A 1 östlich AK Leverkusen	10.000	83,30 %	12.000	100,00%	14.400	120,00%	15.800	131,70%
BAB A59 nördlich AK Lev-West	3.100	93,90 %	3.300	100,00%	5.000	151,50%	4.200	127,30%
BAB A 1 nördlich AK Köln West	n.b	n.b	13.900	100,0%	14.800	106,50%	15.200	109,4%
BAB A4 östlich AK Köln West	12.300	89,1 %	13.800	100,0%	16.000	115,9 %	15.400	111,6%
BAB A4 westlich AK Köln Gremberg	n.b	n.b	14.800	100,0%	16.700	112,8 %	16.400	110,8%
BAB A 3 nördlich AK Köln Ost	n.b	n.b	15.800	100,0%	18.300	115,80%	19.000	120,3%
BAB A 3 nördlich AD Heumar	17.500	99,4 %	17.600	100,0%	17.800	101,1 %	19.400	110,2%

Tabelle 9: Verkehrsstärken DTV(SV) in SV/24h

Die Umlegungsergebnisse zeigen, dass im gesamten Bereich des Kölner Rings mit deutlichen Zunahmen der Verkehrsbelastungen gerechnet werden muss. Dies gilt sowohl für den Kraftfahrzeugverkehr allgemein als auch für den Schwerverkehr im Besonderen.

Die Differenzen zwischen den Verkehrsbelastungen im Prognose-Nullfall ohne Ausbau und im Prognosefall mit Ausbau (jeweils im Jahr 2025) verdeutlichen, dass im Bereich der nicht ausgebauten Abschnitte sowohl der BAB A 1 als auch der BAB A 3 bis zu 15.000 Kfz/24 h verlagert werden. Der Schwerverkehr reagiert deutlich empfindlicher als der Pkw-Verkehr. Im Schwerverkehr sind Verlagerungen in der Größenordnung von bis zu 2.800 SV/24h zu beobachten. Gleichzeitig ist zu sehen, dass die Verkehrsbelastungen auf den anderen Abschnitten des Kölner Rings, insbesondere der BAB A 4, zwischen den beiden Prognosefällen so gut wie unverändert bleiben.

Das Ergebnis zeigt, dass es innerhalb des betrachteten Autobahnnetzes praktisch keine sinnvollen Alternativrouten gibt. Die Folge ist, dass bei einem Verzicht auf Ausbaumaßnahmen nennenswerte Anteile der ansonsten im Autobahnnetz abgewickelten Fahrten in das untergeordnete Straßennetz verdrängt werden. Dieser Effekt tritt wegen der normalerweise wesentlich höheren Attraktivität des Autobahnnetzes für die Kraftfahrer und dem ebenfalls schon heute stark ausgelasteten nachgeordneten Netz nur aufgrund von deutlichen Überlastungserscheinungen auf. Im Schwerverkehr zeigt sich außerdem, dass hier aufgrund der geringeren Differenzen der Reisegeschwindigkeiten zwischen Autobahn und sonstigem (insbesondere Außerorts-) Straßennetz bei Zeitverlusten auf der Autobahn andere Alternativstrecken noch eher attraktiv werden.

Im Umkehrschluss bedeutet das, dass Ausbaumaßnahmen, die die Überlastungserscheinungen im Autobahnnetz deutlich reduzieren, auch zu Entlastungen in den städtischen Straßennetzen führen.

4.6 Tendenzieller Ausblick auf das Jahr 2030

Aufgrund der Tatsache, dass insbesondere die Lebensdauer der zahlreichen Brückenbauwerke im Planungsraum erheblich über den Prognosehorizont 2025 hinaus reicht, ist es angebracht, auch die Zeit jenseits von 2025 in die hier angestellten Überlegungen einzubeziehen. Das Problem hierbei besteht jedoch darin, dass eine Prognose über die üblichen Zeiträume hinaus mit immer größer werdenden Unsicherheiten verbunden ist.

Daher soll im folgenden eine Abschätzung der allgemein zu erwartenden Verkehrsentwicklung bis 2030 vorgenommen werden. Zum anderen soll über die regionale Betrachtung, auch des benachbarten Straßennetzes und der hier zu erwartenden Kapazitätsreserven, die möglichen Verkehrszuwächse eingeschätzt werden. Schließlich sind mögliche Folgerungen aus den Überlegungen aufzuzeigen.

Eine neue Verkehrsprognose im Rahmen der Bundesverkehrswegeplan liegt derzeit noch nicht vor. Es gibt allerdings andere Veröffentlichungen, die sich mit diesem Thema befassen. So hat die BMW AG in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn, der Lufthansa und MAN im Jahr 2010 die Studie „Zukunft der Mobilität Szenarien für das Jahr 2030" (ifmo 2010) herausgegeben, in der unterschiedliche Szenarien der Verkehrsentwicklung betrachtet werden. Hierin wird, je nach Szenario, für den Personenverkehr von einer Abnahme von 2010 bis 2030 um 8% bis zu einer Zunahme um 4% ausgegangen. Für den Güterverkehr geht die Spannweite von einer Stagnation der Verkehrsleistung bis hin zu einer 50%igen Zunahme.

Auch die Shell Deutschland, die seit Jahrzehnten Verkehrsprognosen vorlegt, hat in den Jahren 2009 und 2010 Studien für den Pkw-Verkehr (Shell-Pkw-Szenarien bis 2030, Shell 2009) und den Lkw-Verkehr (Shell Lkw-Studie, Shell 2010) veröffentlicht. Für die Pkw-Fahrleistung wird darin von einem konstanten Verlauf ausgegangen, während im Lkw-Bereich auf Basis der aktuellen BVWP-Prognose zwischen 2025 und 2030 ein Zuwachs von 12% prognostiziert wird. Dies entspricht einer insgesamt 46%igen Zunahme von 2010 bis 2030.

Zusammenfassend zeigt sich, dass im Bereich des Pkw-Verkehrs nicht mehr mit bedeutenden Verkehrszuwächsen gerechnet wird. Für den Güterverkehr werden dagegen weiterhin steigende Verkehrsleistungen erwartet.

Mit Blick auf die Rheinregion geht das Land NRW entgegen dem Bundestrend von einer Bevölkerungszunahme in den Kreisen und Städten des Untersuchungsraumes bezogen auf 2011 von 2,8% bis 2025 und 3,0 % bis 2030 aus. Es kann daher erwartet werden, dass sich auf Grund der Demographie durch den Zuwachs um 0,2% zwischen 2025 und 2030 keine gravierenden Veränderungen beim regionalen Verkehrsaufkommen einstellen werden.

Die Berechnungen für die Prognose 2025 zeigen, dass das Straßennetz am Rande des Planungsraums (vgl. Ziffer 8) keine großen Kapazitätsreserven mehr aufweist. Von daher ist auch die theoretisch noch zusätzlich mögliche Belastung innerhalb des Planungsraums begrenzt.

Insgesamt ist nicht davon auszugehen, dass sich die Verkehrsbelastungen über das Prognosejahr 2025 hinaus wesentlich erhöhen werden. Allerdings sind weitere Steigerungen auch nicht auszuschließen. Vor diesem Hintergrund ist beim Ausbau darauf zu achten, dass für die schon in der Prognose 2025 hoch ausgelasteten oder baulich nur schwer erweiterbaren Bereiche noch Möglichkeiten für eine spätere Kapazitätssteigerung gesichert werden. Insbesondere würde ein Ausbau der Hauptfahrbahn der BAB A1 von der AS Köln-Niehl bis zum AK Leverkusen, der eine spätere temporäre Seitenstreifenfreigabe ermöglicht, zusätzliche Reservekapazitäten schaffen. Gleiches gilt für die Hauptfahrbahn der BAB A3 im AK Leverkusen und in Höhe der AS Leverkusen.

5 Ganzjahresanalyse

5.1 Allgemeines

Da es sich bei der im folgenden vorgestellten Ganzjahresanalyse um ein neues Verfahren handelt, für das es derzeit keine kommerziell zu erwerbenden Programme gibt, erfolgt eine ausführliche Darstellung der theoretischen Grundlagen und des verwendeten Programms für die Ganzjahresanalyse. Für das Verkehrsumlegungsmodell und das Programm VISUM (vgl. Ziffer 4) wurde auf eine ähnlich ausführliche Darstellung verzichtet, da die dort verwendeten Verfahren und Programme schon seit geraumer Zeit allgemein eingeführt und in der Literatur gut dokumentiert sind.

5.2 Makroskopische Simulation des Verkehrsablaufs

5.2.1 Zielstellung der makroskopischen Simulation

Ziel der makroskopischen Simulation des Verkehrsablaufs ist eine Bewertung der Verkehrszustände in einem Straßennetz über ein ganzes Jahr. Dazu wurde ein Programm verwendet, das am Lehrstuhl für Verkehrswesen der Ruhr-Universität Bochum entwickelt wurde. Das Programm erlaubt eine detaillierte Modellierung räumlich und zeitlich variabler Verkehrszustände sowie die Ableitung von Kenngrößen zur Beschreibung des Verkehrsablaufs und der daraus resultierenden volkswirtschaftlichen Kosten. Durch einen Vergleich der Simulation unterschiedlicher Netzzustände können Auswirkungen baulicher oder verkehrslenkender Maßnahmen auf die Häufigkeit von Überlastungen sowie deren Kosten geschätzt werden.

5.2.2 Arbeitsschritte und Vorgehensweise

Die nachstehenden Kapitel zur makroskopischen Simulation des Verkehrsablaufs gliedern sich entsprechend der dafür notwendigen Arbeitsschritte. Diese umfassen die folgenden Punkte:

- Modelle zur Beschreibung des Verkehrsablaufs
- Erstellung des Netzmodells
- Modellierung der Verkehrsnachfrage aus empirischen Daten
- Ermittlung der Parameter des Verkehrsflussmodells aus Daten von Dauerzählstellen
- Kalibrierung der Modellparameter und ggf. der Eingangsgrößen
- Ganzjahresanalyse des Verkehrsablaufs für den Analysezustand (Jahr 2008)

Das Programm für die Ganzjahresanalyse ist ein makroskopisches Simulationsprogramm. Darin ist nicht das Verhalten einzelner Fahrzeuge von Interesse. Der Verkehr wird in Analogie zur Bewegung von Flüssigkeiten als Gesamtheit betrachtet und durch folgende makroskopische Kenngrößen beschrieben:

- die Verkehrsstärke q [Kfz/h]: die Anzahl der Fahrzeuge, die einen Querschnitt innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit überqueren,
- die Verkehrsdichte k [Kfz/km]: die Anzahl der Fahrzeuge in einer Wegeinheit zu einem bestimmten Zeitpunkt,
- die mittlere momentane Geschwindigkeit $\overline{v}_m$ [km/h] der Fahrzeuge.

Nachfolgend werden einige Modelle zur Beschreibung des Verkehrsablaufs vorgestellt, die eine wesentliche Grundlage für die später beschriebene Modellierung des Verkehrsablaufs über Raum und Zeit bilden.

5.3 Modelle zur Beschreibung des Verkehrsablaufs

Modell für den fließenden Verkehr

Die Geschwindigkeit, die bei einer bestimmten Verkehrsstärke unterhalb der Kapazität im Mittel realisiert werden kann, lässt sich mit einem Verkehrsflussmodell bestimmen. Unter einem Verkehrsflussmodell ist eine Funktion $F_{\bar{v}_m}(q)$ zwischen $\bar{v}_m$ und q zu verstehen, die die empirisch feststellbare Punktewolke im q-v-Diagramm repräsentiert. Statt $F_{\bar{v}_m}(q)$ kann auch $F_{\bar{v}_m}(k)$, also die Geschwindigkeit $\bar{v}_m$ als Funktion der Verkehrsdichte k als Verkehrsflussmodell dargestellt werden. $F_{\bar{v}_m}(q)$ und $F_{\bar{v}_m}(k)$ sind über die Zustandsgleichung (5-1) miteinander verknüpft.

$$q = k \cdot \bar{v}_m \qquad (5\text{-}1)$$

Mit q = Verkehrsstärke eines Verkehrsstroms [Kfz/h]

k = Verkehrsdichte des Verkehrsstroms [Kfz/km]

$\bar{v}_m$ = Mittlere momentane Geschwindigkeit des Stromes [km/h]

Der Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke und Verkehrsdichte auf einem Streckenabschnitt wird im Fundamentaldiagramm beschrieben (vgl. Abbildung 64).

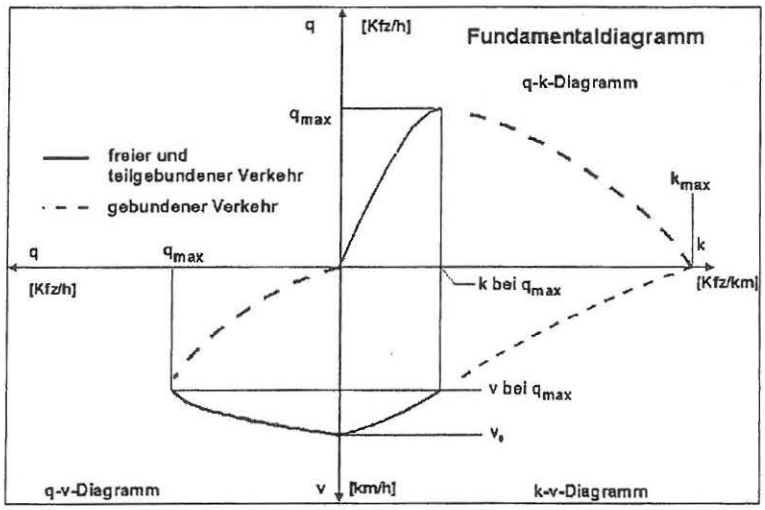


Abbildung 64: Grundlegende Zusammenhänge zwischen den Verkehrskenngrößen

Im q-v-Diagramm (Abbildung 64, links unten) können jedem Verkehrsstärkewert zwei Geschwindigkeiten zugeordnet werden. Daraus ergeben sich ein oberer Ast (fließender Verkehr) und ein unterer Ast (überlasteter Bereich), die jeweils einen stabilen Verlauf kennzeichnen. Der Übergang zwischen beiden Ästen erfolgt plötzlich und nicht kontinuierlich.

Brilon, Ponzlet (1995) entwickelten ein makroskopisches Verkehrsflussmodell für den Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke und mittlerer Geschwindigkeit auf Streckenabschnitten von Autobahnen im fließenden Verkehr auf der Basis eines einfachen M/M/1-Warteschlangenmodells. Solange die stündliche

Verkehrsnachfrage die Kapazität nicht überschreitet, kann die mittlere Geschwindigkeit wie folgt bestimmt werden:

$$v(q) = \frac{V_0}{1 + \frac{V_0}{L_0 \cdot (C_0 - q)}} \tag{5-2}$$

mit $v(q)$ = Mittlere Geschwindigkeit bei einer stündlichen Verkehrsstärke q [km/h]

V_0 = Modellparameter [km/h]

L_0 = Modellparameter [km]

C_0 = Modellparameter [Kfz/h]

q = stündliche Verkehrsstärke [Kfz /h]

Geeignete Modellparameter können für 1-h-Intervalle dem HBS entnommen werden (vgl. FGSV, 2009; Tabelle 3-9). Für Streckenabschnitte mit deutlich abweichendem Verkehrsflussverhalten können die Parameter auch durch Anpassung an Messdaten ermittelt werden.

Während das Verkehrsflussmodell nach Brilon, Ponzlet nur den Bereich des fließenden Verkehrs beschreibt, entwickelte Van Aerde (1995) ein Modell für den gesamten Bereich des k-v-Diagramms. Es basiert auf einem Modell des Abstandsverhaltens zwischen zwei auf einander folgenden Fahrzeugen. Das Modell beschreibt die Verkehrsdichte als Funktion in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit:

$$k(v) = \frac{1}{c_1 + \frac{c_2}{(v_0 - v)} + c_3 \cdot v} \tag{5-3}$$

mit $k(v)$ = Verkehrsdichte bei der mittleren Geschwindigkeit v [Fz/km]

v_0 = Mittlere freie Geschwindigkeit [km/h]

c_1, c_2, c_3 = Modellparameter [km]

Wu und Rakha (2009) haben nachgewiesen, dass die Gleichung (5-3) nach der Warteschlangentheorie hergeleitet werden kann.

Unter den Modellen mit einfachen Ansätzen führt dieses Modell mit zu den realistischsten Ergebnissen. Allerdings führt das Umstellen der Gleichung über die Zustandsgleichung (5-1) in die q-v-Beziehung zu einer komplizierten Funktion.

Modell für zähfließenden Verkehr

Auch der zähfließende und gestaute Verkehr kann mithilfe von q-v-Beziehungen beschrieben werden. Unter dem Begriff „gestauter Verkehr" sind solche Verkehrsabläufe zusammengefasst, in denen die mittlere Geschwindigkeit einen kritischen Wert unterschreitet. Dieser liegt bei Autobahnen in Abhängigkeit von spezifischen Bedingungen zwischen 60 und 90 km/h (vgl. Geistefeldt, 2007). Wesentliche Parameter für mögliche Modelle sind die Kapazität und Geschwindigkeit während der Stauauflösung sowie die Dichte beim Stillstand des Verkehrs.

Die Beschreibung des zähflüssigen und gestauten Verkehrs kann auf Grundlage der Kontinuitätstheorie erfolgen. Lighthill, Whitham (1955) sowie Richards (1956) stellten eine Theorie zur hydrodynamischen

Beschreibung des Verkehrsflusses auf der freien Strecke analog zur Bewegung von eindimensionalen, kompressiblen Flüssigkeiten auf. Auftretende Unterschiede in der Verkehrsdichte in einem Verkehrsfluss pflanzen sich in Form einer Welle fort. Damit können der Verkehrsfluss an jedem Ort beschrieben und Stauausbreitungen sowie deren Auflösung nachgebildet werden.

Der Grundgedanke dieses Verkehrsflussmodells basiert auf der Betrachtung kleiner Ausschnitte der Weg-Zeit-Ebene und der Annahme, dass innerhalb dieser Abschnitte keine Fahrzeuge verloren gehen können. Das heißt, dass innerhalb der Ausschnitte keine Fahrzeuge wenden, ihre Fahrt beginnen oder beenden. Auf dieser Grundlage gilt folgende Differentialgleichung (Kontinuitätsgleichung) für jede Art des Verkehrsablaufs (frei, zähflüssig, gestaut):

$$\frac{\partial q(s,t)}{\partial s} + \frac{\partial k(s,t)}{\partial t} = 0 \qquad (5\text{-}4)$$

Demnach kann die Verkehrsstärke q als eine Funktion der Dichte betrachtet werden. Die Änderung der Verkehrsstärke gegenüber der Änderung der Verkehrsdichte

$$\frac{\partial q}{\partial k} = u = \text{const.} \qquad (5\text{-}5)$$

entspricht der Neigung der Tangente im Fundamentaldiagramm (Abbildung 64, oben rechts) für jeden Verkehrszustand. Die Größe u wird Wellengeschwindigkeit genannt. Stoßen zwei unterschiedliche Verkehrszustände zusammen, bewegt sich die Grenzlinie zwischen beiden Zuständen mit der Stoßwellengeschwindigkeit fort. Unter der vereinfachenden Annahme, dass sich beide Teilströme stationär verhalten, ergibt sich u zu:

$$u = \frac{q_2 - q_1}{k_2 - k_1} \qquad (5\text{-}6)$$

Die Stoßwellengeschwindigkeit kann damit als Sekante zwischen den beiden Verkehrszuständen im Fundamentaldiagramm veranschaulicht werden.

Das bisher beschriebene Kontinuitätsmodell basiert auf der vereinfachenden Annahme, dass die Fahrzeuge an der Grenze zwischen zwei Verkehrszuständen schlagartig ihre Geschwindigkeit verändern. Kontinuitätsmodelle höherer Ordnung beschreiben die Übergänge in Analogie zur Strömungsdynamik von Flüssigkeiten realistischer (Kühne, 1984, 1989, 1991; Papageorgiou, 1983, 1989; Michalopoulos, 1991, 1993; Lyrintzis e.a., 1994; Liu e.a., 1998). Ein Überblick über diese Modelle ist in Lebaque, Lesort (1999) gegeben. Kontinuitätsmodelle höherer Ordnung sind fast ausschließlich numerisch zu lösen. Dem hohen rechnerischen Aufwand steht aber nur ein relativ geringer Nutzen gegenüber. Aus diesem Grund wird das einfache Kontinuitätsmodell als ausreichend zur Lösung der vorliegenden Aufgabe angesehen.

Zweiteilige Modelle / Capacity Drop

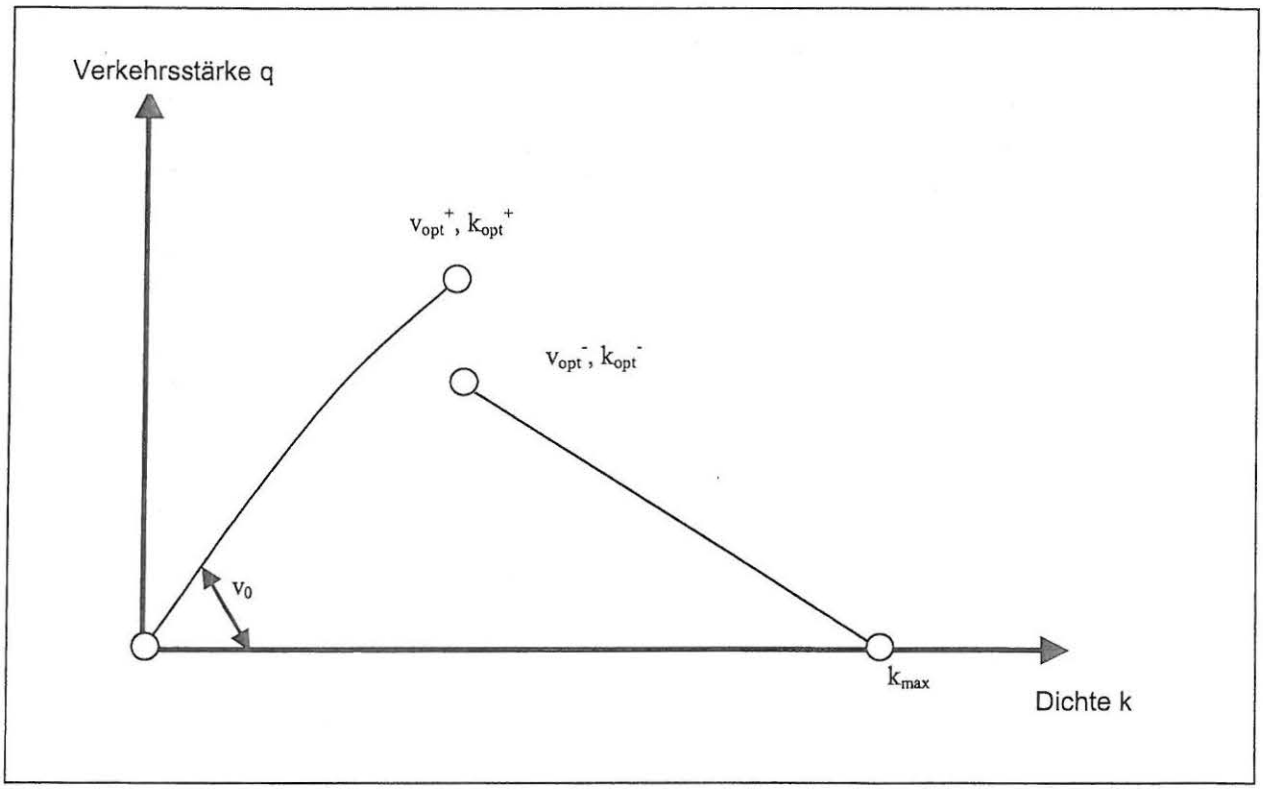


Abbildung 65: Im Zellenmodell verwendetes, zeiteiliges Fundamentaldiagramm

Um den Effekt des sogenannten Capacity Drop zu berücksichtigen, werden zweiteilige Modelle verwendet. Mit den zweiteiligen Verkehrsflussmodellen können die Zustände in fließendem und gestautem Verkehr mit unterschiedlichen Gleichungen beschrieben werden. Dabei können die maximalen Verkehrsflüsse (Kapazitäten) in beiden Verkehrsbereichen unterschiedlich angegeben werden. In dieser Untersuchung werden die Funktionen zur Beschreibung der Verkehrszustände wie folgt definiert.

Im gestauten Bereich wird eine lineare k-q-Beziehung durch die Punkte (V_{opt}^-, k_{opt}^-) und (k_{max}, 0) verwendet (vgl.

Abbildung **65**):

$$q(k) = q_{max}^- \cdot \frac{k_{max} - k}{k_{max} - k_{opt}^-} \tag{5-7}$$

Im Bereich des fließenden Verkehrs wird eine lineare k-v Beziehung durch die Punkte (0, V_0) und (k_{opt}^+, V_{opt}^+) eingesetzt:

$$v(k) = v_0 - \frac{v_0 - v_{opt}^+}{k_{opt}^+} \cdot k \tag{5-8}$$

Es kann auch die HBS-Formel verwendet werden:

$$v(q) = \frac{v_0}{1 + \frac{v_0}{L_0 \cdot (C_0 - q)}} \tag{5-9}$$

Dann gilt

$$v_{opt}^{+} = \frac{V_0}{1 + \frac{V_0}{L_0 \cdot (C_0 - q_{max}^{+})}} \quad \text{und} \quad v_0 = \frac{V_0}{1 + \frac{V_0}{L_0 \cdot C_0}}$$

(5-10)

oder

$$L_0 = \frac{\frac{q_{max}^{+}}{v_0} \cdot v_{opt}^{+}}{\left(v_0 - v_{opt}^{+}\right) \cdot \left[\left(\frac{C_0}{v_0}\right)^2 - \frac{C_0}{v_0} \cdot \frac{q_{max}^{+}}{v_0}\right]} \quad \text{and} \quad V_0 = \frac{v_0}{\left(1 - \frac{v_0}{L_0 \cdot C_0}\right)}$$

(5-11)

Wobei C_0 immer als Konstante betrachtet wird.

Die Bedeutung der Parameter q_{max}^{+}, k_{opt}^{+}, k_{max}, V_0, V_{opt}^{+} und k_{opt}^{+} ist in Abbildung 65 dargestellt.

5.4 Beschreibung des Computerprogramms

5.4.1 Struktur des Programmsystems

Zur Simulation des Verkehrsablaufs über ein Jahr wird ein Programm für die Ganzjahresanalyse verwendet. Dieses setzt sich zusammen aus drei wesentlichen Bestandteilen, die in den folgenden Kapiteln näher beschrieben werden:

- Netzmodell mit streckenbezogenen Parametern
- Modell zur Beschreibung der Verkehrsnachfrage über ein Jahr
- Verkehrsflussmodell (Zellenmodell)

Netzmodell und Verkehrsnachfrage stellen dabei wesentliche Eingangsgrößen des Programms dar. Darüber hinaus umfasst das Programm einige globale Parameter zur Nachbildung des Verkehrsablaufs sowie Einstellungen zur Simulation.

Als Ergebnis werden wesentliche Kenngrößen des Verkehrsablaufs für das gesamte Netz zeitlich detailliert ausgegeben, aus denen wesentliche Auswirkungen ggf. eintretender Überlastungen (Verlustzeiten, Zeitkosten, Emissionen) abgeleitet werden können.

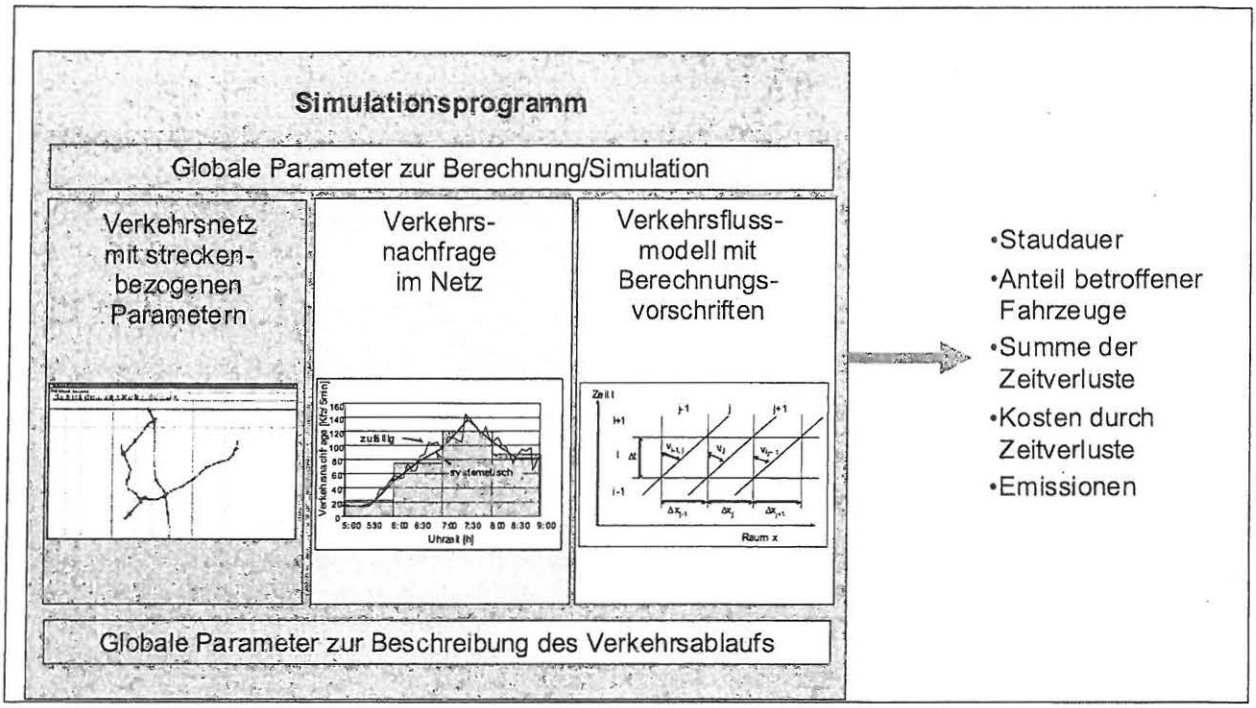


Abbildung 66: Bestandteile des Simulationsprogramms

5.4.2 Eingangsgrößen

Die Eingangsgrößen für das Zellenmodell lassen sich grob in drei Teile gliedern:

- Verkehrsnetz mit streckenbezogenen Parametern
- Verkehrsnachfrage im Netz
- Globale Parameter zur Beschreibung des Verkehrsablaufs

Das Streckennetz mit seinen Parametern wird über einen im Simulationsprogramm integrierten Netzgenerator zur Verfügung gestellt. Grundsätzlich besteht das Netz aus Knoten und Strecken mit jeweils beschreibenden Parametern. Es wird im folgenden Abschnitt ausführlich behandelt.

Die Verkehrsnachfrage beschreibt die zu erwartende Belastung des Verkehrsnetzes. Da die Verkehrsnachfrage eine zeitlich variable Größe ist, müssen die Daten in Form von Ganglinien für den zu simulierenden Zeitraum vorgegeben werden. Die notwendigen Eingangsdaten setzen sich zusammen aus den Ganglinien der Verkehrsnachfrage für alle Quellen im Netz (Einfahrten in Anschlussstellen sowie Netzgrenzen) sowie den Ganglinien der Verzweigungsanteile an allen Ausfahrten und Knotenpunkten. Hinzu kommt die Kenntnis über den jeweiligen Schwerverkehrsanteil in jedem Intervall.

Die dritte Säule der Eingangsdaten bilden die globalen Parameter. Diese beschreiben allgemeingültige Kenngrößen wie die Höhe der Kapazitätsreduktionen in Folge von Regen oder Arbeitsstellen und Annahmen zur Häufigkeit und Dauer von Unfällen sowie Pannen. Darüber hinaus gehören dazu auch allgemeine Festlegungen zum Ablauf der Simulation, wie z.B. der Simulationszeitraum.

5.4.3 Modellierung des Verkehrsnetzes

Der Netzeditor dient zur Erstellung des zu simulierenden Streckennetzes. Er erlaubt eine benutzerfreundliche Eingabe des detaillierten Autobahnnetzes sowie der zugehörigen Parameter der Netzelemente. Gleichzeitig bietet der Netzgenerator die Möglichkeit, die Ergebnisse der Simulationsrechnungen zu visualisieren.

Das Streckennetz bildet die Grundlage für die Simulation. Es enthält wesentliche Informationen über die Streckencharakteristik und damit Parameter, die den Verkehrsablauf auf den einzelnen Strecken wesentlich bestimmen.

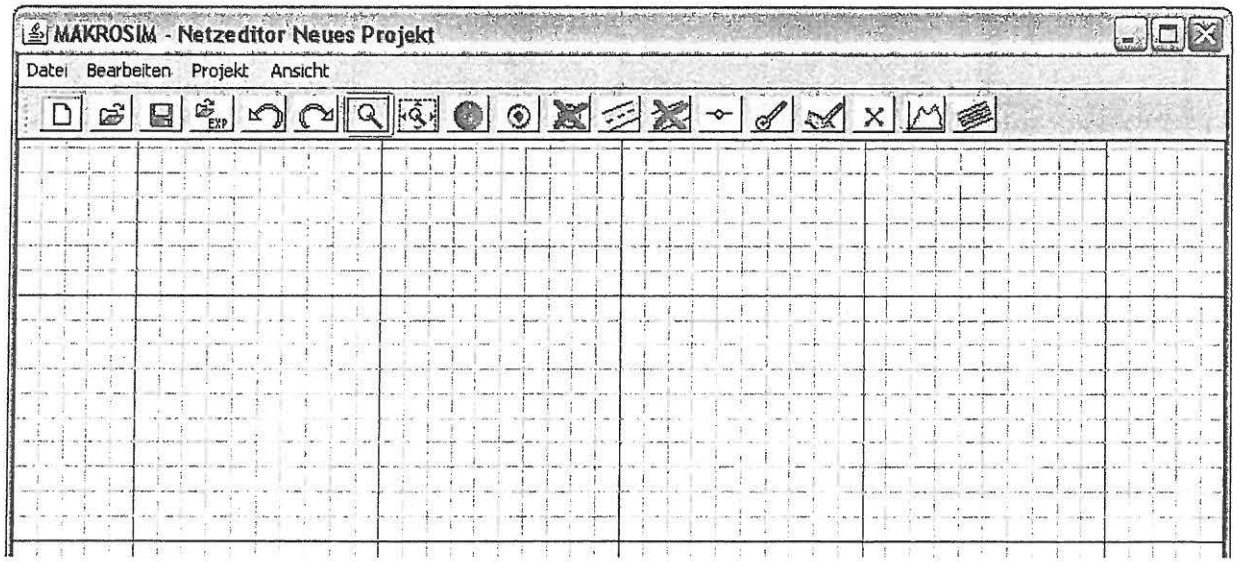


Abbildung 67: Netzeditor des Simulationsprogramms zur Netzerstellung

Grundlegend besteht das Streckennetz aus Knotenpunkten und den dazwischen liegenden Strecken.

Knoten

Knoten können im Netz verschiedene Funktionen erfüllen: Sie können Einspeisungspunkte für den Verkehr sein (Quellen). Ebenso können sie das Ende einer Strecke darstellen (Senken). Knoten, die weder Quellen noch Senken sind, haben jeweils mindestens eine Vorgänger- und eine Nachfolgerstrecke. Dadurch können Verzweigungen und Kreuzungen (Knotenpunkte) modelliert werden.

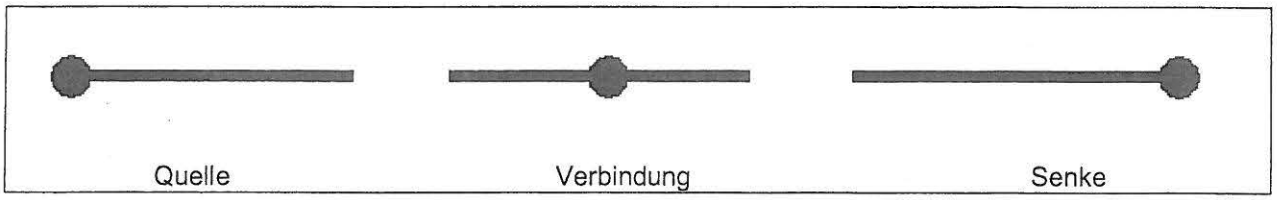


Abbildung 68: Knoten

Die Verbindung zweier Strecken ist an Stellen sinnvoll, an denen sich bestimmte Charakteristika der Strecke ändern, wie z.B. die Anzahl der Fahrstreifen, die Steigung oder die zulässige Geschwindigkeit. An einer Einfahrt werden mehrere Einzelstrecken (später Vorgänger-Strecken genannt) mit einer weiter-

führenden Strecke verbunden, während an einer Ausfahrt eine Strecke mit mehreren Einzelstrecken (Nachfolger-Strecken) verbunden ist.

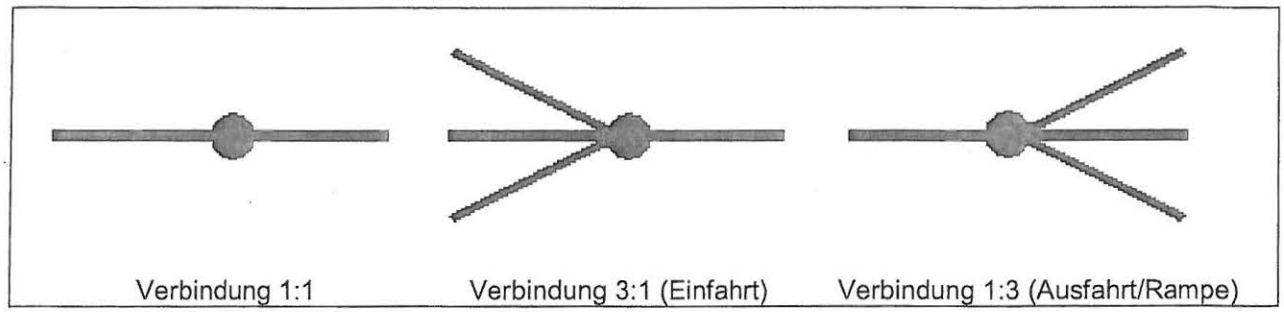


Abbildung 69: Verbindungen

An einer Verbindung leitet der Knoten den gesamten Verkehr an die nachfolgenden Strecken weiter. Wenn sich mehrere Nachfolger-Strecken an einen Knoten anschließen, so wird der Verkehr anteilig auf die Nachfolger-Strecken verteilt. Die jeweiligen Anteile sind auch als Ganglinie editierbar.

Um die auf dem Netz basierende Simulation zu vereinfachen und um fehlerhafte Eingaben zu vermeiden, wurden einige Restriktionen implementiert:

- ein Knoten kann maximal vier Vorgängerstrecken haben,
- ein Knoten kann maximal vier Nachfolgerstrecken haben,
- ein Knoten kann entweder nur mehrere Vorgänger- oder nur mehrere Nachfolgerstrecken haben.

Diese Restriktionen führen bei der Erstellung eines Autobahnnetzes nicht zu Problemen, da sich diese Bedingungen aus der niveaufreien Bauweise der Anschlussstellen und Autobahnknotenpunkte ergeben.

Die wesentlichen Angaben zu einem Knotenpunkt beschränken sich auf seinen Namen und die Knotenpunktnummer. Darüber hinaus kann einem Knoten eine Ganglinie der Verkehrsnachfrage zugewiesen werden, wenn es sich um eine Quelle handelt. Die notwendige Gangliniendatei besteht aus zwei Zahlenreihen, der Gesamtverkehrsstärke sowie dem ganzzahligen Schwerverkehrsanteil in Prozent. Die Zahlenreihen bestehen jeweils aus 105.120 Zeilen, d.h. je einem Wert für jedes 5-Minuten-Intervall eines Jahres.

Hat der Knoten mehr als einen Nachfolger, kann ihm eine Ganglinie der Verzweigungsanteile zugeordnet werden. Sie sind in Form von Textdateien vorzugeben. Sie bestehen aus maximal drei Zahlenreihen, die die möglichen Fahrbeziehungen darstellen. Diese Zahlenreihen sind stets gleich anzuordnen: Nach links abbiegend, gerade aus fahrend, rechts abbiegend. Hat der Knoten nur zwei Nachfolger, z.B. bei einer Ausfahrt an einer Anschlussstelle, besteht die Textdatei aus nur zwei Datenreihen.

Die Angabe der Anteile erfolgt in ganzzahligen Prozentwerten. In der ersten Zeile der Datei ist die Knotennummer des betreffenden Knotens anzugeben. Die Ganglinien können im Netzeditor zu den entsprechenden Knoten zugewiesen werden. Diese manuelle Zuweisung ist jedoch sehr aufwendig und nicht zwingend notwendig, da bei der Simulation automatisch nach den Dateien der Ganglinien gesucht wird, wenn die Zuweisung fehlt. In diesem Fall muss die Textdatei der Ganglinie die Nummer des Knotens als Dateinamen aufweisen. Zusätzlich können im Netzeditor für jeden Zuflussknoten (Grenzknoten und Ein-

fahrten) ein individueller Faktor zur Erhöhung oder Verminderung der Verkehrsstärke und des Lkw-Anteils vereinbart werden.

Strecken

Strecken bezeichnen Verbindungen zwischen Knoten. Eine Strecke stellt dabei jeweils eine Richtungsfahrbahn unabhängig von der Fahrstreifenanzahl dar. Der Netzeditor unterstützt die gleichzeitige Erstellung beider paralleler Richtungsfahrbahnen, erlaubt jedoch auch eine getrennte Eingabe der Richtungsfahrbahnen. Die Strecken werden jeweils pro Fahrtrichtung durchnummeriert, um eine spätere Zuordnung zu Ergebnissen der Simulation zu erlauben. Für jede Strecke können wesentliche Parameter ausgewählt bzw. eingegeben werden. Folgende Streckentypen stehen zur Auswahl:

- Autobahn außerhalb von Ballungsräumen
- Autobahn innerhalb von Ballungsräumen
- Autobahn mit Tempolimit (120 km/h bzw. 80/100 km/h)
- Arbeitsstelle (verschiedene Verkehrsführungen)
- Einfahrt
- Ausfahrt
- Verbindungsfahrbahnen (Rampen)
- N.N.

Als weitere wesentliche, den Verkehrsablauf beeinflussende Parameter können eingegeben werden:

- Pannenraten / Unfallraten
- Vorhandensein eines Standstreifens

Darüber hinaus muss der Querschnitt bzw. die Anzahl der Fahrstreifen pro Richtung angegeben werden. Tabelle 10 liefert einen Überblick über die Regelquerschnitte nach RAA (FGSV, 2008). Die im zu simulierenden Netz vorhandenen Querschnitte werden sinngemäß zugeordnet.

Anzahl Fahrstreifen	Regelquerschnitte nach RAA		
	EKA* 1 A & B A...Fernautobahn B...Überregionalautobahn	EKA 2 Autobahnähnliche Straße	EKA 3 Stadtautobahn
2	RQ 31	RQ 28	RQ 25
3	RQ 36	-	RQ 31,5
4	RQ 43,5	-	RQ 38,5

Tabelle 10: Regelquerschnitte nach RAA (Quelle: FGSV, 2008) *...EKA: Entwurfsklasse (vgl. RAA, 2008)

Außerhalb von Arbeitsstellen kann der Einfluss der Fahrstreifenbreite auf die Höhe der mittleren Kapazität vernachlässigt werden. Bei abweichenden Querschnittsbreiten ist daher vor allem die Anzahl der Fahrstreifen pro Richtungsfahrbahn von Bedeutung. Auch in Tunneln sind häufig abweichende Fahrstreifenbreiten zu finden. In diesen Fällen ist ebenfalls die Fahrstreifenanzahl anzugeben. Der Einfluss des

Tunnels auf den Verkehrsablauf wird durch Auswahl des Streckentyps „Tunnel" in der Simulation wirksam.

Im Rahmen der Maßnahmen zum Netzausbau kommt es zu langfristigen Arbeitsstellen, die mit einer teilweise erheblichen Kapazitätsreduktion und damit verbundenen Stauereignissen einhergehen. Aus diesem Grund ist im Programm eine Berücksichtigung von Arbeitsstellen vorgesehen. Dazu können verschiedene Verkehrsführungen im Bereich der Arbeitsstelle ausgewählt werden. Der Zeitbereich, in dem die Arbeitsstelle wirksam ist, kann ebenfalls über die Streckenparameter des jeweiligen Streckenabschnitts eingegeben werden.

Weitere wesentliche Parameter zur Beschreibung des Fundamentaldiagramms und damit zur Nachbildung des Verkehrsablaufs auf dem Streckenabschnitt sind:

- Länge und Grad von Steigungs- bzw. Gefällestrecken
- Anordnung einer temporären Standstreifenfreigabe
- Vorhandensein einer Streckenbeeinflussungsanlage

Diese Informationen müssen während der Netzerstellung für alle Streckenabschnitte angegeben werden.

Sind für einen Streckenabschnitt die Parameter des Fundamentaldiagramms bekannt und weisen diese lokal deutliche Unterschiede zu den HBS-Werten auf, können die Parameter auch direkt eingegeben werden. In dem Fall muss der Streckentyp N.N. ausgewählt werden.

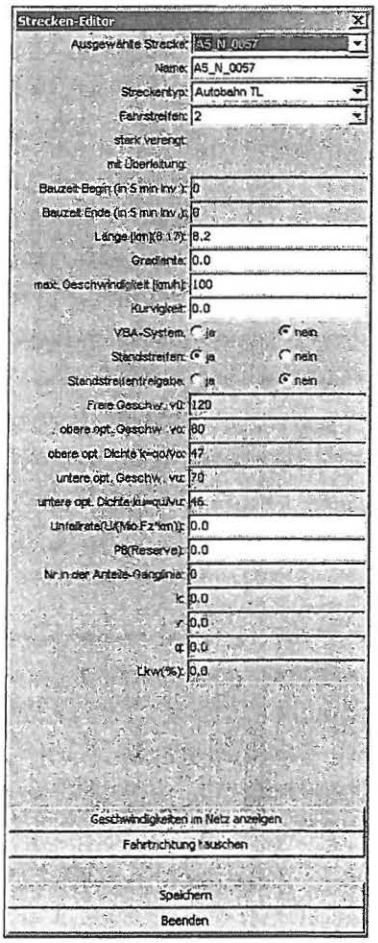


Abbildung 70: Eingabefenster für Streckenparameter

Modellierung von Knotenpunkten

Autobahnkreuze können je nach den örtlichen Bedingungen unterschiedlich komplizierte Formen aufweisen. Da es bei niveaufreien Knotenpunkten keine Kreuzen-Vorgänge gibt, gliedern sich solche Knotenpunkte in sehr viele Teilknoten auf, an denen jeweils nur Ausfahren, Einfahren oder Verflechtungsvorgänge vorkommen können. Ein Knotenpunkt der typischen Kleeblatt-Grundform (siehe FGSV, 2008) verfügt über 24 Teilknoten.

Mit dem Zellenmodell kann der Verkehrsablauf auf einem Autobahnkreuz im Detail nachgebildet werden. Da gerade die gegenseitigen Beeinflussungen an einigen Knotenpunkten den wesentlichen Engpass darstellen, werden alle Knotenpunkte detailliert modelliert. Dadurch können innerhalb der Knotenpunkte verursachte Überlastungen in der Simulation berücksichtigt werden.

Die Rampen werden graphisch im Netz aus Gründen der Übersichtlichkeit als Geraden dargestellt. Der Verlauf einer Strecke (Kurvigkeit) hat keinen Einfluss auf die Simulation des Verkehrsflusses. Wesentlich ist hingegen die Streckenlänge. Diese wurde für die einzelnen Rampen aus Luftbildaufnahmen ausgemessen und als Parameter der Strecken hinterlegt, so dass die realistischen Längen in der Simulation berücksichtigt werden.

Rampen werden als Strecken des Typs Verbindungsfahrbahn definiert. Diese können einen oder zwei Fahrstreifen haben. Als Voreinstellung ist eine zulässige Geschwindigkeit von 80 km/h gewählt. Diese kann für enge Schleifenrampen (Kleeblatt) manuell herabgesetzt werden.

5.4.4 Modellierung der Verkehrsnachfrage

Definition der notwendigen Daten

Die Modellierung der Verkehrsnachfrage in der Simulation erfolgt durch die Vorgabe von Verkehrsnachfrageganglinien in 5-Minuten-Intervallen für alle Zuflüsse. Zuflüsse entstehen an allen Zufahrten in Anschlussstellen sowie an den Grenzen eines Untersuchungsraums und an den Anfängen von Autobahnen. Zusätzlich zu der Ganglinie der Verkehrsnachfrage des Gesamtverkehrs wird eine Ganglinie des Schwerverkehrsanteils benötigt. In Verzweigungen werden die Nachfragewerte nach vorgegebenen Ganglinien der Verzweigungsanteile aufgeteilt. Verzweigungen können Rampen im Verlauf von planfreien Knotenpunkten sowie Ausfahrten sein. Im übrigen Netz ergibt sich die Ganglinie der Verkehrsstärke aus dem Verkehrsflussmodell (siehe oben).

Generierung von Tagesganglinien der Verkehrsnachfrage

Die Erzeugung von Ganglinien der Verkehrsnachfrage für alle Quellen erfolgt durch eine Überlagerung realer Tageswerte mit typisierten Ganglinien der stündlichen Verkehrsstärkeanteile. Stehen keine empirischen Tageswerte zur Verfügung, werden sie durch die Verwendung von Wochen- und Jahrsganglinien geschätzt. Die manuelle Zuordnung der Messquerschnitte zu den jeweiligen Ganglinientypen des Gesamtverkehrs erfolgte durch den Vergleich empirischer Ganglinien innerhalb des „Normalzeitbereiches" mit den Typganglinien nach Pinkofsky (Pinkofsky, 2006). Die genaue Vorgehensweise ist in Brilon e.a. (2006) beschrieben.

Die Verwendung typisierter Ganglinien stellt bei der Verwendung des hier beschriebenen Verkehrsflussmodells eine gewisse Fehlerquelle dar. Die verwendeten Ganglinien der stündlichen Anteile an der Ta-

gesverkehrsstärke sind stark vereinfacht, so dass zum Beispiel die Morgen- und Nachmittagsspitzen bei allen Typen stets auf die gleichen Stunden fallen (7:00 Uhr und 16:00 Uhr). Damit können zeitliche Variationen im Tagesverlauf, wie sie in der Realität auftreten, nur unzureichend abgebildet werden. Ein weiteres Problem ergibt sich aus der begrenzten Anzahl der Typganglinien. Bei der Zuordnung wurde stets die ähnlichste Typganglinie (genereller Verlauf und Minimierung der Fehlerquadrate) zugrunde gelegt. Wenn die empirische Ganglinie in Zufahrten im Verlauf eines Streckenzuges immer nur etwas über einer Typganglinie liegen, dieser aber im Vergleich zu den anderen Ganglinientypen am meisten ähneln, wird diese Typganglinie zur Ermittlung der Nachfrageganglinien verwendet, obwohl sie in den Spitzenstunden unter Umständen zu niedrige Werte liefert. Dies führt dazu, dass immer ein gewisser Prozentsatz an Verkehr nicht berücksichtigt wird. Dieser Effekt kann sich über mehrere Einfahrten aufaddieren, so dass auf der Strecke zu geringe Verkehrsstärken resultieren.

Die Umrechnung der Stundenverkehrsstärken auf 5-Minuten-Intervalle erfolgt nach einem pragmatischen Verfahren von Brilon, Zurlinden (2003). Mit diesem Ansatz wird eine abschnittsweise lineare Trendlinie so zwischen Stützstellen aufgespannt, dass die mittlere Verkehrsstärke je Stunde den zuvor ermittelten konstanten Stundenwerten entspricht. Als Stützstellen dienen jeweils die Mittelwerte zwischen zwei Stundenwerten (zu jeder vollen Stunde) sowie diejenigen Stützwerte in jeder Stundenmitte, die sich unter der Randbedingung gleicher mittlerer Stundenbelastungen ergeben. Die Verkehrsstärke im 5-Minuten-Intervall kann demnach nach Gleichung (5-12) bestimmt werden (Brilon, Geistefeldt, 2007).

$$q_N(i,j) = \begin{cases} x_2 + \frac{13-2\cdot j}{12}\cdot x_1 & \text{für } j = 1..6 \\ x_2 - \frac{13-2\cdot j}{12}\cdot x_3 & \text{für } j = 7..12 \end{cases} \qquad (5\text{-}12)$$

mit

$$x_1 = \frac{3}{4}\cdot q_{60}(i-1) - q_{60}(i) + \frac{1}{4}\cdot q_{60}(i+1)$$

$$x_2 = -\frac{1}{4}\cdot q_{60}(i-1) + \frac{3}{2} q_{60}(i) - \frac{1}{4}\cdot q_{60}(i+1)$$

$$x_3 = \frac{1}{4}\cdot q_{60}(i-1) - q_{60}(i) + \frac{3}{4}\cdot q_{60}(i+1)$$

$q_N(i,j)$ = Verkehrsnachfrage im 5-Minuten-Intervall j der Stunde i [Kfz/h]

I = Index des Stundenintervalls [-]

j = Index des 5-Minutenintervals [-]

q_{60} = Verkehrsnachfrage im Stundenintervall i [Kfz/h]

Generierung der Ganglinien des Schwerverkehrsanteils

Grundlage für die Ermittlung der Ganglinien des Schwerverkehrs in 5-Minuten-Intervallen ist die Generierung von Nachfrageganglinien im Schwerverkehr. Die Schwerverkehrsanteile werden anschließend durch Division der Schwerverkehrsnachfrage durch die des Gesamtverkehrs in jedem 5-Minuten-Intervall ermittelt.

Die Berechnung der Nachfrageganglinie des Schwerverkehrs erfolgt in Anlehnung an die Vorgehensweise für den Gesamtverkehr. Die empirischen Tageswerte werden vollständig ergänzt und dann mittels typisierter Ganglinientypen für die einzelnen Wochentage in Stundenintervalle aufgeteilt. Als typisierte Ganglinientypen wurden die von Geistefeldt (2003) ermittelten Wochen- und Tagesganglinientypen für

den Schwerverkehr verwendet. Die Zuordnung der Tages- und Wochenganglinientypen basiert auf der Lage der Messstelle innerhalb oder außerhalb von Ballungsräumen. Die Aufteilung der stündlichen Schwerverkehrsnachfrage in 5-Minuten-Intervalle erfolgt wie in Gleichung (5-12) beschrieben. Der Schwerverkehrsanteil wird danach für jedes 5-Minuten-Intervall aus den Verkehrsnachfragewerten ermittelt.

Generierung der Ganglinien bei fehlenden empirischen Daten

Obwohl das nordrhein-westfälische Autobahnnetz in Form von Dauerzählstellen und Streckenbeeinflussungsanlagen mit zahlreichen Detektoren zur Erhebung der Verkehrsstärken ausgestattet ist, gibt es doch einige Streckenabschnitte und Anschlussstellen, für die keine oder nur unvollständige empirische Verkehrsstärkedaten vorliegen. Um diese Zuflüsse dennoch realistisch nachbilden zu können, wurden die Nachfrageganglinien aus DTV-Werten generiert. Die Aufteilung des Verkehrs auf Tages- und Stundenwerte erfolgte ebenfalls über die Typganglinien nach Pinkofsky (2006). Da eine Zuordnung zu den Ganglinientypen ohne empirische Daten nicht möglich ist, wurden, soweit bekannt, die Typen so ausgewählt, dass sie dem nachfolgenden Streckenabschnitt gleichen. Waren für diesen ebenfalls keine Informationen verfügbar, wurden eher ausgeglichene Ganglinientypen gewählt.

Generierung der Ganglinien von Verzweigungsanteilen an Knotenpunkten

Die Ganglinien der Verzweigungsanteile werden aus den Ganglinien der Verkehrsnachfrage an Messquerschnitten im Bereich von Anschlussstellen für jedes Zeitintervall abgeleitet. Für Autobahndreiecke und –kreuze liegen häufig Messwerte in den Rampen und auf der Hauptfahrbahn vor, so dass sich die Anteile leicht berechnen lassen. Die Anteile werden als ganzzahlige Prozentwerte für jedes 5-Minuten-Intervall des Jahres in einer Textdatei gespeichert.

An Ausfahrten von Anschlussstellen, an denen keine Messdaten vorliegen, wird ein zeitlich konstanter Anteil aus den DTV-Werten von Hauptfahrbahn und Rampe abgeleitet. Dabei stellt die fehlende zeitliche Varianz ein weniger großes Problem dar, da festgestellt wurde, dass die tageszeitlich bedingten Streuungen der empirischen Aufteilungsganglinien in der Regel sehr gering sind. So beträgt die mittlere Standardabweichung 2,6% und der mittlere Variationskoeffizient 0,19 (Stichprobenumfang: 47 Ausfahrten mit zur Verfügung stehenden Aufteilungsganglinien der Verkehrsnachfrage).

5.4.5 Verkehrsflussmodell - Makroskopisches Zellenmodell mit variabler Zellenlänge

Zellenmodelle

Zellenmodelle beruhen auf der Kontinuitätstheorie. Für das Modell wird die Zeitachse in kurze Zeitintervalle der Dauer Δt und das betrachtete Streckennetz in kurze Abschnitte der Länge Δx eingeteilt. Für jede Zelle wird die Ausbreitung der Verkehrszustände (Verkehrsstärke q, Verkehrsdichte k, mittlere Geschwindigkeit v) nach der Kontinuitätsbedingung errechnet.

Prinzip der makroskopischen Simulation

Die Simulation erfolgt anhand der Berechnung des Verkehrszustands (z.B. Verkehrsstärke q, Verkehrsdichte k und Geschwindigkeit v) in Raum und Zeit nach der Kontinuitätstheorie. Es werden keine einzelnen Fahrzeuge sondern der gesamte Verkehrsfluss betrachtet.

Alle Strecken im Netz werden in Teilstrecken der Länge Δx aufgeteilt. Der zu simulierende Zeitraum wird in Zeitschritte Δti unterteilt, der genau dem Updating-Intervall des Simulationsmodells entspricht, d.h. dem zeitlichen Abstand zweier aufeinanderfolgender Zustände im simulierten Netz. Für das Gesamtnetz gibt es nur eine einheitliche Länge Δt. Die Simulation/Berechnung ermittelt die Verkehrszustände in allen Zellen mit der Dimension $\Delta xj * \Delta t$ im Gesamtnetz für den gesamten Zeitraum, z.B. 1 Jahr.

Für jede Zelle (i, j) der Länge Δx und der Dauer Δt sind die Ausgangssituationen am unteren Rand

- durch die Verkehrsdichte $k_{i,j}$
- durch die Verkehrsstärke $q_{i,j}$ (in Verbindung mit der Information „fließend / Stau-zähflüssig")

definiert. Diese Werte sind aus dem bis dahin durchgeführten Verlauf der Berechnungen unabhängig von der Position der Zelle im Netz bekannt. Daraus können mit Hilfe des Fundamentaldiagramms (FDG) für die Zelle (i, j) die fehlenden Informationen über den Verkehrszustand errechnet werden.

Die kürzeste Länge Δxj im Netz ist so zu wählen, dass das Updating (Neuberechnung des Netzzustands) der Simulation unabhängig von der relativen Position der Teilstrecken im Netz erfolgen kann. Der Wert von Δxj ist von der Dauer des Updating-Zeitintervalls Δt und von der Geschwindigkeit vi,j abhängig. Die Bedingung hierfür lautet (vgl. auch Abbildung 71):

$$\Delta x_j \geq v_{i,j} \cdot \Delta t_i \qquad (5\text{-}13)$$

Mit Δx_j = Zellenlänge [m]

$v_{i,j}$ = Maximale Geschwindigkeit auf der Teilstrecke j zur Zeit i [m/s]

Δt_i = Dauer des Zeitintervalls i [s]

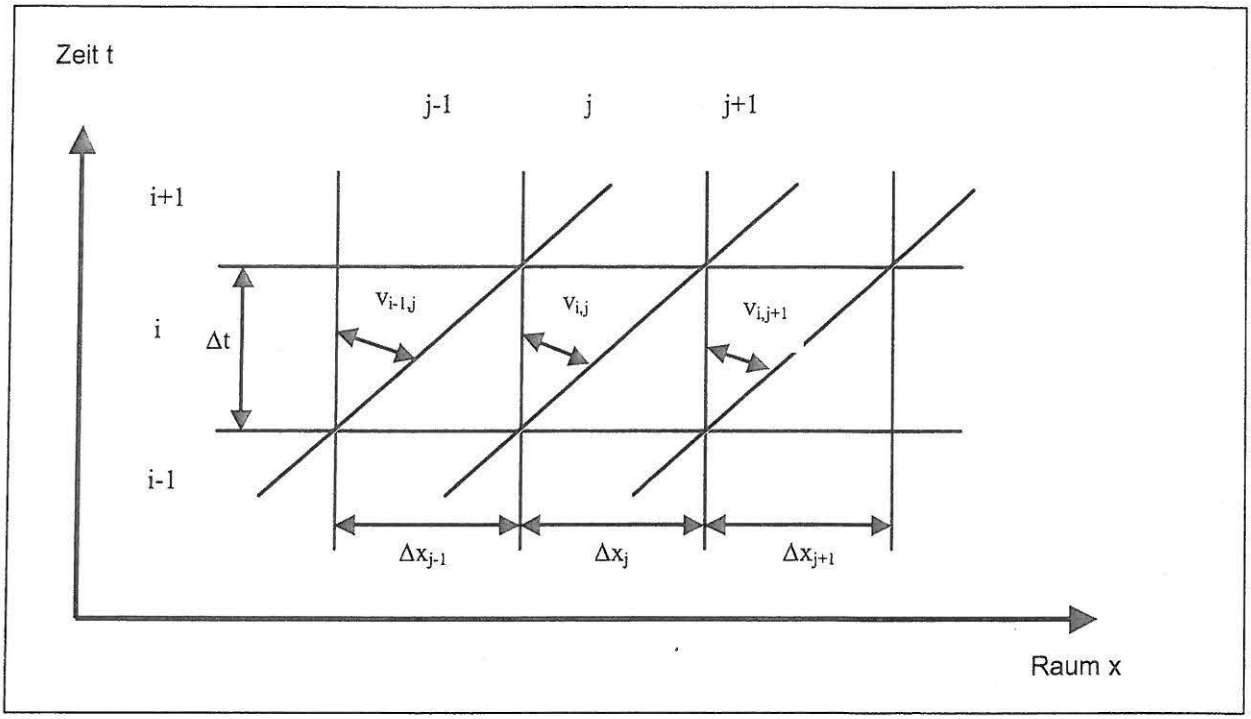


Abbildung 71: Prinzip der Zelleneinteilung entsprechend der maximalen Geschwindigkeit

Unter Einbehaltung dieser Bedingung wird gewährleistet, dass die Fahrzeuge innerhalb eines Zeitintervalls Δt nicht über eine Zelle der Länge Δxj hinaus fahren. Unter dieser Bedingung ist der Verkehrszustand der Zelle (i, j) nur von den Verkehrszuständen der Zellen (i-1, j-1), (i-1, j) und (i-1, j+1) abhängig. Das Updating für den Zeitschritt i kann dann unabhängig von den Positionen der Zellen erfolgen. Die Bedingung muss für alle Zellen und alle Geschwindigkeiten im Netz erfüllt werden. Die maximale Geschwindigkeit ist dann maßgebend. Wird eine maximale Geschwindigkeit v_0=120 km/h und ein Updating-Intervall Δt=4 s vorausgesetzt, erhält man eine Mindestlänge für die Teilstrecken:

$$\Delta x \geq 120\text{km/h} \cdot 4\text{s} / 3600 = 1{,}333\text{km} = 133{,}3\text{m} \qquad (5\text{-}14)$$

Für die vorliegende Untersuchung wurde eine Mindestlänge Δx=150m vorgeschrieben. Dies entspricht einer maximalen Geschwindigkeit des Verkehrsstroms (mittlere Geschwindigkeit aller Fahrzeuge bei sehr geringer Verkehrsstärke) von v_0=135km/h.

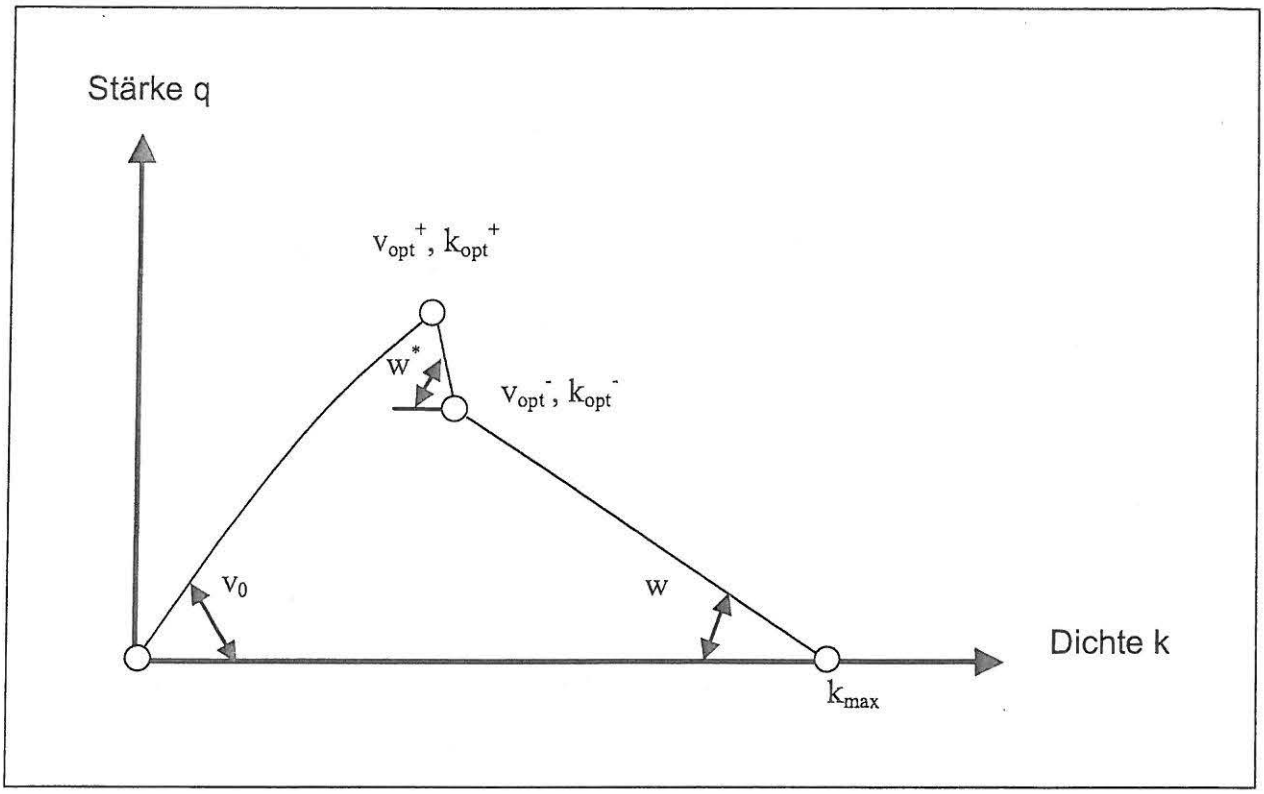


Abbildung 72: Parameter zur Beschreibung des Fundamentaldiagramms

Es wird davon ausgegangen, dass das Fundamentaldiagramm für jede Zelle bekannt ist. Ein Fundamentaldiagramm wird durch 5 Parameter definiert. Um eine richtungsunabhängige Berechnung der Verkehrszustände zu gewährleisten, muss die Geschwindigkeit der Stoßwellen beim Stauaufbau auf die maximale Größe $w^*=-v_0$ begrenzt werden. Daher muss k_{opt}^- so ausgewählt werden, dass die Gleichung

$$w^* = \frac{q^- - q^+}{k_{opt^-} - k_{opt^+}} = \frac{v_{opt^-}k_{opt^-} - v_{opt^+}k_{opt^+}}{k_{opt^-} - k_{opt^+}} = -v_0 \qquad (5\text{-}15)$$

gilt. Die Verkehrsflüsse zwischen den benachbarten Zellen (i, j-1) und (i, j) bzw. Zellen (i, j) und (i, j+1) können dann nach der Kontinuitätstheorie berechnet werden.

Vereinfacht können die Verkehrsflüsse zwischen den benachbarten Zellen auch nach dem Prinzip Sendung/Empfang ermittelt werden (Abbildung 73, vgl. auch das Cell Transmission Model nach Daganzo). Dieses Prinzip wurde aus der Kontinuitätstheorie hergeleitet und dient zur besseren Handhabung der Simulation. Es stellt dar, mit welcher Verkehrsstärke eine Zelle Fahrzeuge abgeben und annehmen kann.

Der realisierbare Fluss zwischen Zelle j und Zelle j+1 ist der kleinere Wert des möglichen sendbaren Flusses (grüne Linie in Abbildung 73) der Zelle j und des möglichen empfangbaren (rote Linie in Abbildung 73) Flusses der Zelle j+1. D.h.,

$$\begin{aligned} q_{j=>j+1} &= \min(q_{i,send}, q_{j+1,empf}) \\ &= \min(q_{i,send}(k_j), q_{j+1,empf}(k_{j+1})) \end{aligned} \qquad (5\text{-}16)$$

mit $q_{j=>j+1}$ = Verkehrsfluss zwischen den Zellen j und j+1 [Kfz /Zeitschritt]

$q_{j,send}$ = Sendbare Verkehrsstärke in Zelle j [Kfz /Zeitschritt]

$q_{j+1,empf}$ = Empfangbare Verkehrsstärke in Zelle j+1 [Kfz/Zeitschritt]

k_j = Verkehrsdichte in Zelle j [Kfz/km]

Dies entspricht im Prinzip einem hydrodynamischen Modell. Allerdings wird hier der Capacity-Drop im Fundamentaldiagramm berücksichtigt. Damit kann die Instabilität des Verkehrsflusses realistisch nachgebildet werden. Neu ist, dass die maximalen Verkehrsstärken (Kapazität) im Fundamentaldiagramm als Zufallsgrößen betrachtet werden. Die Variation der Kapazitäten kann dementsprechend realisiert werden.

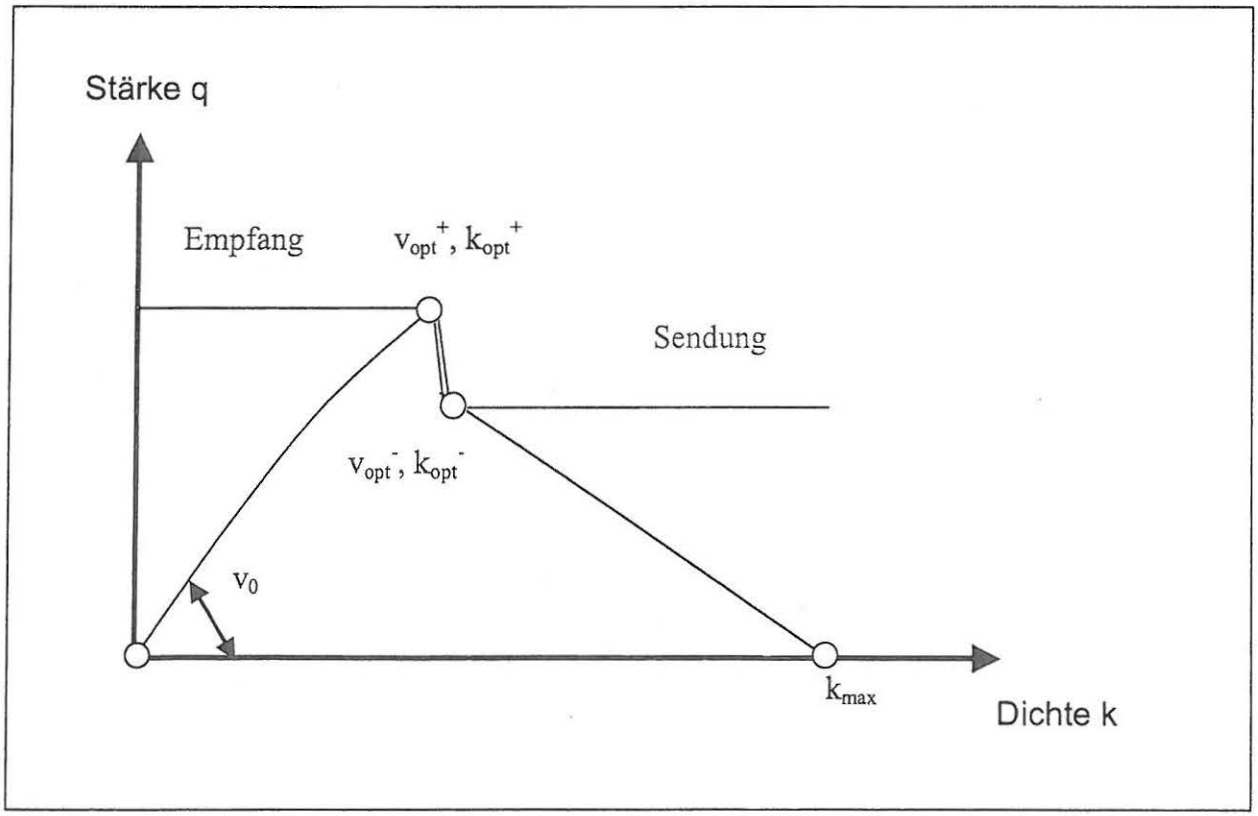


Abbildung 73: Prinzipskizze Sendung/Empfang im Fundamentaldiagramm (vgl. Cell Transmission Model)

Behandlung von Ein- und Ausfädelungsvorgängen

Im Einfädelungsbereich wird die Kapazität der empfangenden Zelle entsprechend der möglichen sendbaren Flüsse der sendenden Zellen aufgeteilt. Damit wird sichergestellt, dass im Stauzustand die Zuflüsse im Verhältnis zu den Kapazitäten der sendenden Zellen stehen.

Im Ausfädelungsbereich wird die Kapazität der sendenden Zelle entsprechend der vorgegebenen Anteile der ausfädelnden Flüsse aufgeteilt. Zusätzlich werden die realisierten Flüsse noch auf die Einhaltung der vorgegebenen Verzweigungsanteile geprüft. Dies dient dazu, dass sich ein Stau in ausfahrenden Strömen auch stromaufwärts über den Ausfädelungspunkt fortpflanzen kann.

Kommunikation Editor/Zellenmodell

Der Netzeditor ist in das Programm des Zellenmodells eingebettet. Das Zellenmodell benötigt, bedingt durch seine Funktionsweise und die anzustrebende Genauigkeit, kurze Streckenabschnitte. Deren Länge ergibt sich durch die oben beschriebenen Bedingungen in Abhängigkeit von der maximal zulässigen Geschwindigkeit und von der Lage von Anschlussstellen oder Änderungen in der Streckencharakteristik. Eine manuelle Eingabe aller Teilstrecken (Zellen der Länge Δx) durch den Nutzer ist extrem aufwendig. Aus diesem Grund erfolgt die Netzerstellung entsprechend den tatsächlichen Streckenlängen. Nach Fertigstellung des Netzes wird dieses gespeichert und exportiert. Während dieses Exportvorgangs werden die erstellten Strecken automatisch in Teilstrecken unterteilt. Die Teilstrecken werden wie die Stammstrecke benannt und mit einem fortlaufenden zusätzlichen Index versehen. Somit bleiben sie eindeutig identifizierbar und ermöglichen nach der Simulation eine streckenbezogene Darstellung der Ergebnisse.

Gleichzeitig werden alle relevanten, streckenbezogenen Parameter aus den Textdateien des Netzeditors eingelesen. Globale, streckenunabhängige Parameter wie z.B. Kapazitätsreduktionen durch Regen oder verschiedene Verkehrsführungen in Arbeitsstellen werden außerhalb des Netzgenerators verwaltet.

Konzept der stochastischen Kapazität

Das Zellenmodell basiert auf der Annahme stochastisch variierender Kapazitäten. Dabei wird die Kapazität nicht als eine feste, maximal erreichbare Verkehrsstärke, sondern als Zufallsgröße aufgefasst. Empirisch analysierte Kapazitätsverteilungen können durch Weibull-Verteilungen dargestellt werden (Brilon & Zurlinden, 2003; Regler, 2004; Geistefeldt, 2007). Für deutsche Autobahnen sind Schätzungen für die Kapazitätsverteilungen bekannt. Die Verkehrsstärke q_z, bei der ein Zusammenbruch erfolgt, wird als Zufallsgröße aufgefasst. Die empirische Betrachtung wird zweckmäßigerweise in Zeitintervallen der Länge 5 Minuten durchgeführt (Brilon & Zurlinden, 2003). Ein Zusammenbruch ist dadurch definiert, dass die mittlere momentane Geschwindigkeit unter eine vorzugebende Schwelle abfällt, z.B. 80 km/h. Weitere Kriterien können zur Definition des Zusammenbruchs herangezogen werden (vgl. Geistefeldt, Brilon 2009). Die Zufallsgröße q_z kann nach den genannten Literaturquellen durch eine Weibull-Verteilung beschrieben werden:

$$F_{q_z}(q) = 1 - e^{-\left(\frac{q}{b}\right)^a} \quad für \;\; q \geq 0 \tag{5-17}$$

Mit $Fq_z(q)$ = Verteilungsfunktion der Zufallsgröße q_z an der Stelle q

q_z = Verkehrsstärke, bei der ein Zusammenbruch des fließenden Verkehrs erfolgt [Kfz/h]

a = Formparameter (beschreibt die Varianz)

b = Lageparameter der Verteilung

Brilon, Geistefeldt, Regler (2006) analysierten zahlreiche Streckenabschnitte zwei- und dreistreifige Richtungsfahrbahnen in Hessen. Durch Anpassung der Weibull-Verteilung an die empirischen Kapazitätsverteilungen mit Hilfe der Maximum-Likelihood-Schätzung wurden die folgenden Parameter der Weibull-Verteilung für 5-Minuten-Intervalle ermittelt.

Der Parameter *a* der Verteilung wird als nahezu konstant angesehen:

$$a = \begin{cases} 13 & \text{Abschnitt ohne SBA} \\ 16 & \text{Abschnitt mit SBA} \end{cases}$$

Der Wert des Parameters b kann aus den HBS-Kapazitätswerten abgeleitet werden über den Näherungsansatz:

$$b = C \cdot 1{,}275 \tag{5-18}$$

Mit C = Kapazität nach HBS [Kfz/h]

Durch diese Näherung ist es möglich, aus den Streckenparametern die mittlere Kapazität nach HBS und daraus die Verteilungsfunktion der Kapazität abzuleiten. Die Kapazitäten können über den Raum Δx (für jede Zelle) und über die Zeit Δt nach vorgegebenen Wahrscheinlichkeiten entsprechend der Weibull-Verteilung variiert werden.

Die Kapazität C eines Streckenabschnitts im herkömmlichen Sinne (z.B. im Sinne des HBS 2001) ist als die stündliche Verkehrsstärke definiert, bei der der Zustand des fließenden Verkehrs (=oberer Bereich des q-v-Diagramms) gerade noch über eine ganze Stunde aufrecht erhalten werden kann. Wenn die Verkehrsstärke q_N=C ist, kann eine mittlere momentane Geschwindigkeit der Größe v_{krit} erwartet werden. Diese markiert die Grenze zwischen fließendem Verkehr (d.h. $v>v_{krit}$) und zusammengebrochenem Verkehrs ($v<v_{krit}$).

Diese Kapazität C eines Streckenabschnitts ist abhängig von:

- der Anzahl der Fahrstreifen,
- der Steigung des Streckenabschnitts,
- der maximal zulässigen Geschwindigkeit,
- der Lage innerhalb oder außerhalb von Ballungsgebieten,
- dem Vorhandensein einer Streckenbeeinflussungsanlage,
- dem Vorhandensein eines Standstreifens,
- einer eventuellen temporären Standstreifenfreigabe,
- den örtlichen Besonderheiten (die im Modell nicht berücksichtigt werden).

Diese Informationen werden den Strecken im Netzeditor zugewiesen. Sie stehen für die Simulation als Eingangsgröße bereit. Nach diesen Kriterien wird die Kapazität C nach HBS 2001 bestimmt. Der oben

beschriebene Parameter β der Verteilungsfunktion der Kapazität kann aus dieser Kapazität C errechnet werden (5-18).

Eine wesentliche die Kapazität bestimmende Einflussgröße ist der jeweils vorliegende SV-Anteil. Diese Größe wird für jedes 5-Minuten-Intervall an allen Quellen zusammen mit der Verkehrsnachfrage eingespeist. Entsprechend dem Kontinuitätsmodell wird der SV-Anteil von Zelle zu Zelle übertragen. Im Bereich von Anschlussstellen und Autobahnkreuzen wird der Schwerverkehr im gleichen Maße anteilig auf die nachfolgenden Strecken aufgeteilt wie der Gesamtverkehr.

So ist in jeder Zelle zu jeder Zeit ein SV-Anteil bekannt, der zur Ermittlung der mittleren Kapazität nach HBS und danach zur Ableitung der Weibull-Verteilung der Kapazität verwendet wird. Die mittlere Kapazität wird nach den Angaben ermittelt, die von Geistefeldt (2008) als Vorschlag für das zukünftige HBS entwickelt wurden.

Eine Berücksichtigung der empirisch ermittelten lokalen Kapazitätswerte erfolgt über die Verwendung von Anpassungsfaktoren, die für jeden Streckenabschnitt vorgegeben werden können, wenn die Kapazität am Messquerschnitt offensichtlich nicht mit den HBS-Werten übereinstimmt.

Darüber hinaus variiert die Kapazität infolge externer Störungen. Nachgebildet werden:

- Unfälle / Incidents (=sonstige Vorfälle wie Pannen, verlorene Ladung etc.),
- Wettereinbrüche sowie
- Baustellen.

5.4.6 Simulation und Auswertung

Die eigentliche Simulation des Verkehrsablaufs und deren Auswertung erfolgen innerhalb des Simulationsprogramms. Das zu simulierende Netz muss dazu als Exportdatei (.exp) eingelesen werden. Beim Einlesen eines neu generierten Teilnetzes ist zusätzlich der Aufruf einer automatischen Datenaufbereitung notwendig. In diesem Schritt werden dem Teilnetz alle bestehenden Ganglinien zugeordnet und die Zuflussganglinien an den neu entstandenen Grenzknoten aus den Streckenbelastungen des Gesamtnetzes generiert. Ist für den Bereich dieses Grenzknotens ein Messquerschnitt mit empirischen Daten verfügbar, kann auch eine für diesen Messquerschnitt erzeugte Nachfrageganglinie eingelesen werden.

Die Simulation kann für unterschiedliche Zeitbereiche von einem einzelnen Tag bis hin zu einem Jahr durchgeführt werden. So kann Rechenzeit gespart und der Auswertungsaufwand auf den jeweiligen Simulationszweck angepasst werden.

Die Simulationsergebnisse können in verschiedenen Detailliertheitsgraden und auf unterschiedliche Weise visualisiert werden. Während der programminternen Aufbereitung der Simulationsergebnisse werden Ergebnisnetzdateien erzeugt, die das Anzeigen der Kennwerte q, k und v für ein bestimmtes Zeitintervall im Netzeditor erlauben. Diese Netzdateien (imp.) können im Netzeditor geöffnet werden und vermitteln einen Eindruck des momentanen Verkehrsablaufs im Netzzusammenhang zu jedem gewünschten Zeitpunkt.

5.4.7 Ergebnisse des Simulationsprogramms

Vorbemerkungen

Die Auswertung der Simulationsergebnisse kann auf drei Ebenen erfolgen. Generell ist zwischen einer Gesamtauswertung für das gesamte simulierte Netz für den vollständigen Zeitbereich und einer Einzelauswertung für einzelne Zeitintervalle und Streckenabschnitte zu unterscheiden. Die Simulationsergebnisse des gesamten Netzes können aggregiert zu Tageswerten für beliebig viele Tage in Excel ausgegeben werden. Auch eine Auswertung einzelner Streckenabschnitte und Streckenzüge ist möglich.

Daneben existiert die Auswertung durch eine Maske des Simulationsprogramms mit integriertem Weg-Zeit-Diagramm. Das Weg-Zeit-Diagramm zeigt die Qualität des Verkehrsflusses durch farbig differenzierte Anzeige der mittleren Geschwindigkeit auf angrenzenden Teilstrecken für jedes Fünf-Minuten-Intervall im simulierten Zeitbereich. Diese Auswertung erlaubt eine Visualisierung einzelner Stauereignisse in ihrer räumlich-zeitlichen Ausdehnung. Maßgebliche, den Verkehrsablauf beschreibende Kennwerte wie Staudauer, Verlustzeiten und Staukosten werden jeweils für das gesamte Netz als auch für einen beliebig wählbaren, markierten Punkt (bestimmter Ort zu einem gewissen Zeitpunkt) im Weg-Zeit-Diagramm ausgewiesen.

Die Ergebnisse des Simulationsprogramms können sehr detailliert ausgewertet werden. Für jede Zelle können die Kenngrößen q, k und v angegeben werden. Die Ergebnisse werden entsprechend der Möglichkeiten im Programm ausgewertet. Die Verkehrzustände können auch entlang einer Strecke in Form eines Zeit-Weg-Diagramms detailliert betrachtet werden. Die Kriterien zur Beschreibung der Überlastungswirkungen über ein Jahr sind in den folgenden Kapiteln beschrieben. Ergänzt werden diese Merkmale durch Aussagen zu Emissionen im simulierten Netz, getrennt nach Pkw und Lkw. Alle Ergebnisse werden detailliert in einer Excel-Datei ausgegeben.

Bewertung des Verkehrszustands im Netz

Für die Bewertung des Verkehrszustands im Netz werden folgende Hilfsparameter benötigt:

Summe Zeit:

$$T = \sum_{\text{alle}\,\Delta t} \Delta t_i = n_i \cdot \Delta t \quad (\Delta t = \text{const.},\ n_i = \text{Anzahl der Zeitintervalle}) \qquad [h] \qquad (5\text{-}19)$$

Summe Weg:

$$X = \sum_{\text{alle}\,\Delta x} \Delta x_j \quad (\Delta x_j = \text{variable}) \qquad [km] \qquad (5\text{-}20)$$

Summe (Mittelwert über die Zeit T) Verkehrsmenge im System:

$$M = \sum_i \sum_j \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j\right) \qquad [Fz] \qquad (5\text{-}21)$$

Die mittlere Geschwindigkeit im Netz lautet dann:

$$V = \frac{\sum_i \overline{v}_i \cdot N_i}{\sum_i N_i} \quad \text{mit} \quad \overline{V}_i = \frac{\sum_j k_{ij} \cdot \Delta x \cdot v_{ij}}{N_i} \quad \text{und} \quad N_i = \sum_j k_{ij} \cdot \Delta x \qquad [km/h] \qquad (5\text{-}22)$$

Die mittlere Reisezeit per Kilometer ist:

$$t = \frac{1}{V} = \frac{\sum_{\text{alle}\,\Delta t\,\text{und}\,\Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j\right)}{\sum_{\text{alle}\,\Delta t\,\text{und}\,\Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot v_{i,j}\right)} \qquad [h/km] \qquad (5\text{-}23)$$

Die gesamte Staudauer berechnet sich zu:

$$D_{stau} = \sum_{\substack{\text{alle}\,\Delta t\,\text{und}\,\Delta x \\ \text{bei}\ v_{i,j} < v_{opt+}}} \left(\Delta t_i \cdot \Delta x_j\right) \qquad [h*km] \qquad (5\text{-}24)$$

Die Stauhäufigkeit ist entsprechend:

$$P_{stau} = \frac{\sum_{\substack{\text{alle}\,\Delta t\,\text{und}\,\Delta x \\ \text{bei}\ v_{i,j} < v_{opt+}}} \left(\Delta t_i \cdot \Delta x_j\right)}{T \cdot X} \qquad [km/km] \qquad (5\text{-}25)$$

Summe und Kosten der Zeitverluste

Die mittlere Reisezeit per Fahrzeug im System (Zeit T * Raum X) ist:

$$t_{netz} = \frac{1}{V} \cdot X = \frac{\sum_{\text{alle}\,\Delta t\,\text{und}\,\Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j\right)}{\sum_{\text{alle}\,\Delta t\,\text{und}\,\Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot v_{i,j}\right)} \cdot X \qquad [h] \qquad (5\text{-}26)$$

Die Summe der Reisezeit lautet dann:

$$\sum t = t_{netz} \cdot M$$

$$= \frac{\sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j\right)}{\sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot v_{i,j}\right)} \cdot X \cdot \sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j\right) \qquad \text{[Fz*h*h]} \qquad (5\text{-}27)$$

$$= \frac{\left[\sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j\right)\right]^2}{\sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot v_{i,j}\right)} \cdot X$$

Die Ermittlung der durch Zeitverluste verursachten Kosten erfolgt durch Multiplikation der Zeitverluste mit den Zeitkostensätzen der EWS (1997). Spätere Anpassungen dieser Kostensätze (z. B. im Rahmen der z.Zt. bearbeiteten RAS-W) sind möglich.

Verkehrsleistung

Die Verkehrsleistung in einer Zelle (Anzahl der Fahrzeuge * zurückgelegter Weg) wird wie folgt berechnet:

$$\Delta L_{i,j} = k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot \Delta t_i \cdot v_{i,j} \qquad \text{[Fz*km]} \qquad (5\text{-}28)$$

Die Summe der Verkehrsleistung im gesamten Netz und Zeitraum lautet:

$$L = \sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \Delta\, L_{i,j} = \sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot \Delta t_i \cdot v_{i,j}\right) = T \cdot \sum\limits_{\text{alle } \Delta t \text{ und } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot v_{i,j}\right) \qquad \text{[Fz*km]} \qquad (5\text{-}29)$$

Die Leistungsfähigkeit (Kapazität) des Netzes ist dann:

$$K = \frac{L}{T} = \frac{T \cdot \sum\limits_{\text{alle } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot v_{i,j}\right)}{T} = \sum\limits_{\text{alle } \Delta x} \left(k_{i,j} \cdot \Delta x_j \cdot v_{i,j}\right) \qquad \text{[Fz*km/h]} \qquad (5\text{-}30)$$

Anteil der betroffenen Verkehrsteilnehmer

Der Anteil der betroffenen Verkehrsteilnehmer (getrennt nach Pkw und Lkw) kann durch Berücksichtigung des Anteils des betroffenen Fahrzeugtyps in den o.g. Gleichungen ermittelt werden.

5.4.8 Visualisierung der Simulationsergebnisse

Für das Gesamtnetz werden verkehrstechnische Kenngrößen berechnet und auf dem Bildschirm dargestellt (vgl. Abbildung 74). Man kann auch eine spezifische Strecke auswählen und ihren Verkehrszustand in Detail betrachten.

Abbildung 74: Zusammenfassung verkehrstechnischer Kenngrößen für das Gesamtnetz

	Namenfeld	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Tag	Reisezeit Mittelwert (s/Fz/km)		Reisezeit Summe (Mio.h*Fz)		Leistung Summe (Mio.Fz*km)		Zeit im Stau Summe (Mio.h*Fz)		Zeit im Stau Mittelwert (s/Fz/km)		Verlustzeit Summe (Mio.h*Fz)		Verlustzeit Mittelwert (s/Fz/km)		Stauzustand (h*km)
2																
3		Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	
4	1	31,4	40	7,294	0,69	35,001	2,034	0	0	0	0	0,316	0	1,4	0	0
5	2	31,9	40	9,081	1,527	42,053	4,503	0,001	0	0	0	0,547	0	1,9	0	0,3
6	3	31,9	40	8,913	1,693	41,258	4,993	0,008	0	0	0	0,538	0	1,9	0	1,2
7	4	31,9	40	8,916	1,699	41,263	5,009	0,006	0	0	0	0,539	0	1,9	0	1
8	5	32	40	9,722	1,639	44,726	4,832	0,001	0	0	0	0,615	0	2	0	0,2
9	6	31,4	40	7,3	0,807	34,915	2,38	0	0	0	0	0,328	0	1,4	0	0
10	7	31,3	40	6,397	0,587	30,781	1,731	0	0	0	0	0,269	0	1,3	0	0
11	8	32,1	40	9,495	1,785	43,476	5,263	0,011	0,001	0	0	0,622	0	2,1	0	1,9
12	9	32,2	40	9,531	1,964	43,413	5,792	0,012	0,001	0	0	0,647	0	2,2	0	2,1
13	10	32,2	40	9,713	1,916	44,258	5,648	0,015	0,001	0	0	0,658	0	2,2	0	2,3
14	11	32,3	40	10,203	2,036	46,243	6,003	0,008	0,001	0	0	0,717	0	2,3	0	1,3
15	12	32,4	40	11,361	1,92	51,036	5,66	0,008	0	0	0	0,845	0	2,4	0	1,4
16	13	31,5	40	7,73	0,922	36,776	2,718	0	0	0	0	0,366	0	1,5	0	0
17	14	31,4	40	6,986	0,859	33,441	1,945	0	0	0	0	0,311	0	1,4	0	0
18	15	32,3	40	10,601	1,945	47,854	5,734	0,015	0,001	0	0	0,765	0	2,3	0	2,9
19	16	32,4	40	10,565	2,052	47,546	6,046	0,035	0,002	0,1	0	0,777	0,001	2,4	0	4,3
20	17	32,5	40,1	10,635	2,064	47,632	6,067	0,116	0,008	0,4	0,2	0,806	0,003	2,5	0,1	10
21	18	32,3	40	10,255	1,981	46,485	5,843	0	0	0	0	0,72	0	2,3	0	0,4
22	19	32,6	40	12,212	2,017	54,096	5,935	0,064	0,005	0,2	0,1	0,987	0,002	2,6	0	6,6
23	20	31,6	40	8,111	0,976	36,39	2,879	0	0	0	0	0,404	0	1,6	0	0
24	21	31,4	40	7,062	0,687	33,74	2,026	0	0	0	0	0,321	0	1,4	0	0
25	22	32,6	40,2	11,107	2,018	49,232	5,904	0,24	0,02	0,7	0,4	0,895	0,008	2,6	0,2	20,7
26	23	32,7	40,2	10,939	2,138	48,265	6,25	0,297	0,024	0,9	0,4	0,904	0,01	2,7	0,2	28,4
27	24	32,4	40	10,824	2,005	48,648	5,911	0,016	0,001	0	0	0,802	0	2,4	0	5,3
28																
29	357	31,5	40	7,529	0,689	35,834	2,031	0	0	0	0	0,355	0	1,5	0	0
30	358	31,4	40	6,884	0,739	33,025	2,179	0	0	0	0	0,299	0	1,4	0	0
31	359	31,4	40	7,311	0,794	34,91	2,342	0	0	0	0	0,334	0	1,4	0	0
32	360	31,6	40	7,781	0,731	36,871	2,155	0	0	0	0	0,384	0	1,6	0	0
33	361	31,8	40	8,767	1,429	40,838	4,213	0	0	0	0	0,503	0	1,8	0	0
34	362	31,9	40	9,409	1,402	43,558	4,134	0,002	0	0	0	0,568	0	1,9	0	0,5
35	363	31,5	40	7,608	0,782	36,179	2,307	0	0	0	0	0,363	0	1,5	0	0
36	364	31,3	40	6,198	0,547	29,883	1,614	0	0	0	0	0,255	0	1,3	0	0
37	365	31,4	40	6,927	0,764	33,169	2,253	0	0	0	0	0,307	0	1,4	0	0
38	Summe	32,5	40	4145,089	683,979	18520,753	2014,202	15,197	1,233	0,1	0,1	316,587	0,512	2,5	0	2217,1

Abbildung 75: Zusammenfassung verkehrstechnischer Kenngrößen für das Gesamtnetz als Excel-Tabelle (Bemerkung: bei Lkw entstehen nur Verlustzeiten im Stau)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Tag	VZKosten Summe		VZKosten Mittelwert		StauKosten Summe		StauKosten Mittelwert	
2		(Mio.€/Fz)		(ct/Fz/km)		(Mio.€/Fz)		(ct/Fz/km)	
3		Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
4	1	1,76	0	0,22	0	0	0	0	0
5	2	3,07	0	0,3	0	0,01	0	0	0
6	3	3,02	0	0,3	0	0,04	0	0	0
7	4	3,03	0	0,3	0	0,03	0	0	0
8	5	3,46	0	0,31	0	0,01	0	0	0
9	6	1,84	0	0,22	0	0	0	0	0
10	7	0,76	0	0,1	0	0	0	0	0
11	8	3,5	0	0,33	0	0,06	0,03	0	0
12	9	3,64	0	0,34	0	0,07	0,03	0	0
13	10	3,7	0	0,34	0	0,08	0,03	0	0
14	11	4,03	0	0,36	0	0,04	0,03	0	0
15	12	4,75	0	0,37	0	0,04	0	0	0
16	13	2,06	0	0,23	0	0	0	0	0
17	14	0,87	0	0,11	0	0	0	0	0
18	15	4,3	0	0,36	0	0,08	0,03	0	0
19	16	4,37	0,03	0,37	0	0,2	0,06	0,02	0
20	17	4,53	0,09	0,39	0,08	0,65	0,23	0,06	0,16
21	18	4,05	0	0,36	0	0	0	0	0
22	19	5,55	0,06	0,41	0	0,36	0,14	0,03	0,08
23	20	2,27	0	0,25	0	0	0	0	0
24	21	0,9	0	0,11	0	0	0	0	0
25	22	5,03	0,23	0,41	0,16	1,35	0,58	0,11	0,32
26	23	5,08	0,29	0,42	0,16	1,67	0,69	0,14	0,32
27	24	4,51	0	0,37	0	0,09	0,03	0	0
28	...	...							
29	357	1	0	0,12	0	0	0	0	0
30	358	1,68	0	0,22	0	0	0	0	0
31	359	1,88	0	0,22	0	0	0	0	0
32	360	2,16	0	0,25	0	0	0	0	0
33	361	2,83	0	0,28	0	0	0	0	0
34	362	3,19	0	0,3	0	0,01	0	0	0
35	363	2,04	0	0,23	0	0	0	0	0
36	364	0,72	0	0,1	0	0	0	0	0
37	365	1,73	0	0,22	0	0	0	0	0
38	Summe	1790,46	14,77	0,39	0	85,41	35,56	0,02	0,08
39									

Abbildung 76: Zusammenfassung verkehrstechnischer Kenngrößen für das Gesamtnetz als Excel-Tabelle: Zeitkosten

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Tag	HC Summe		CO Summe		NOx Summe		mKr Summe		CO2 Summe		Partikel Summe	
2		(Tonen)		(Tonen)		(Tonen)		(Tonen)		(Tonen)		(Tonen)	
3		Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
4	1	0,02	0,008	0,734	0,024	0,202	0,102	28,379	5,347	90,088	16,979	0,006	0,002
5	2	0,023	0,018	0,847	0,052	0,235	0,225	33,635	11,84	106,773	37,59	0,007	0,004
6	3	0,023	0,02	0,831	0,058	0,231	0,249	33,003	13,127	104,779	41,677	0,007	0,005
7	4	0,023	0,021	0,83	0,058	0,231	0,25	33,001	13,171	104,772	41,818	0,007	0,005
8	5	0,025	0,02	0,893	0,056	0,249	0,241	35,673	12,703	113,284	40,337	0,008	0,005
9	6	0,02	0,01	0,729	0,028	0,201	0,119	28,279	6,258	89,765	19,866	0,006	0,002
10	7	0,017	0,007	0,648	0,02	0,178	0,086	24,985	4,551	79,326	14,451	0,005	0,002
11	8	0,024	0,022	0,867	0,061	0,241	0,263	34,632	13,836	109,965	43,94	0,007	0,005
12	9	0,024	0,024	0,862	0,067	0,24	0,289	34,516	15,23	109,593	48,345	0,007	0,006
13	10	0,024	0,023	0,878	0,066	0,245	0,282	35,168	14,854	111,737	47,143	0,008	0,006
14	11	0,025	0,025	0,912	0,07	0,254	0,3	36,68	15,786	116,49	50,111	0,008	0,006
15	12	0,028	0,023	0,996	0,066	0,279	0,282	40,342	14,883	128,117	47,24	0,009	0,006
16	13	0,021	0,011	0,763	0,032	0,211	0,136	29,726	7,146	94,385	22,684	0,006	0,003
17	14	0,019	0,008	0,699	0,023	0,193	0,097	27,091	5,115	86,009	16,239	0,006	0,002
18	15	0,026	0,024	0,941	0,067	0,263	0,286	37,907	15,078	120,381	47,877	0,008	0,006
19	16	0,026	0,025	0,933	0,07	0,261	0,302	37,642	15,897	119,528	50,475	0,008	0,006
20	17	0,026	0,025	0,935	0,07	0,261	0,303	37,723	15,956	119,793	50,657	0,008	0,006
21	18	0,025	0,024	0,916	0,068	0,256	0,292	36,868	15,365	117,084	48,802	0,008	0,006
22	19	0,029	0,024	1,046	0,069	0,293	0,296	42,59	15,61	135,252	49,56	0,009	0,006
23	20	0,021	0,012	0,792	0,033	0,219	0,144	30,966	7,568	98,315	24,027	0,007	0,003
24	21	0,019	0,008	0,704	0,023	0,194	0,101	27,313	5,329	86,713	16,92	0,006	0,002
25	22	0,027	0,024	0,964	0,069	0,269	0,295	38,952	15,533	123,709	49,319	0,008	0,006
26	23	0,026	0,026	0,944	0,073	0,264	0,312	38,187	16,445	121,271	52,201	0,008	0,006
27	24	0,026	0,024	0,952	0,069	0,266	0,295	38,477	15,544	122,18	49,344	0,008	0,006
28													
29	357	0,02	0,008	0,744	0,024	0,205	0,101	28,964	5,341	91,956	16,958	0,006	0,002
30	358	0,019	0,009	0,692	0,025	0,191	0,109	26,775	5,73	84,999	18,188	0,006	0,002
31	359	0,02	0,01	0,727	0,027	0,201	0,117	28,255	6,159	89,694	19,543	0,006	0,002
32	360	0,021	0,009	0,762	0,025	0,211	0,108	29,752	5,664	94,441	17,983	0,006	0,002
33	361	0,023	0,017	0,827	0,049	0,23	0,21	32,737	11,077	103,926	35,178	0,007	0,004
34	362	0,024	0,017	0,876	0,048	0,244	0,206	34,831	10,869	110,6	34,513	0,008	0,004
35	363	0,02	0,009	0,751	0,027	0,207	0,115	29,238	6,065	92,814	19,254	0,006	0,002
36	364	0,017	0,007	0,63	0,019	0,173	0,081	24,275	4,244	77,068	13,474	0,005	0,002
37	365	0,019	0,009	0,694	0,026	0,191	0,112	26,874	5,923	85,306	18,807	0,006	0,002
38	Summe	9,995	8,264	361,163	23,359	100,934	100,549	14625,92	5296,45	46439,801	16817,388	3,11	2,009
39													

Abbildung 77: Zusammenfassung verkehrstechnischer Kenngrößen für das Gesamtnetz als Excel-Tabelle: Emissionen

Für eine gewählte Strecke kann der Verkehrszustand durch ein detailliertes Zeit-Weg-Diagramm dargestellt werden. In Abbildung 78 ist solch ein Zeit-Weg-Diagramm mit einem Aggregierungsintervall Δt=4 s dargestellt. Die Entwicklung des Stauzustands kann beobachtet werden. Die Kenngrößen der Verkehrszustände innerhalb des dargestellten Zeit-Weg-Diagramms werden ebenfalls berechnet (Abbildung 79). In diesem Zeit-Weg-Diagramm wird durch eine fiktive Fahrlinie dargestellt, wie sich ein Fahrzeug innerhalb des betrachteten Zeitabschnitts durch den untersuchten Streckenabschnitt bewegt.

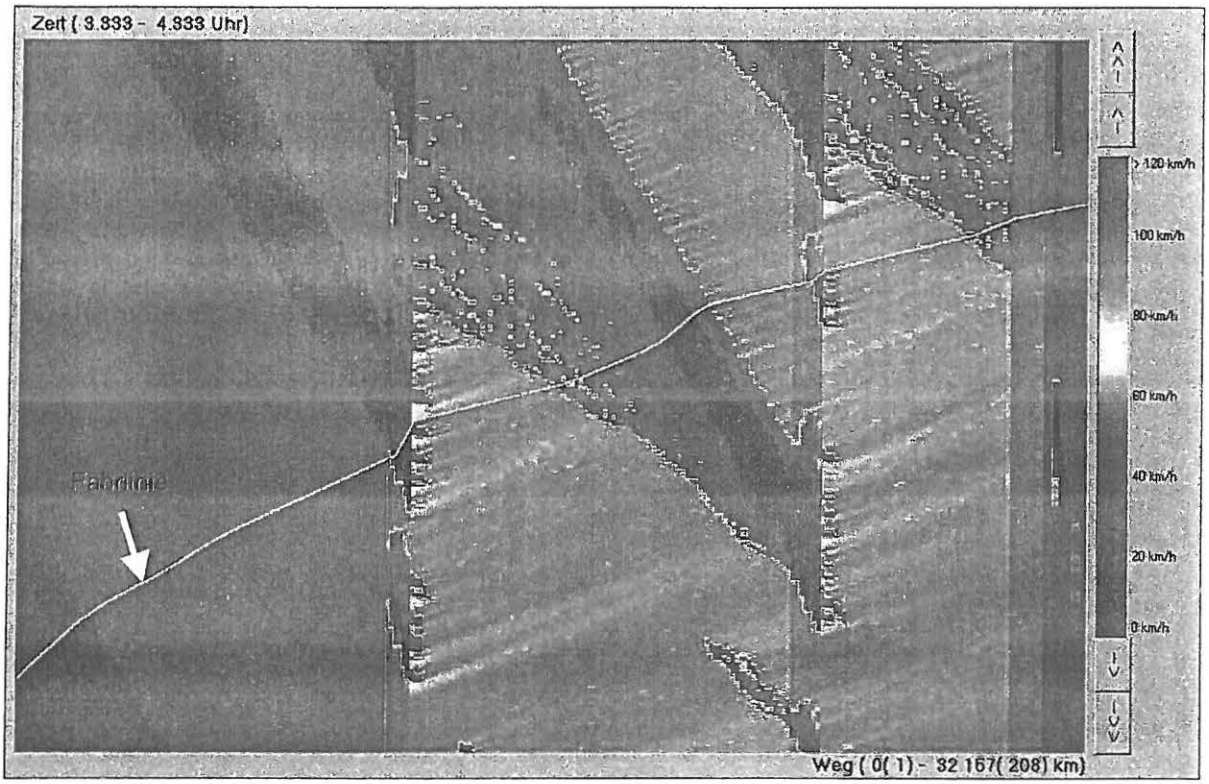


Abbildung 78: Simuliertes Zeit-Weg-Diagramm mit einem Aggregierungsintervall Δt=4s (Beispiel)

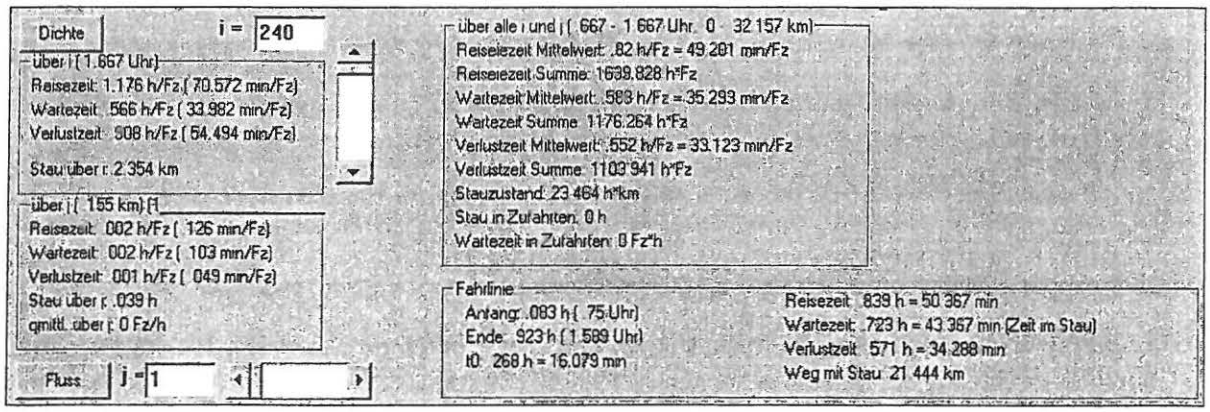


Abbildung 79: Kenngrößen für den gewählten Ausschnitt (Beispiel)

Für jede Zelle im Netz kann auch das Fundamentaldiagramm für die Streckencharakteristik zusammen mit den simulierten Datensätzen dargestellt werden (Abbildung 80).

Die Verkehrszustände können in den Netzeditor exportiert werden. Mit dem Netzeditor kann der Verkehrszustand für jeden beliebigen Zeitpunkt im Netzzusammenhang dargestellt werden. Dabei wird durch die Farbe, mit der jeder Streckenabschnitt dargestellt wird, die mittlere Geschwindigkeit im gewählten Zeitintervall veranschaulicht. Diese Anwendung eignet sich insbesondere, um die Auswirkung von Überlastungen im Bereich von Knotenpunkten übersichtlich darzustellen.

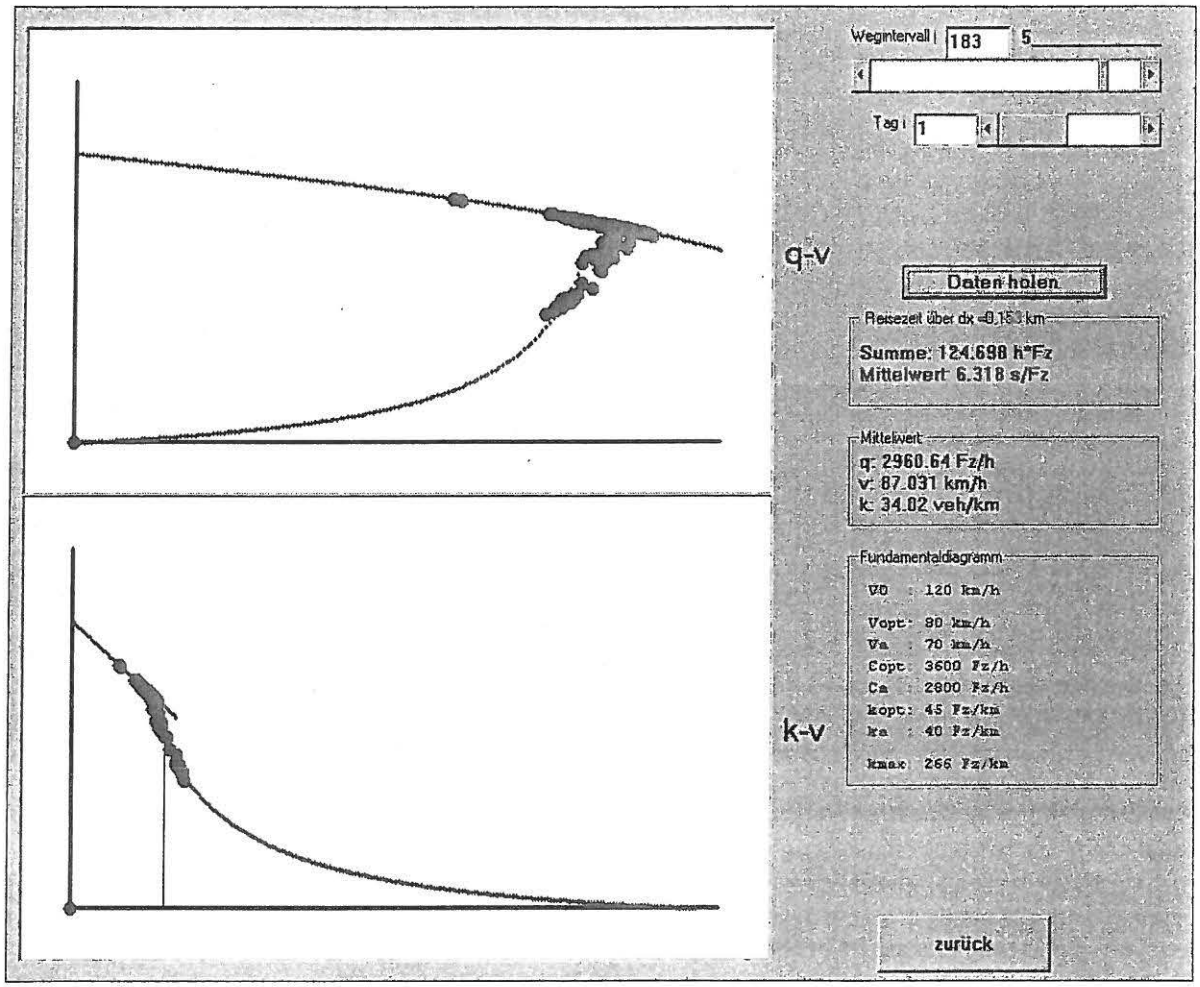


Abbildung 80: Fundamentaldiagramm an einem Querschnitt mit Datenpunkten, die sich aus den Berechnungen des Programms ergeben

5.5 Nachbildung des Untersuchungsgebietes

Der simulierte Ausschnitt aus dem Autobahnnetz hat eine Gesamtlänge von ca. 130 Richtungskilometern. Er umfasst Teilabschnitte der Bundesautobahnen A 1, A 3, A 59 sowie der A 542. Im Südwesten wird das Netz begrenzt durch die Anschlussstelle Köln-Niehl (BAB A 1), im Nordwesten durch das Autobahnkreuz Monheim-Süd (A 59/ A 542). Die südliche Grenze bildet die Anschlussstelle Köln-Mülheim (A 3), im Norden endet das Netz nördlich der Anschlussstelle Solingen. Nach Osten wird das Netz durch die Anschlussstelle Burscheid begrenzt. Das modellierte Netz ist in Abbildung 81 dargestellt. Es bildet den Ausbauzustand des Jahres 2008 ab.

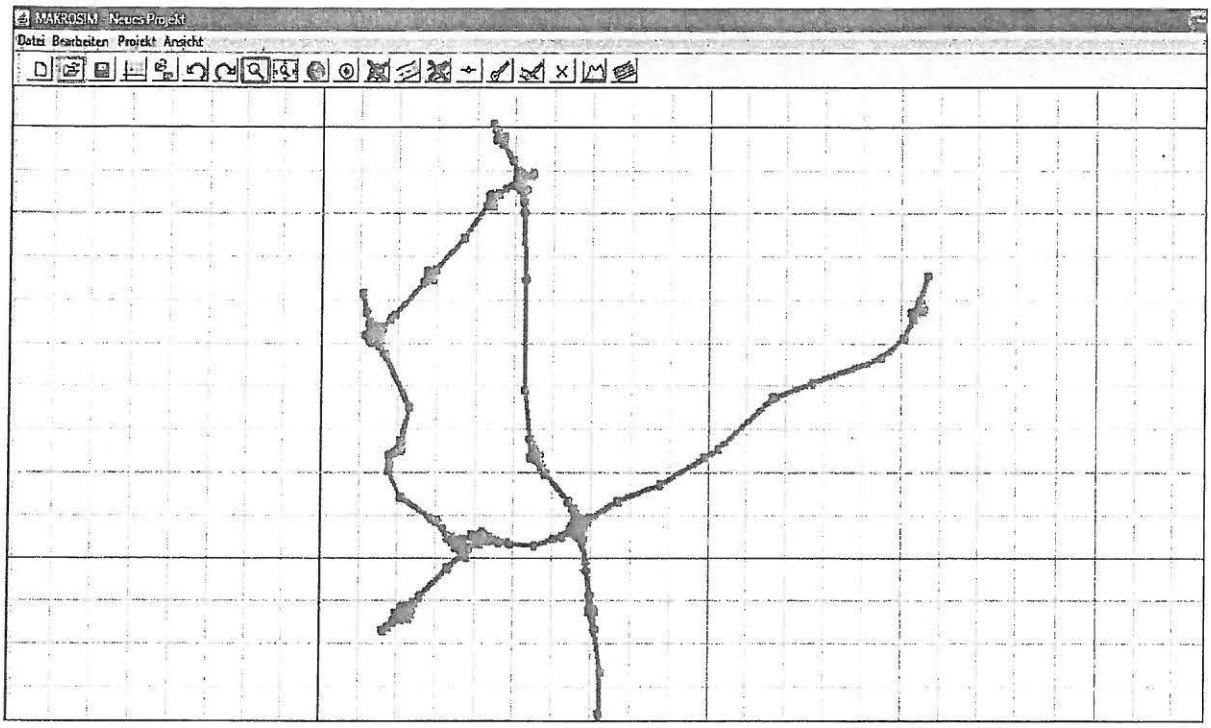


Abbildung 81: Netzmodell der simulierten Netzmasche

Kalibrierung

Durch die Kalibrierung soll eine möglichst gute Übereinstimmung der Rechenergebnisse des Modells mit den real gemessenen Werten des Verkehrsablaufs erreicht werden. Dazu werden die Parameter des Modells sowie andere Einstellungen (z.B. die Ganglinien der Verkehrsnachfrage) schrittweise angepasst. Eine automatisierte Vorgehensweise ist dabei wegen der hohen Komplexität des Modells nicht vorstellbar. Deswegen wurden die verschiedenen Parameter nach sachkundiger Einschätzung schrittweise angepasst.

Maßstäbe für die Beurteilung der Übereinstimmung sind

- q-v-Diagramme
- Ganglinien der Verkehrsstärken.

Folgende Parameter können verändert werden, um die Übereinstimmung zu verbessern:

- Kapazität von Streckenabschnitten
- Mittlere Geschwindigkeiten auf Streckenabschnitten
- Ganglinien der Verkehrsstärken an Einfahrten und Netzgrenzen
- Ganglinien der Verkehrsaufteilung an Verzweigungspunkten

Die Kalibrierung des Simulationsprogramms erfolgte über einen Vergleich der q-v-Diagramme aus den Simulationen mit den Messdaten aus dem Jahr 2008. Dazu wurden zahlreiche Kontrollquerschnitte im untersuchten Autobahnnetz analysiert und zum Vergleich herangezogen.

Die Kalibrierung der Kapazitäten der einzelnen Elemente des Autobahnnetzes erfolgte durch Multiplikation der Kapazitäten nach HBS (FGSV, 2009) mit einem Faktor f_{HBS}. Durch diesen pauschalen Faktor wur-

de u. a. die Abhängigkeit der Kapazität von der Intervalldauer berücksichtigt. Für die Berechnung des Analysefalls wurden die Werte $f_{HBS} = 1{,}22$, $f_{HBS} = 1{,}15$, $f_{HBS} = 1{,}08$ getestet. Der Capacity-Drop, d.h. der Unterschied zwischen der maximalen Verkehrsstärke im freien und im gebundenen Verkehr (siehe Abbildung 65) wurde pauschal mit 15 % eingesetzt.

Das Netz des Analysefalls ist in Abbildung 82 dargestellt. Die Anzahl der Fahrstreifen je Fahrtrichtung wird durch verschiedene Farben repräsentiert. Der für die Untersuchung kritische Bereich des Netzes zwischen dem AK Leverkusener und dem AK Leverkusen West ist in Abbildung 83 dargestellt.

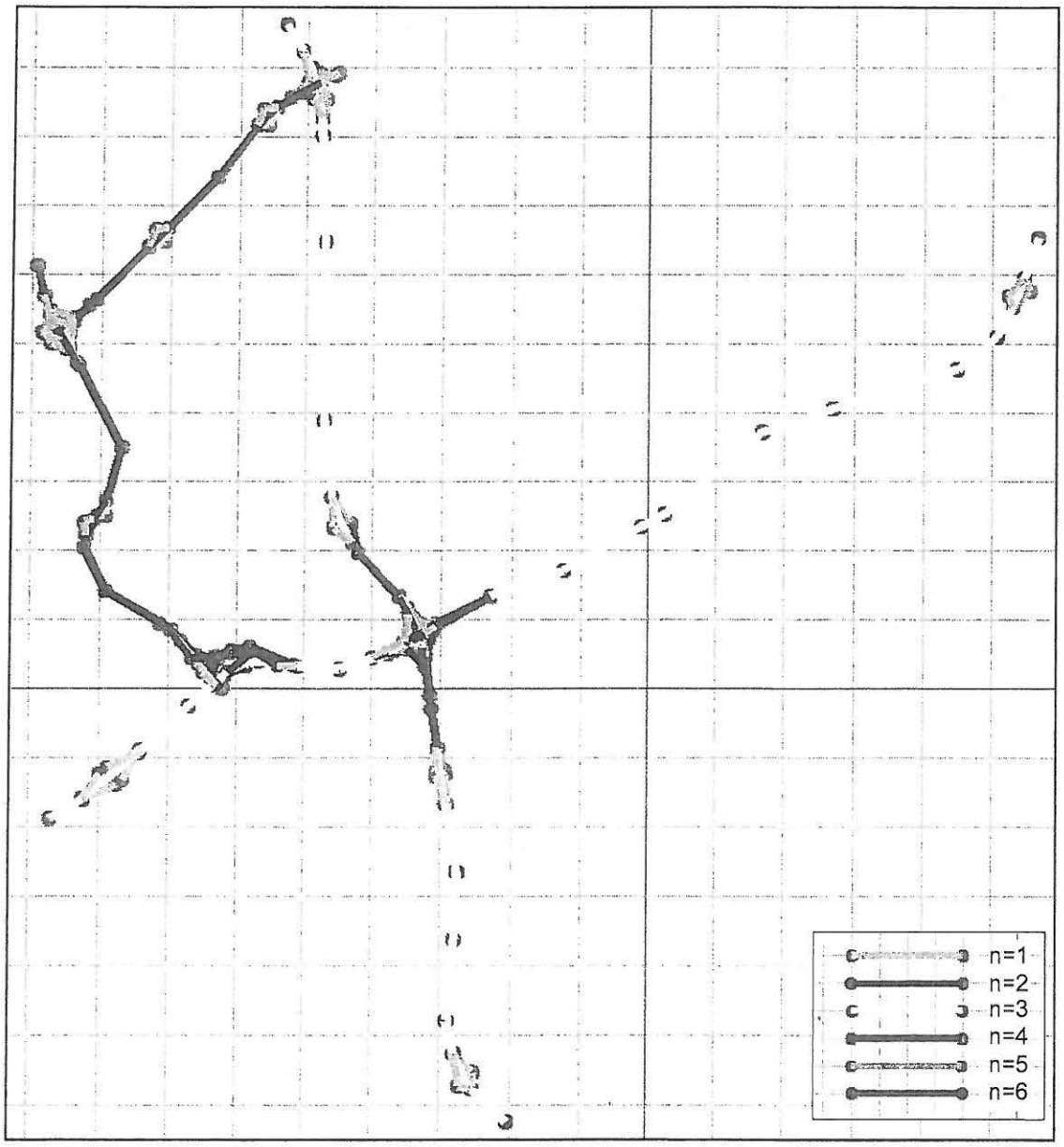


Abbildung 82: Netz der Analyse

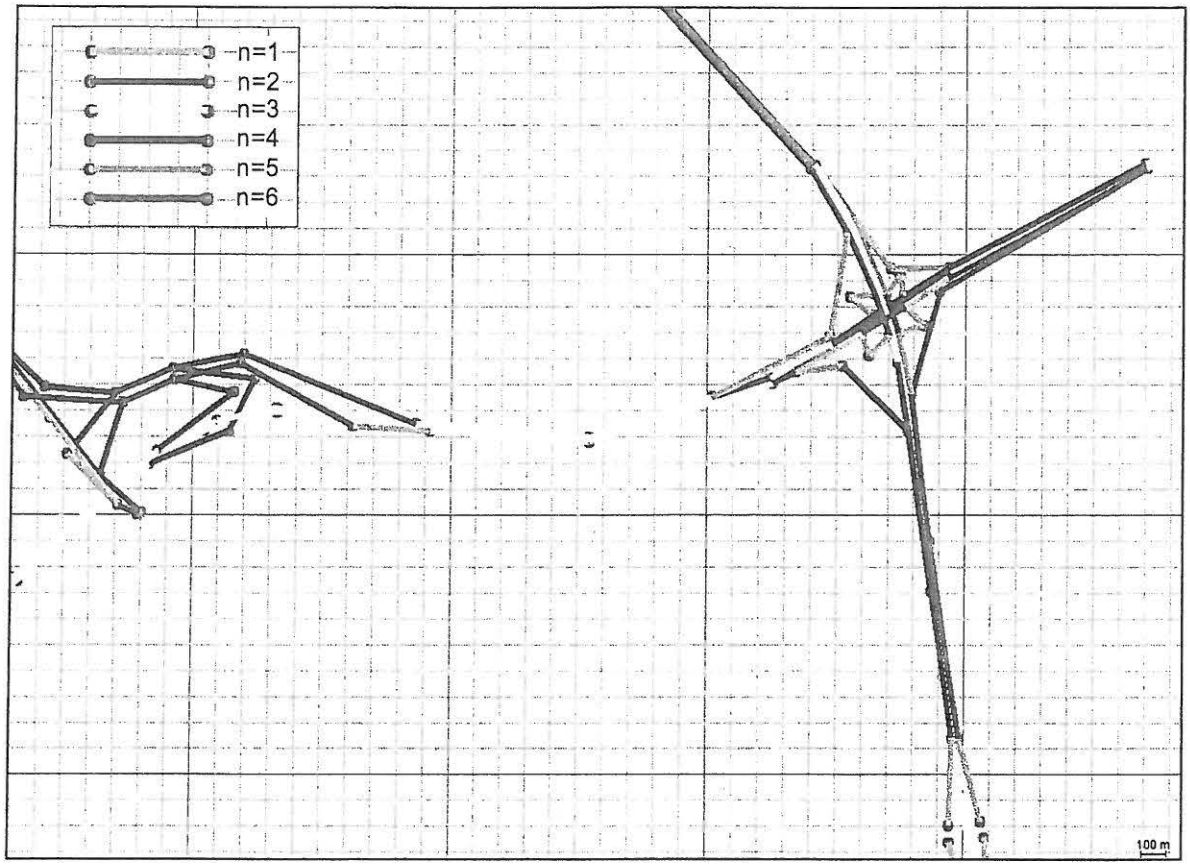


Abbildung 83: Kritischer Bereich des Analysenetzes

Bei der Kalibrierung wurden die simulierten Tagesganglinien der Verkehrsstärken an 12 Messquerschnitten mit den empirischen Werten auf den jeweiligen Streckenabschnitten über einen Zeitraum von zwei Wochen (15. bis 21. September 2008) verglichen. Um die Güte der Übereinstimmung bewerten zu können, wurden für die Verkehrsstärken die Summen der Fehlerquadrate über die Messquerschnitte und die einzelnen Tage bestimmt. Es zeigt sich, dass ein $f_{HBS} = 1{,}08$ bessere Kalibrierungsergebnisse liefert als die anderen oben genannten Faktoren.

Die Ergebnisse an den einzelnen Messquerschnitten sind in Abbildung 84 dargestellt. Die Abweichungen der simulierten Verkehrsstärken liegen im Mittel bei ca. 8 %. Dies kann bei einem großen Netz als hinreichend genau betrachtet werden, zumal die zugrunde gelegten Messdaten aus den Detektoren zum Teil ebenfalls eine nicht näher bekannte Ungenauigkeit aufweisen. Dabei ist eine Abhängigkeit vom betrachteten Wochentag erkennbar.

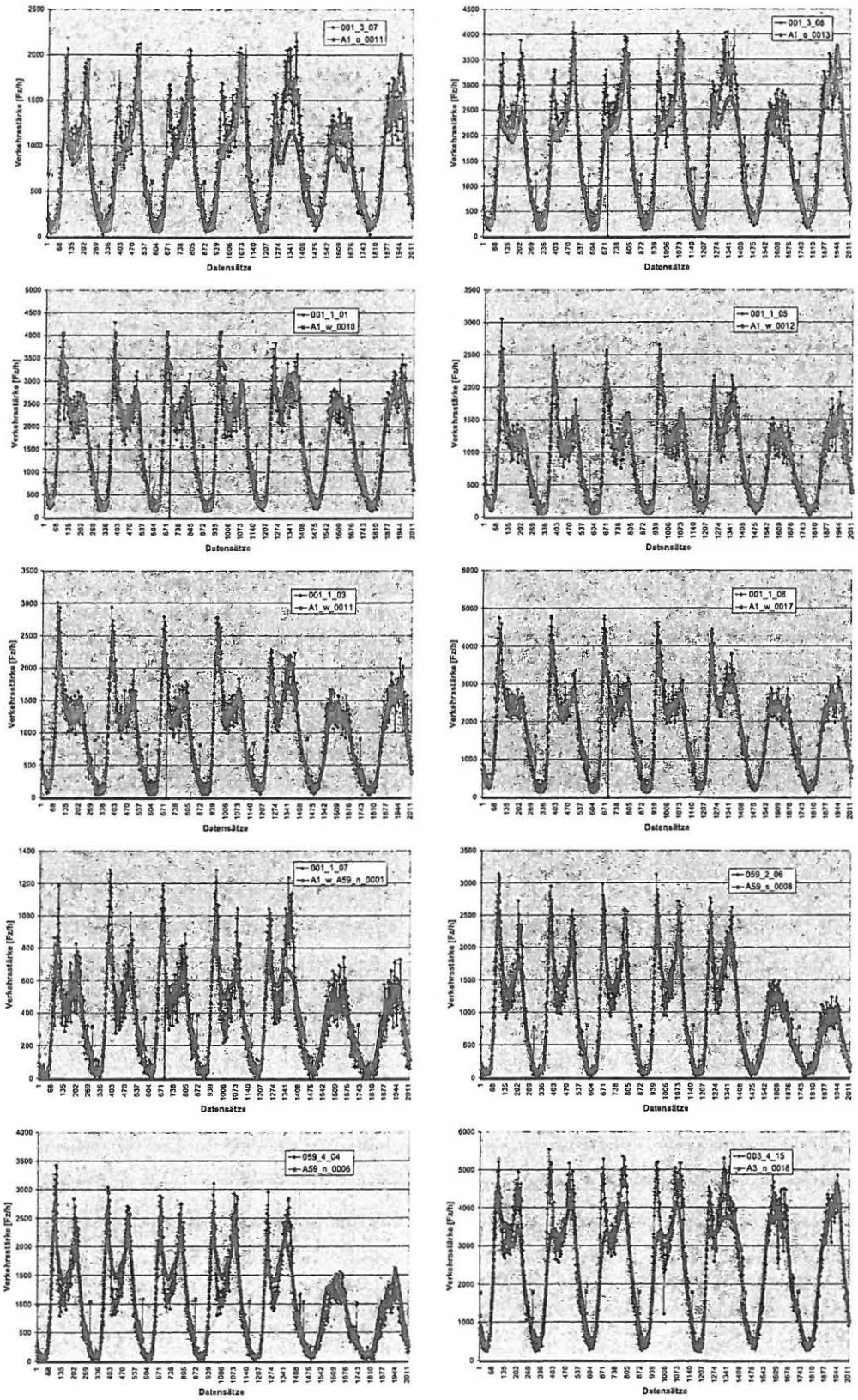


Abbildung 84: Vergleich der empirischen (blau) und der simulierten (lila) Verkehrsstärken nach der Kalibrierung

5.6 Netz-Nullfall

Das Netz des sogenannten Netz-Nullfalls ist identisch mit dem Netz des Analysefalls. Der Netz-Nullfall dient als Referenzfall beim Vergleich verschiedener Netzfälle (vgl. 0.

Teilbereiche und). Aus der Veränderung der Kennwerte gegenüber diesem Fall kann die Verkehrswirksamkeit einer Maßnahme über ein ganzes Jahr beurteilt werden und verschiedene Maßnamen miteinander verglichen werden.

Um die Vergleichbarkeit der Fälle sicher zu stellen, werden für alle untersuchten Netzfälle einheitlich die Verkehrsbelastungen des Prognosefalls (vgl. 4.5.2) zu Grunde gelegt. Dadurch wird sicher gestellt, dass in allen Fällen die gleiche Verkehrsnachfrage miteinander verglichen wird. Wie die Umlegungsergebnisse für den Prognose-Nullfall zeigen (vgl. Ziffer 4.5.1) ist zu erwarten, dass ein gewisser Teil des Verkehrs verdrängt wird. Die Verdrängung erfolgt dabei in das nachgeordnete Netz (vgl. Ziffer 4.5.3.). Da eine direkte Berücksichtigung der außerhalb des Autobahnnetzes entstehenden Zeitverluste und Emissionen in dem Programm für die Ganzjahresanalyse nicht möglich ist, werden diese Effekte näherungsweise dadurch abgebildet, dass die Verkehrsnachfrage in allen Varianten konstant gehalten wird. Hierdurch werden diese Effekte allerdings eher unterschätzt, da zum einen in Bezug auf die Emissionen die Fahrzyklen außerhalb des Autobahnnetzes ohnehin deutlich ungünstiger sind. Zum anderen bewirkt die Verdrängung in ein schon heute hoch belastetes Netz, dass auch weitere Fahrzeuge, die nicht mit dem Autobahnnetz zu tun haben, Beeinträchtigungen erleiden.

Der für die Untersuchung kritische Bereich ist in Abbildung 85 dargestellt.

Der Nullfall zeigt erhebliche Engpässe auf. Die Stauentwicklungen sind mit einer großen Anzahl von Staustunden verbunden.

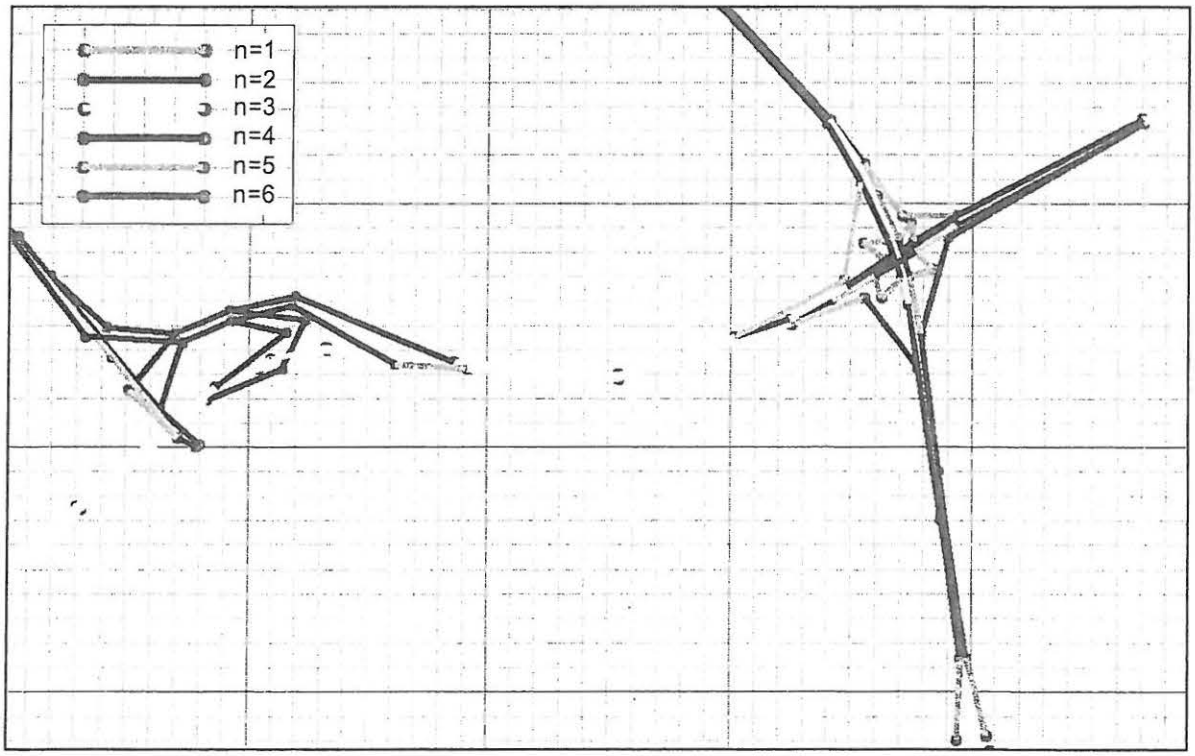


Abbildung 85: Netz-Nullfall

Die Berechnungen zeigen, dass die Fahrzeuge erhebliche Zeitverluste erleiden. Die Pkw im simulierten Netz verbringen fast 648 Mio. Stunden im Stau und erleiden dabei einen Zeitverlust von 29,85 Mio. Stunden pro Jahr.

Die Lkw bringen es auf knapp 78 Mio. Stunden im Stau. Sie verlieren dabei 3,4 Mio. Stunden. Im Rahmen einer monetären Bewertung ergeben sich so insgesamt jährliche volkswirtschaftliche Verluste in einer Höhe von 266 Mio. €.

Eine Multiplikation der Staulängen mit der jeweiligen Staudauer ergibt für das betrachtete Netz eine Zahl von 61.880 h*km. Dieser Wert ist aber nur als Vergleichsgröße mit anderen Netzfällen von Interesse. Steigt der Wert, ist von ausgedehnteren Stauereignissen auszugehen, sinkt er, verringert sich der vom Stau betroffene Bereich.

Tabelle 11 zeigt die in Ziffer 5.4.7 erläuterten Kennwerte.

	Simulationsergebnisse
	Netz-Nullfall
	-2025
Zeitverluste	[Mio. Kfz*h]
Pkw	29,85
Lkw	3,4
Summe	33,25
Zeitkosten	[Mio. €]
Pkw	167,77
Lkw	98,17
Summe	265,94
Stauzustand	[h*km]
	61.880
Zeit im Stau	[Mio. h]
Pkw	647,88
Lkw	77,81
Summe	725,69

Tabelle 11: Simulationsergebnis Zeitverluste für ein Jahr für den Netz-Nullfall

Als Beispiel wird die dreistreifige Strecke der BAB A 3 südlich des Leverkusener Kreuzes im Bereich der Anschlussstelle als Engpass des Netzes gezeigt (vgl. Abbildung 86).

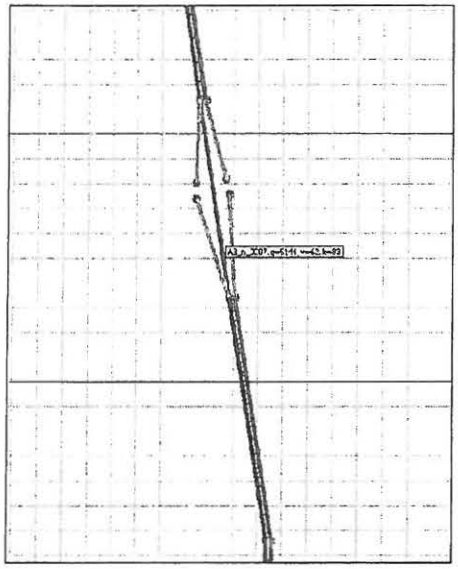


Abbildung 86: Netz-Nullfall: Engpass: BAB A 3 mit n=3

Die Berechnungen nach HBS zeigen, dass das AK Leverkusen, die AS Leverkusen sowie die angrenzenden BAB A 1 und die BAB A 3 überlastet sind. Am AK Leverkusen sind alle vier Verflechtungsbereiche nicht mehr leistungsfähig. Abbildung 87 zeigt die Ergebnisse für den Planungsraum in der Übersicht, Abbildung 88 das AK Leverkusen.

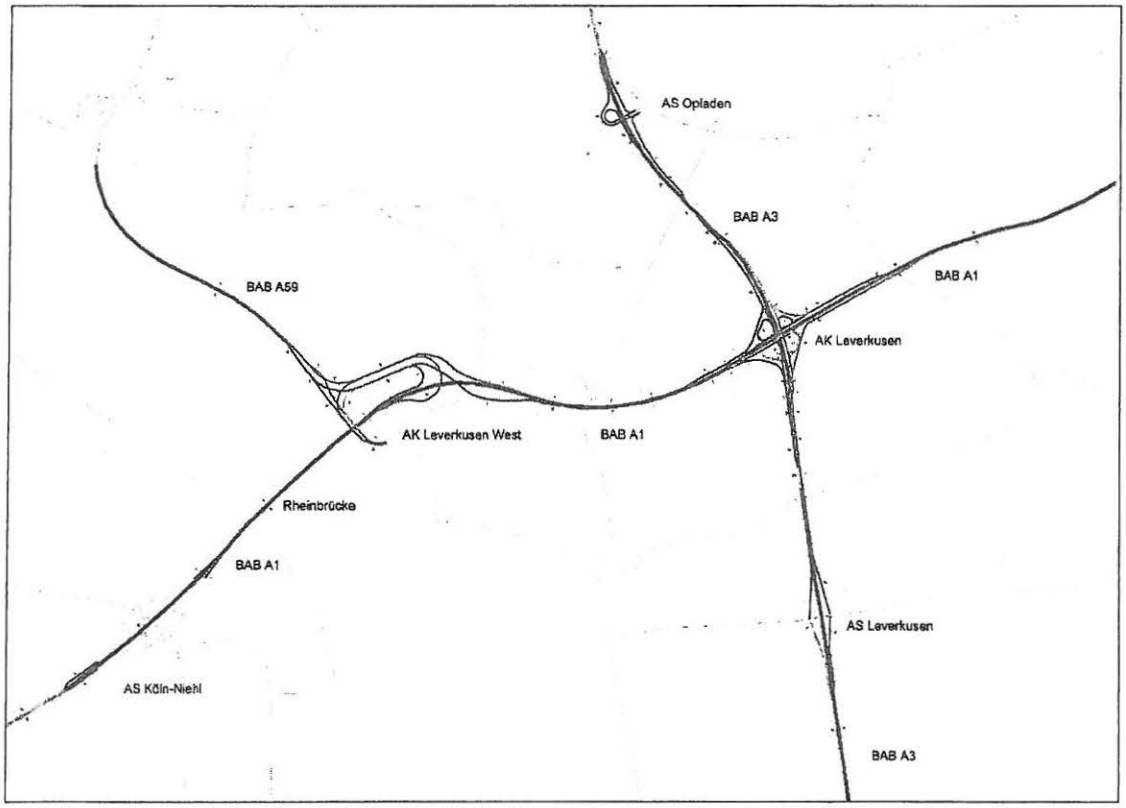


Abbildung 87: Verkehrsqualität gemäß HBS im Netz-Nullfall

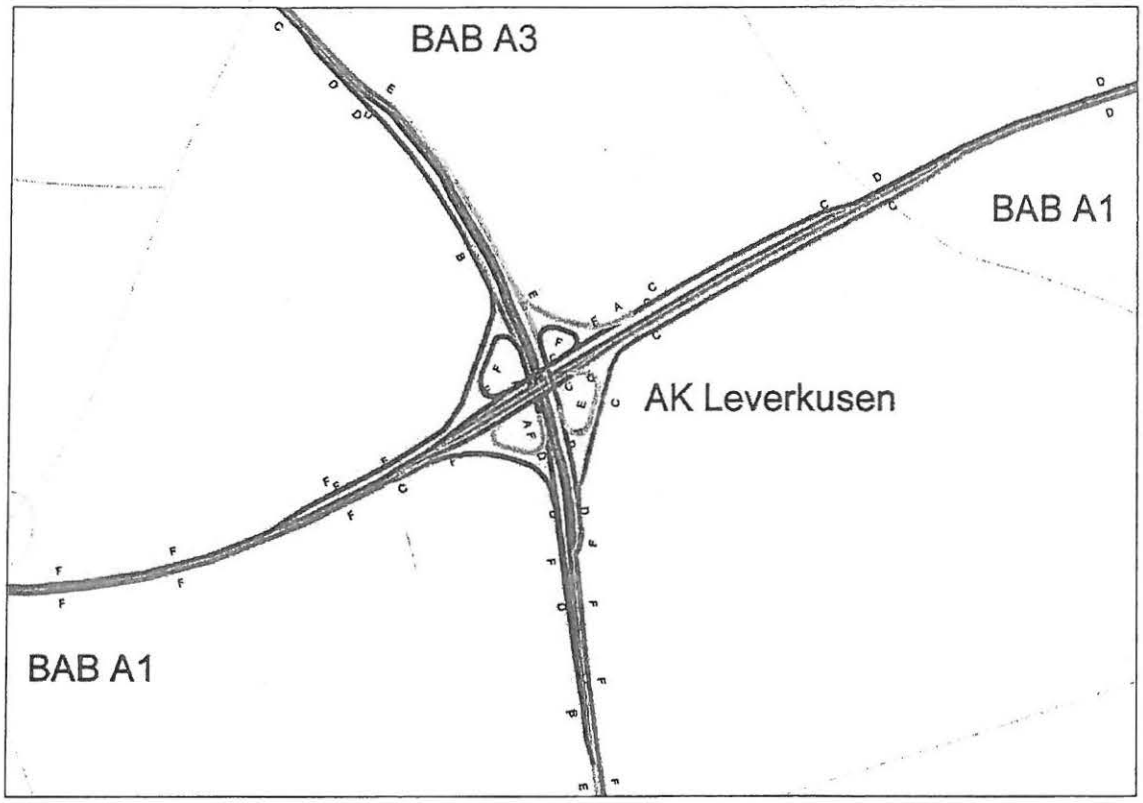


Abbildung 88: Verkehrsqualität gemäß HBS im Netz-Nullfall am AK Leverkusen

Die detaillierten Berechnungen sind in den Anlagen B II dargestellt.

6 Gesamtkonzept zum Umbau

6.1 Allgemeines

Schon die Bewertung der aktuellen Verkehrssituation hat deutliche Kapazitätsdefizite im Planungsraum aufgezeigt. Hierbei erwies sich das Autobahnkreuz Leverkusen mit seinen Verflechtungsbereichen als eine zentrale Schwachstelle. Die Prognoseberechnungen zeigen, dass für alle Verkehrsbeziehungen mit zum Teil erheblichen Steigerungen der Verkehrsnachfrage gerechnet werden muss. (vgl. Ziffer 4.5) Daher wird im Folgenden zunächst der Umbaubedarf des Autobahnkreuzes sowie der Ausbaubedarf der angrenzenden Strecken sowie der benachbarten Knotenpunkte hergeleitet (vgl. Abbildung 73 und Anlage Ü-1 bis Ü-2).

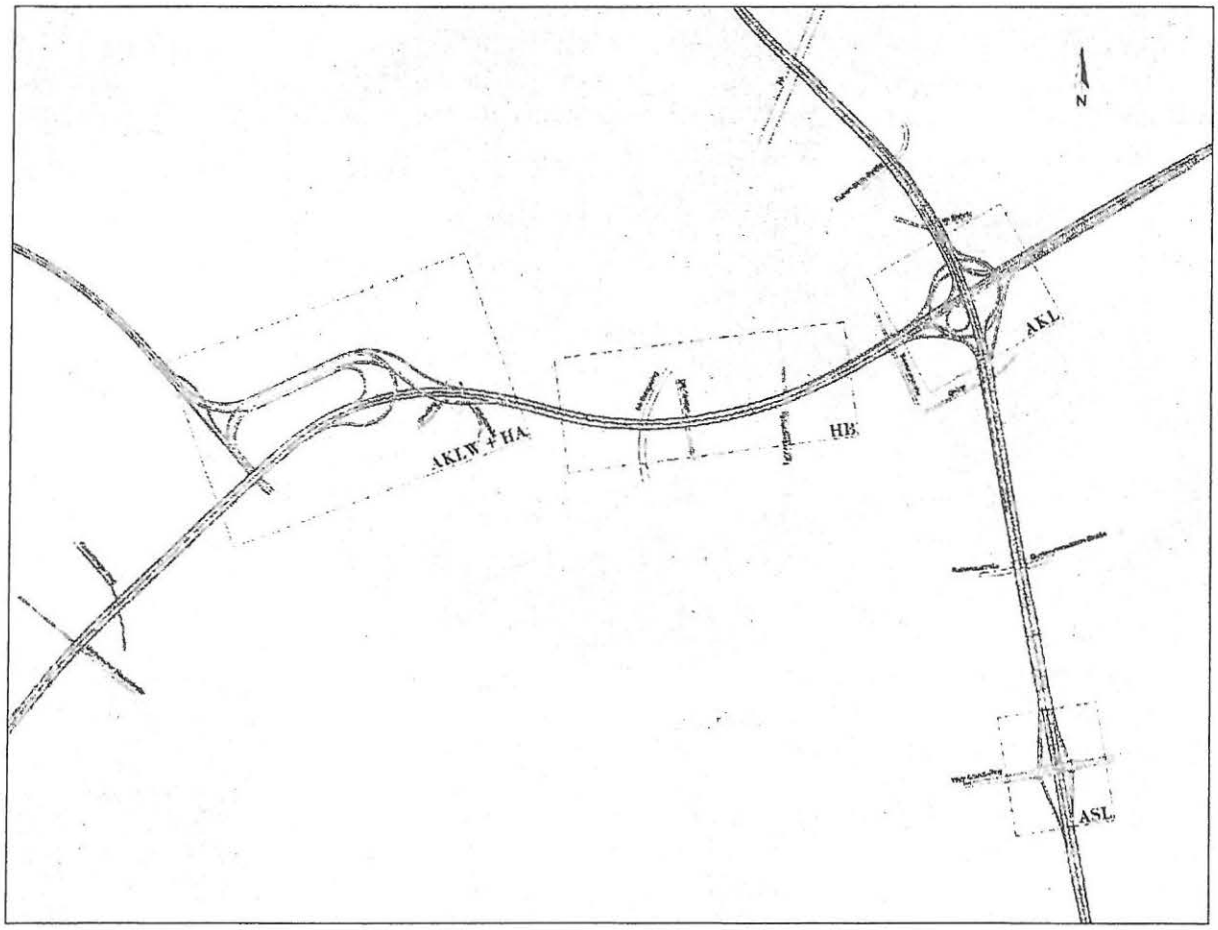


Abbildung 89: Übersicht

In der derzeitigen Planungstiefe wird noch keine Trassierung der Straßen vorgenommen. Im Bereich der Rheinbrücke wird davon ausgegangen, dass der Ersatzbau für die vorhandene Brücke neben dieser errichtet werden muss. Ansonsten wird für die vorgestellte Lösung von der vorhandenen Trassierung ausgegangen.

In den weiteren Planungsschritten besteht theoretisch die Möglichkeit, durch eine Verschwenkung der Achsen die tatsächliche Lage der Fahrbahnen und die notwendigen Eingriffe in der unmittelbaren Nachbarschaft der Autobahn zu optimieren. Hierbei sind allerdings zahlreiche Zwangspunkte beidseitig der Autobahn zu berücksichtigen.

Der mutmaßlich sensibelste Bereich befindet sich an der BAB A3 südlich der Dhünn bis zur Höhe Kieler Straße mit den Wohngebäuden an den Straßen Ratherkämp und Appenrader Straße, die sich zu beiden Seiten der Autobahn befinden. Weiter südlich tritt die Bebauung etwas zurück und östlich der Autobahn wird die Wohnbebauung von Gewerbeflächen abgelöst.

In der unmittelbaren Nähe des Autobahnkreuzes selbst ist die sogenannte Hufeisensiedlung im nordöstlichen Quadranten der wichtigste Zwangspunkt. Westlich des Kreuzes befinden sich dagegen nur gewerbliche Bauten, die zudem weiter abgesetzt sind. Auch im weiteren Verlauf der BAB A3 hat die Bebauung bis zur Kreuzung mit der B8 einen Abstand von der Autobahn.

Nördlich der BAB A1 befindet sich zwischen den beiden Bahnstrecken westlich und östlich des Autobahnkreuzes angrenzende Wohnbebauung. Südlich liegen etwas abgesetzt das Leverkusener Stadion sowie Sportanlagen und Kleingartenanlagen. Weitere Zwangspunkte ergeben sich aus der Bahnüberführung östlich des AK Leverkusen sowie aus der Lage des AK Leverkusen West.

Aus den geschilderten Randbedingungen ergibt sich, dass einer geänderten Trassierung enge Grenzen gesetzt sind. Denkbar ist eine leichte Verschwenkung der BAB A3 nördlich des AK Leverkusen nach Westen. Eine Verschwenkung südlich des AK Leverkusen hat größere Auswirkungen in die seitlichen Anwohnerbereiche. An der BAB A1 ist eine leichte Verschwenkung nach Süden denkbar. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass innerhalb des Autobahnkreuzes die Mindestradien und die Höchstlängsneigungen der Rampen eingehalten werden.

6.1.1 Entwurfsgrundsätze

Die Grundlage für die Überlegungen zum Ausbau des untersuchten Straßennetzes sowie zum Umbau seiner einzelnen Elemente stellen die RAA 2008 (vgl. FGSV, 2008) dar. Gemäß diesen Richtlinien sind die hier untersuchten Autobahnen der Entwurfsklasse EKA 1 für großräumige Verbindungen zuzuordnen. Auftragsgemäß wurde ein leistungsfähiges und richtlinenkonformes Gesamtkonzept entwickelt. Dabei wurde in Anbetracht des städtischen Umfelds auf eine möglichst flächensparende und umfeldverträgliche Gestaltung geachtet.

Die Planungen wurden nach den Vorgaben der Entwurfsklasse EKA 1 der RAA (vgl. FGSV, 2008) durchgeführt. Eine der Empfehlungen der RAA für diese Entwurfsklasse ist ein anzustrebendes Maß von 8 km für den Abstand von Anschlussstellen außerhalb bebauter Gebiete untereinander. Allerdings sieht die Richtlinie für dichtbesiedelte Gebiete ausdrücklich von diesem Wunschmaß abweichende Mindestabstände vor. Hierbei wird für den effektiven Abstand zwischen zwei Knotenpunkten (d.h. die Entfernung der Einfahrt auf die darauf folgende Ausfahrt gemessen vom Ende der letzten Einfahrtöffnung bis zum Anfang der ersten Ausfahrtöffnung des folgenden Knotenpunktes) ein Mindestmaß von 600 m angegeben. Wird dieses Mindestmaß eingehalten, wird davon ausgegangen, dass sich die Knotenpunkte weder hinsichtlich der baulichen oder verkehrstechnischen Gestaltung noch hinsichtlich des Verkehrsablaufs beeinflussen. Eine besondere Betrachtung der konkreten Verflechtungsvorgänge ist in diesen Fällen gemäß RAA ausdrücklich nicht erforderlich (vgl. RAA 2008, 6.2.2 Knotenpunktabstände). Die Berechnungen können mit den Verfahren des HBS erfolgen.

Der vorliegende Entwurf wurde so gestaltet, dass die Mindestabstände zwischen den Knotenpunkten im Umfeld des AK Leverkusen an allen Stellen eingehalten werden. Um dieses Ziel zu erreichen wurden unter anderem auch Verflechtungsstreifen gemäß der RAA verwendet. Als Folge könne somit alle Elemente im Grundsatz unabhängig voneinander nach dem HBS bemessen werden. Gleichwohl ist es angeraten in den weiteren Planungsstufen eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation durchzuführen. Nur mit diesem Hilfsmittel können über den Nachweis der Kapazität und der gewünschten Verkehrsqualität hinaus weitere Optimierungen der entwickelten Gesamtlösung geprüft und fundiert bewertet werden.

In Anbetracht der Bedeutung und der erheblichen Verkehrsbelastungen des Planungsraums wird davon ausgegangen, dass die gesamte BAB A 3 in diesem Bereich sowie die BAB A 1 vom AK Leverkusen bis zur AS Köln-Niehl mit einer Streckenbeeinflussungsanlage ausgestattet wird.

In Bezug auf die Beschilderung ist darauf zu achten, dass dem Kraftfahrer die Verkehrsführung auch durch die wegweisende Beschilderung deutlich gemacht wird. Das gilt insbesondere für die Ausfahrten der Typen A 5 und A 7. Hier ist darauf zu achten, dass die Beschilderung ein frühzeitiges Vorsortieren der Kraftfahrer unterstützt.

Aufgrund der schon in diesem frühen Planungsstadium und der entsprechenden Planungstiefe absehbaren Konflikte mit dem Umfeld, d. h. bei voraussichtlich hohem Flächenbedarf einerseits und fehlenden Freiflächen andererseits werden nachfolgend richtlinienkonforme Maßnahmen und die Möglichkeiten zur Verkehrsverlagerung zur Reduktion des Ausbaubedarfs diskutiert und damit verbundene Folgen benannt.

6.1.2 Verkehrsverlagerung auf Alternativrouten

Grundsätzlich ist zu überlegen, ob nicht zumindest ein Teil des heute über das AK Leverkusen abgewickelten Verkehrs auch auf Alternativrouten verlagert werden kann. Hierbei kommen beim Blick auf das Straßennetz die Abbiegebeziehungen zwischen der A 1 in und aus Richtung Koblenz und der BAB A 3 in und aus Richtung Oberhausen in Betracht. Alternativ zu einer direkten Führung am AK Leverkusen ist prinzipiell auch die Führung über die BAB A 542 und A 59 unter Nutzung des AK Langenfeld, des AK Monheim und des AK Leverkusen West vorstellbar. Diese Umfahrungsmöglichkeit wird heute bei größeren Verkehrsstörungen am AK Leverkusen genutzt (siehe auch Ziffer 2.6.3).

Bei näherer Betrachtung stellt sich die o.g. Alternative allerdings als problematisch dar. Zum einen ist die alternativ zu fahrende Strecke jeweils länger (aus Richtung Oberhausen nach Koblenz 15,7 km zu 14,3 km, in Gegenrichtung 15,8 km zu 14,8 km). Eine systematische Verlagerung von Fahrten auf diese Alternativroute würde daher zwangsläufig zu höheren Umweltbelastungen führen. Zum anderen sind deutlich mehr Knotenpunkte und damit Ein- und Ausfahrten zu passieren (aus Richtung Oberhausen nach Koblenz 5 Aus- und 5 Einfahrten anstelle von 1 Aus- und 1 Einfahrt bei Fahrt über das AK, in Gegenrichtung 4 Aus- und Einfahrten anstelle von 2 Aus- und 2 Einfahrten). Dies bedeutet sowohl insgesamt geringere Reisegeschwindigkeiten als auch höhere Umweltbelastungen aufgrund von Beschleunigungsvorgängen. Zudem sind aufgrund der höheren Sicherheitsrisiken von Knotenpunkten im Vergleich zur freien Strecke Einbußen im Bereich der Verkehrssicherheit zu erwarten.

Darüber hinaus ergibt sich aber folgendes grundsätzliches Problem: Um die oben geschilderten Nachteile zu rechtfertigen, müssten die am AK Leverkusen entstehenden Vorteile entsprechend groß sein. Von daher wäre also der komplette Verzicht auf diese Fahrtbeziehung im Kreuz in Erwägung zu ziehen. Dafür spricht auch, dass die Fahrt über das AK Leverkusen aufgrund der kürzeren Entfernung und der einfacheren Verkehrsführung erheblich attraktiver ist. Daher ist davon auszugehen, dass eine geänderte

Wegweisung allein nicht zu einer konsequenten Nutzung dieser Alternativroute führen würde. In diesem Zusammenhang ist auch auf die immer weiter verbreiteten Navigationssysteme hinzuweisen, die die kürzeste Route ohne Rücksicht auf die Ausschilderung empfehlen.

Einem Verzicht auf die o.g. Abbiegemöglichkeit im Kreuz steht allerdings entgegen, dass etwa ein Drittel des Verkehrs von der AS Opladen an der BAB A 3 auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz fährt. Dieser Verkehr könnte bei einem Verzicht auf die Abbiegebeziehung aufgrund des damit verbundenen Umwegs aber gar nicht auf die oben skizzierte Alternativroute verlagert werden. Hierdurch würden ca. 8.000 Kfz/24 h von der Autobahn in das nachgeordnete städtische Straßennetz verlagert. Damit ergibt sich für eine solche Alternativführung dann aber keine geringere, sondern eine deutlich höhere Beeinträchtigung des Umfeldes als bei einem vollständigen Ausbau des AK Leverkusen.

Gleiches gilt bei einem Verzicht auf den gesamten Ausbau. Wie die Berechnung des Prognose-Nullfalls (vgl. Ziffer 4.5.3) zeigt, wird in einem solchen Fall erheblicher Verkehr in das nachgeordnete städtische Straßennetz verdrängt. Erfahrungsgemäß ist aber die Schaffung der erforderlichen Kapazitäten für die Spitzenstunden innerhalb des städtischen Straßennetzes mit sehr hohen Umfeldeinwirkung verbunden und in vielen Fällen gar nicht möglich. Eine sinnvolle Alternative zum Ausbau der Autobahn ist darin keinesfalls zu sehen.

6.2 AK Leverkusen

Wie in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt wurde, ist das AK Leverkusen in seiner derzeitigen Bau- und Betriebsform als Kleeblatt mit vier Verflechtungsbereichen bereits heute nicht mehr ausreichend leistungsfähig. Die Prognoseberechnungen zeigen, dass künftig mit noch größeren Verkehrsmengen zu rechnen ist. Bei der Herleitung einer geeigneten Bau- und Betriebsform ist daher nach Lösungen zu suchen, die zu einer Steigerung der Kapazität des Autobahnkreuzes führen. Diese Lösungen sind anhand verschiedener Kriterien (u.a. Kapazität und Verkehrsqualität, Verkehrssicherheit, Flächenverbrauch, Aspekte des Lärmschutzes, Baukosten etc.) miteinander zu vergleichen.

In der RAA sind Standardsysteme vorgesehen, die bevorzugt einzusetzen sind. Allerdings verweist die Richtlinie auch ausdrücklich darauf, dass bei Autobahnkreuzen innerhalb bebauter Gebiete Sonderlösungen notwendig werden können. Diese sollen aber nach Möglichkeit aus den Standardlösungen entwickelt werden. Bei einer übersichtlichen Gestaltung und ausreichenden Beschilderung zur Sicherstellung einer guten Orientierung sind Veränderungen der Standardsysteme nach RAA unbedenklich.

6.2.1 Herleitung des Ausbaustandes

Vorüberlegungen

Eine Umgestaltung des bestehenden Kleeblattes durch Anlage zusätzlicher Fahrstreifen stellt einen nahe liegenden Lösungsansatz dar (vgl. Abbildung 90). Ein leistungssteigernder Umbau der Verflechtungsstrecken ist jedoch nicht möglich, da aufgrund der vorhandenen Geometrie des Autobahnkreuzes nur eine begrenzte Länge für die Anlage von Verflechtungsbereichen zur Verfügung steht. Bei einer solchen geringen Länge kann aber durch die Anlege zusätzlicher Fahrstreifen kein Leistungszuwachs hervorgerufen werden, weil weiterhin alle verflechtenden Fahrzeuge ihren Fahrstreifenwechsel auf begrenztem Raum abwickeln müssen. Daher ergeben sich hier im Prognosefall für alle Verflechtungsstrecken innerhalb des AK Leverkusen ungenügende Verkehrsqualitäten (vgl. Abbildung 90). Es gibt keine Lösung, mit der die erforderliche Erhöhung der Kapazität unter Beibehaltung der Verflechtungsstrecken erreicht werden

könnte. Es ist statt dessen zwingend erforderlich, die ein- und die ausfahrenden Ströme durch die Anlage neuer Rampen zu trennen und die Verflechtungsvorgänge dadurch entfallen zu lassen (vgl. z.B. Abbildung 91).

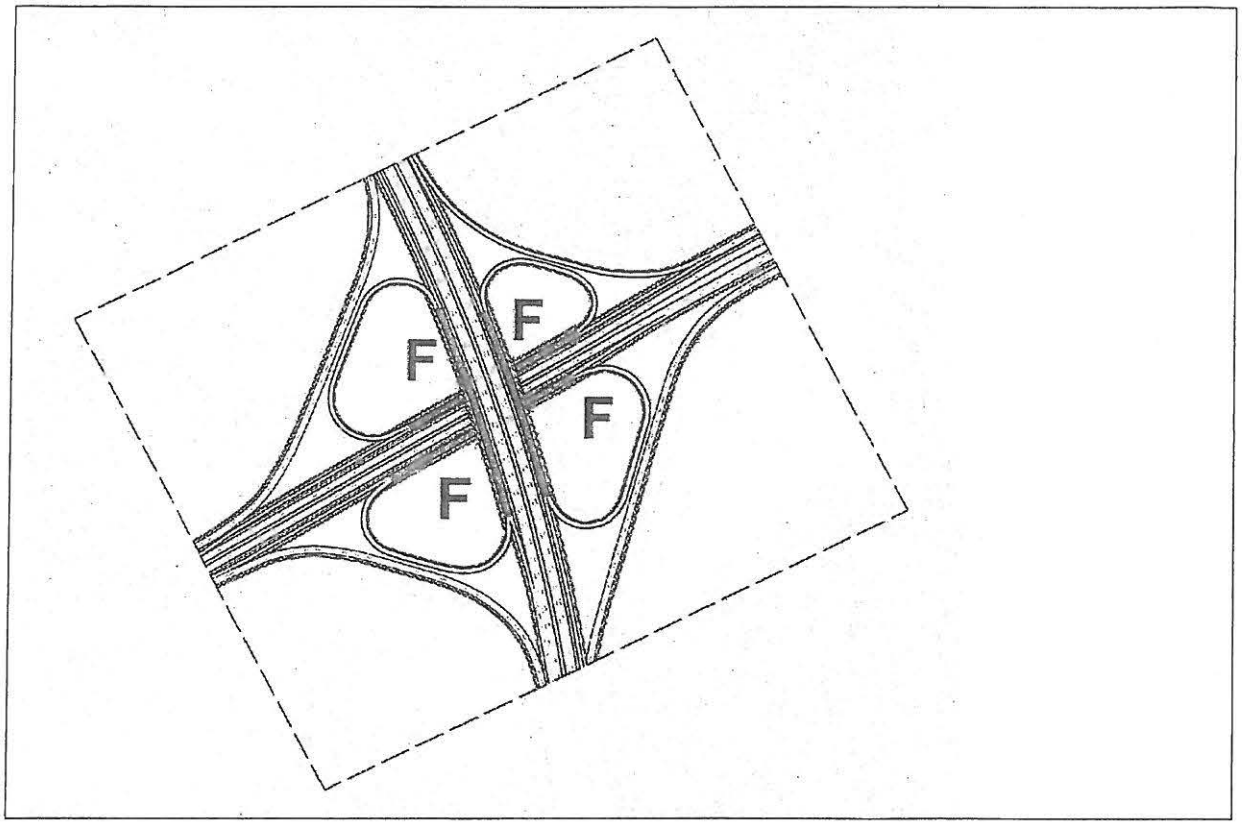


Abbildung 90: Kleeblatt Verkehrsqualität auf den Verflechtungsstrecken im Prognosefall

Bezüglich der lärmtechnischen Betroffenheit aufgrund des Umbaus zu erwarten, dass umfangreiche Lärmschutzmaßnahmen erforderlich werden. Angesichts der Größenordnung der Verkehrszunahmen einerseits (bis maximal 30 %, eine deutliche Wahrnehmung der Veränderung des Verkehrslärms ist jedoch erst bei eine Verdoppelung der Verkehrsmenge gegeben) und der inzwischen bestehenden Möglichkeiten des Lärmschutzes andererseits (z.B. lärmmindernde Fahrbahnoberflächen) ist davon auszugehen, dass sich die Situation für die Anwohner durch den Umbau des AK Leverkusen insgesamt eher verbessern als verschlechtern wird.

Abgewandeltes Kleeblatt

Kapazität

Mit einem Umbau des AK Leverkusen gemäß Abbildung 91 zu einem in dieser Weise abgewandelten Kleeblatt kann die erforderliche Steigerung der Kapazität erreicht werden. Alle Abbiegeströme werden separat, d.h. ohne Durchmischung mit anderen Abbiegeströmen auf eigenen Rampen geführt, die je nach prognostizierter Bemessungsverkehrsstärke einstreifig (2 von 8 Rampen) oder zweistreifig (6 von 8 Rampen) ausgebildet werden.

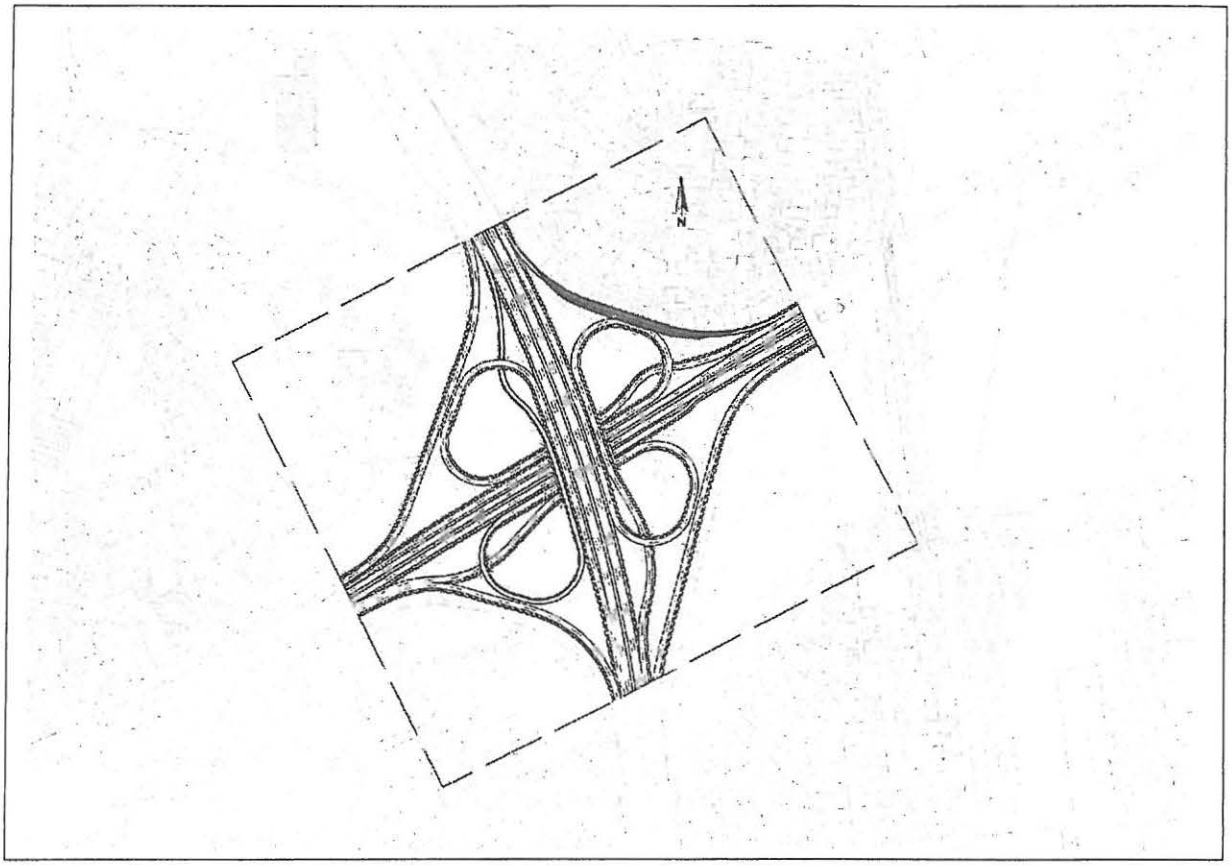


Abbildung 91: Abgewandeltes Kleeblatt mit Flächenbedarf im bewohnten Umfeld

Verkehrssicherheit und Qualität des Verkehrsablaufs

Der Entwurf kommt, wie das Autobahnkreuz im Bestand, mit 2 Ebenen der Verkehrsführung aus. Um die höhenfreie Führung der Ströme zu realisieren, ist es aber erforderlich, nahezu alle inneren Rampen mit Mindestelementen im Lageplan und im Höhenplan zu trassieren. Aus der Perspektive der Kraftfahrer ergibt sich daraus eine schnelle Abfolge von engen Kreisbögen (in den Schleifenrampen) und Zwischengeraden sowie von Wannen und Kuppen mit geringen Halbmessern (in den übrigen Rampen), verbunden mit den sich daraus ergebenden Einschränkungen der Sichtweiten.

Unter anderem aus diesen Gründen stellt das abgewandelte Kleeblatt gemäß RAA auch kein Standardsystem für den Neubau dar. Ausdrücklich wird in der Richtlinie auf die „Eingeschränkte Qualität des Verkehrsablaufs im Überwerfungsbereich der Rampen" sowie auf die geringeren Sichtweiten aufgrund der

ungünstigen Schleifenrampenführung verwiesen. Die vorhandene Sichtweite stellt in Hinblick auf die Sicherheit einer Verkehrsanlage stets ein besonders wichtiges Kriterium dar.

Flächenverbrauch

Trotz der Verwendung von Mindestparametern (Radien, Kuppen- und Wannenhalbmesser) ergibt sich ein erhöhter Flächenbedarf, der im nord-östlichen Quadranten zu erheblichen Eingriffen in die bestehende Bebauung führen würde (vgl. Abbildung 91). Eine Prüfung hat ergeben, dass eine Verschiebung des Autobahnkreuzes in westliche Richtung dieses Problem auch nicht lösen kann, da hierdurch in den anderen Quadranten die Mindestradien nicht mehr eingehalten werden können. In der RAA wird ausdrücklich der große Flächenbedarf dieser Lösung als Nachteil genannt. Eine Verlegung der Tangentialrampen nach Innen in Richtung des zentralen Bauwerks zur Minimierung des Flächenbedarfs ist bei dieser Lösung nicht möglich.

Lärmtechnische Betroffenheit und Kosten

Durch die Ausweitung des Autobahnkreuzes und die hiermit einhergehende geringere Entfernung zu den angrenzenden Wohngebieten ergeben sich ungünstige Auswirkungen auf die Immissionen, insbesondere die Lärmbelastungen. Das zentrale Brückenbauwerk des Autobahnkreuzes ist sowohl hinsichtlich seiner lichten Weite als auch hinsichtlich seiner Breite deutlich größer als das vorhandene, da einerseits mehr Fahrstreifen als heute überspannt werden müssen sowie andererseits auch mehr Fahrstreifen als heute über die Brücke geführt werden. Zusammen mit dem erhöhten Flächenverbrauch ist daher mit vergleichsweise hohen Baukosten zu rechen. Da ein Tausch von Zufahrtsrampen entsprechend den vorhandenen Abbiegeanteilen (BAB A 3 aus Oberhausen bzw. aus Frankfurt a. M. auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz, vgl. 2.6.8) im Bereich des zentralen Bauwerks nicht möglich ist, könnte dieser nur stromabwärts des AK Leverkusens mit einem separaten Überwurfbauwerk erfolgen, was zu weiteren Kosten führen würde.

Zusammenfassung

Die folgende Tabelle zeigt die Bewertung dieses Entwurfs im Überblick.

Variante Kriterium	Abgewandeltes Kleeblatt
Kapazität	+
Sicherheit und Verkehrsqualität	o
Flächenverbrauch	- -
Anzahl der Ebenen	+
Lärmtechnische Betroffenheit	-
Größe des zentralen Bauwerks	-
Baukosten	o
Gesamtbewertung	-

Tabelle 12: Eigenschaften des abgewandelten Kleeblatt

Bei der überprüften Lösung „Abgewandeltes Kleeblatt" überwiegen die Nachteile. Von einer derartigen Lösung ist daher Abstand zu nehmen.

Abgewandeltes Malteserkreuz

Kapazität

Das Malteserkreuz (vgl. Abbildung 92) stellt ein besonders leistungsfähiges Knotenpunktsystem dar. Nach den technischen Richtlinien RAA (vgl. FGSV, 2008) soll es nur dann eingesetzt werden, wenn eine sehr hohe Knotenpunktbelastung dies erfordert. Im vorliegenden Fall kann auf eine halbdirekt geführte Rampe für die Fahrbeziehung aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Dortmund verzichtet werden. Mit dieser Reduzierung (= Abwandlung) des Ausbaustands gegenüber der Grundform ist ein leistungsfähiger Verkehrsablauf gewährleistet.

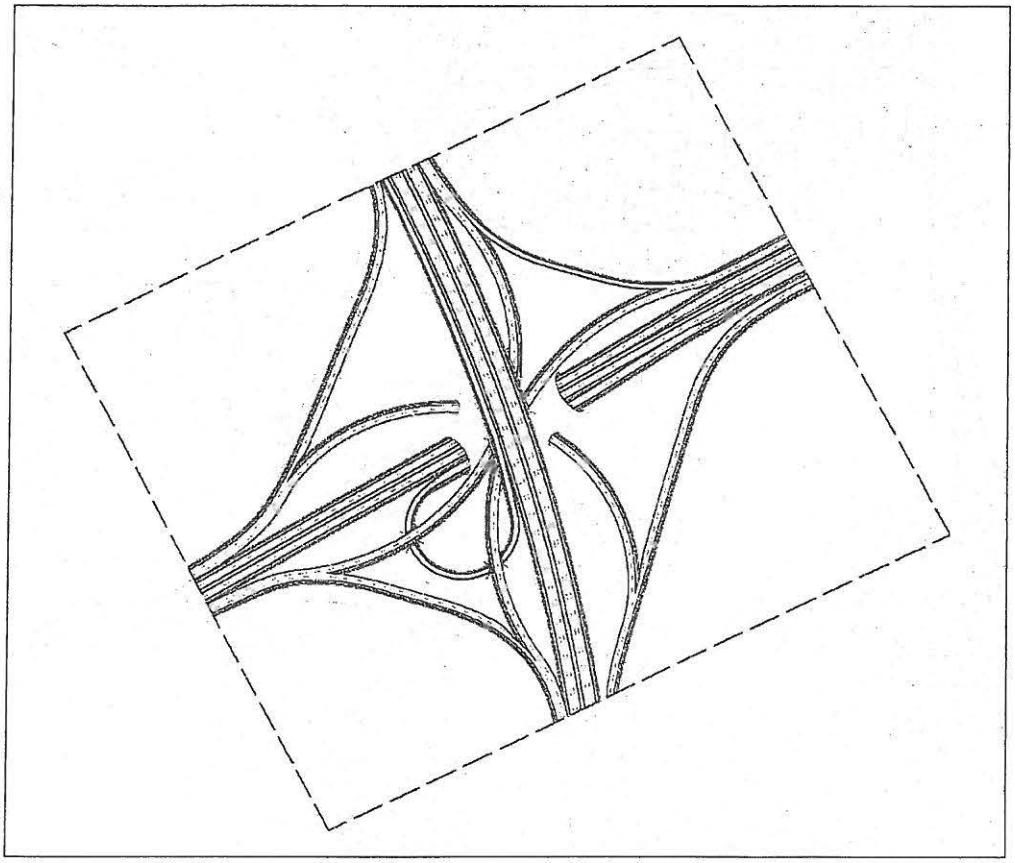


Abbildung 92: Abgewandeltes Malteserkreuz

Verkehrssicherheit und Qualität des Verkehrsablaufs

Im Gegensatz zum abgewandelten Kleeblatt können die neu herzustellenden Rampen großzügig trassiert werden. Dies kommt dem Verkehrsablauf und der Verkehrssicherheit zugute.

Flächenverbrauch

Um die erforderliche Anzahl von Fahrstreifen in allen Rampen herstellen zu können, erfolgt in zwei Quadranten eine Aufweitung um eine Fahrstreifenbreite zu Lasten der Böschungen. Eine Verlegung der Tangentialrampen nach Innen in Richtung des zentralen Bauwerks zur Minimierung des Flächenbedarfs ist bei dieser Lösung nicht möglich.

Lärmtechnische Betroffenheit und Kosten

Für das zentrale Brückenbauwerk des Autobahnkreuzes ist für die höhenfreie, halbdirekte Führung der verschiedenen Ströme insgesamt ein Bauwerk mit vier Ebenen erforderlich. Damit sind einerseits sehr hohe Kosten verbunden (insbesondere bei einer aus Gründen des Lärmschutzes vorteilhaften unterirdischen Lage der zusätzlich erforderlichen Ebenen) oder andererseits sehr ungünstige Voraussetzungen für eine Begrenzung der Schallemissionen (bei einer Lage der zusätzlich erforderlichen Ebenen oberhalb der heutigen Lage der BAB 3). Da ein Tausch von Zufahrtsrampen entsprechend den vorhandenen Abbiegeanteilen (BAB A 3 aus Oberhausen bzw. aus Frankfurt a. M. auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz, vgl. 2.6.8) im Bereich des zentralen Bauwerks nicht möglich ist, könnte dieser nur stromabwärts des AK Leverkusens mit einem separaten Überwurfbauwerk erfolgen, was zu weiteren Kosten führen würde.

Darüber hinaus sind erhebliche Anforderungen an Einrichtung und Betrieb der Baustelle zu erwarten, ein Bau unter Betrieb ist möglicherweise sogar ausgeschlossen.

Zusammenfassung

Die folgende Tabelle zeigt die Bewertung dieses Entwurfs im Überblick.

Variante Kriterium	Abgewandeltes Malteserkreuz
Kapazität	+
Sicherheit und Verkehrsqualität	+
Flächenverbrauch	O
Anzahl der Ebenen	-
Lärmtechnische Betroffenheit	-
Größe des zentralen Bauwerks	-
Baukosten	-
Gesamtbewertung	-

Tabelle 13: Eigenschaften des abgewandelten Malteserkreuzes

Mit der überprüften Lösung „Malteserkreuz" sind erhebliche Nachteile verbunden. Sofern eine andere Lösung möglich ist, bei der diese Nachteile vermieden oder in ihrer Ausprägung reduziert werden können, ist daher von einem Umbau des AK Leverkusen zu einem Malteserkreuz Abstand zu nehmen.

Abgewandelte Windmühle

Kapazität

Das Knotenpunktsystem „Windmühle" (vgl. Abbildung 93, dargestellt ist eine abgewandelte Form mit einer Schleifenrampe für die Fahrbeziehung von Nord nach Ost) weist aufgrund seiner zweistreifigen, halbdirekt geführten Rampen ebenfalls eine hohe Kapazität auf. Mit dem dargestellten Ausbaustand wird ein leistungsfähiger Verkehrsablauf ermöglicht.

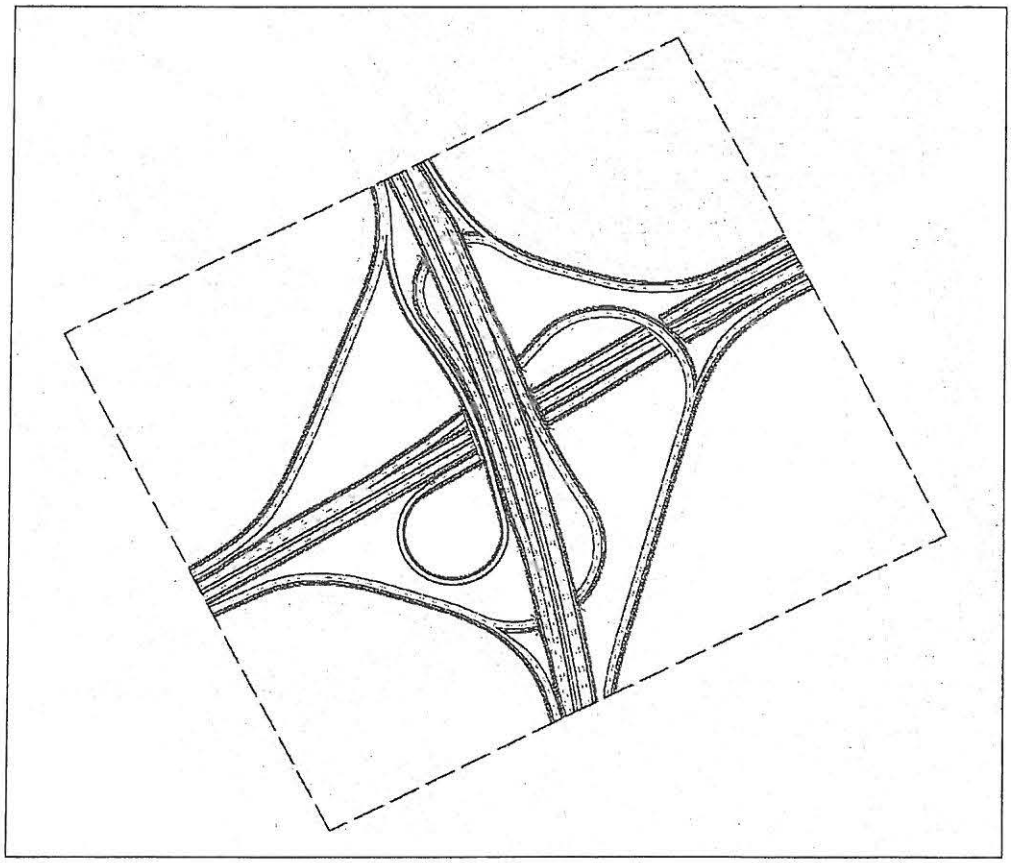


Abbildung 93: Abgewandelte Windmühle

Verkehrssicherheit und Qualität des Verkehrsablaufs

Zur Realisierung der in Abbildung 92 dargestellten Lösung ist es aber erforderlich, mehrere Rampen mit Mindestelementen im Lageplan und im Höhenplan zu trassieren. Dies wirkt sich ungünstig auf den Verkehrsablauf sowie auf die Verkehrssicherheit aus.

Flächenverbrauch

Nur bei der Verwendung von Mindestelementen muss für das Autobahnkreuz keine insgesamt größere Fläche in Anspruch genommen werden als heute. Eine Verlegung der Tangentialrampen nach Innen in Richtung des zentralen Bauwerks zur Minimierung des Flächenbedarfs ist bei dieser Lösung nicht möglich.

Lärmtechnische Betroffenheit und Kosten

Das zentrale Brückenbauwerk des Autobahnkreuzes breiter als das vorhandene, da mehr Fahrstreifen als heute über die Brücke geführt werden. Es sind daher vergleichsweise hohe Baukosten zu erwarten. Da ein Tausch von Zufahrtsrampen entsprechend den vorhandenen Abbiegeanteilen (BAB A 3 aus Oberhausen bzw. aus Frankfurt a. M. auf die BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz, vgl. 2.6.8) im Bereich des zentralen Bauwerks nicht möglich ist, könnte dieser nur stromabwärts des AK Leverkusens mit einem separaten Überwurfbauwerk erfolgen, was zu weiteren Kosten führen würde. Bezüglich der lärmtechnischen Betroffenheit ist im Vergleich zum heutigen Ausbaustand nicht mit einer Verschlechterung zu rechnen.

Zusammenfassung

Die folgende Tabelle zeigt die Bewertung dieses Entwurfs im Überblick.

Variante / Kriterium	Abgewandelte Windmühle
Kapazität	+
Sicherheit und Verkehrsqualität	O
Flächenverbrauch	+
Anzahl der Ebenen	+
Lärmtechnische Betroffenheit	+
Größe des zentralen Bauwerks	-
Baukosten	O
Gesamtbewertung	O

Tabelle 14: Eigenschaften der abgewandelten Windmühle

Mit der überprüften Lösung „Windmühle" sind also ebenfalls nennenswerte Nachteile verbunden. Im weiteren Verlauf der Herleitung einer insgesamt vorteilhaften Lösung wurden aber einzelne Elemente der Windmühle systematisch weiter entwickelt und optimiert, um die erkannten Nachteile zu vermeiden.

Optimierter Entwurf

Kapazität

Die im Verlauf der Untersuchung entwickelte Lösung (vgl. Abbildung 94) basiert auf dem Prinzip der Windmühle, die drei halbdirekten Rampen werden jedoch großzügig trassiert und nicht von den außen liegenden Tangentialrampen abgezweigt, sondern als separate Ausfahrten aus den Hauptfahrbahnen angelegt. Damit wird eine besonders hohe Kapazität erreicht.

Die Höhenlagen der Rampen können in den weiteren Planungsschritten zur weiteren Verbesserung z.B. der Emissionsbelastungen noch geändert werden ohne dass dieses die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des Entwurfs berühren würde.

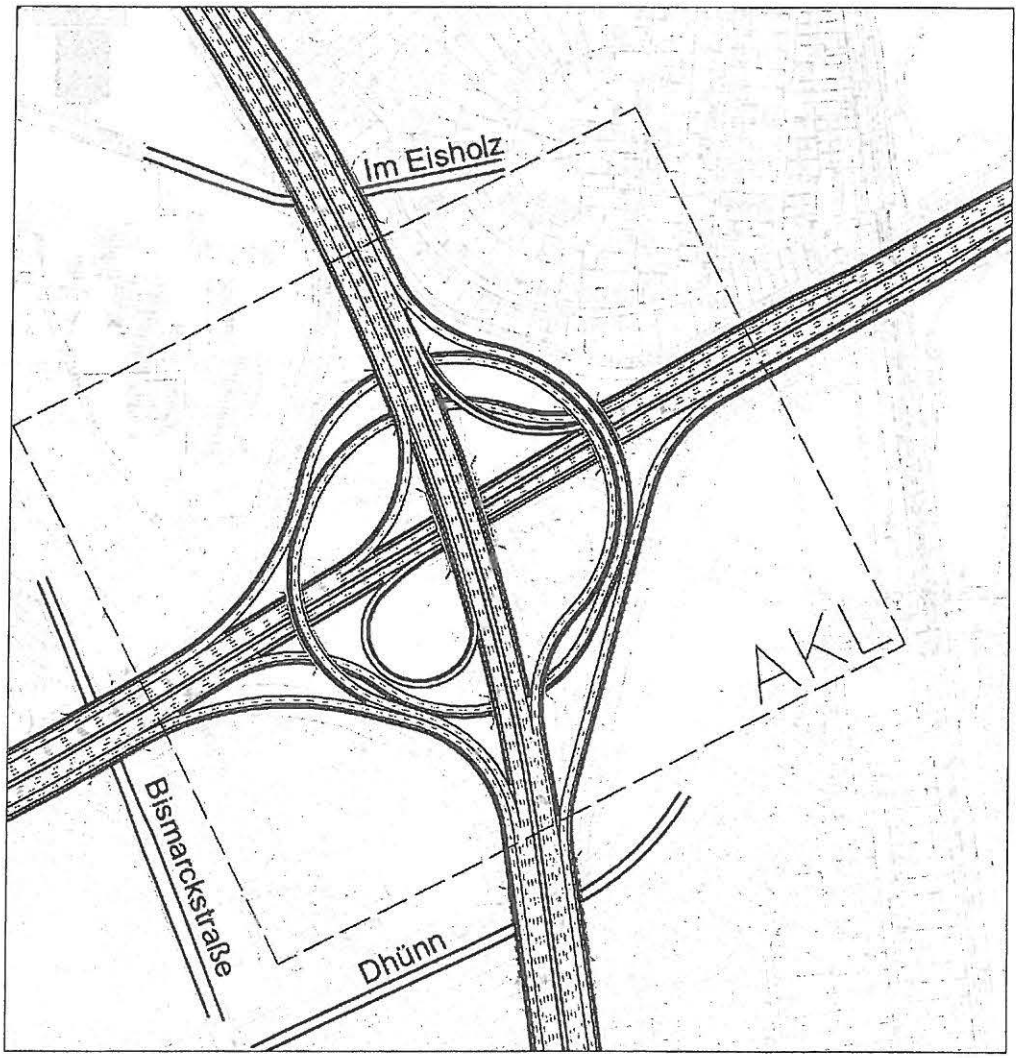


Abbildung 94: Optimierter Entwurf

Verkehrssicherheit und Qualität des Verkehrsablaufs

Das Entwurfsprinzip ermöglicht darüber hinaus eine großzügige Führung der zweistreifigen, halbdirekten Rampen in einem relativ gleichmäßigen Kreisbogen. Die halbdirekten Rampen können sowohl im Lageplan als auch im Höhenplan großzügig trassiert werden. Dies wirkt sich günstig auf den Verkehrsablauf sowie auf die Verkehrssicherheit aus.

Flächenverbrauch

Trotz der Verwendung großzügiger Trassierungselemente muss für das Autobahnkreuz insgesamt keine größere Fläche in Anspruch genommen werden als heute. Im südwestlichen Quadranten ergibt sich zwar ein zusätzlicher Flächenbedarf um eine Fahrstreifenbreite. Durch eine Verlegung der Tangentialrampen für zwei Fahrbeziehungen (aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Koblenz sowie aus Richtung Dortmund in Fahrtrichtung Oberhausen) nach innen verringert sich dafür in den beiden nördlichen Quadranten der Flächenbedarf. Dies ist insbesondere in Hinblick auf die Hufeisensiedlung von Vorteil (vgl. nachfolgende Erkenntnisse zur lärmtechnischen Betroffenheit).

Gleichzeitig wird durch die Verlegung der Tangentialrampen eine Verkürzung der Einfahrbereiche erreicht. Dies ist sinnvoll, denn die große Anzahl der Fahrstreifen in den direkten und halbdirekten Rampen, die zur Bewältigung des Verkehrsaufkommens erforderlich sind, ergeben sich lange Einfahrbereiche, in denen die Gesamtanzahl der Fahrstreifen (Summe der Fahrstreifen auf der Hauptfahrbahn und in der daneben liegenden Einfahrt) eine deutliche Verbreiterung der angrenzenden Streckenabschnitte erfordert. Je früher die Fahrstreifen der Einfahrt beendet werden können, desto kürzer fällt der Bereich der angrenzenden Streckenabschnitte aus, der deutlich verbreitert werden muss.

Lärmtechnische Betroffenheit und Kosten

In zwei Quadranten ist ein Flächengewinn zu verzeichnen (s.o.). Die gegenüber heute mögliche Abrückung der Verkehrsflächen von den Immissionsorten ist insbesondere im Hinblick auf die anfallenden Lärmimmissionen für die im nordöstlichen Quadranten unmittelbar angrenzende Hufeisen-Siedlung von besonderer Bedeutung. Die durch den Tausch entstehenden Kosten sind hierbei vergleichsweise gering.

Das zentrale Brückenbauwerk des Autobahnkreuzes kann gegenüber dem heutigen Zustand verkleinert werden. Während des Umbaus des Autobahnkreuzes sind keine außergewöhnlichen Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs wie z.B. durch eine Vollsperrung der Hauptfahrbahnen zu erwarten. Die Lösung kann in Form in sich abgeschlossener Module schrittweise realisiert werden. Mit der Fertigstellung jedes Moduls wird bereits eine Verbesserung des Verkehrsablaufs realisiert (vgl. Ziffer 7.1).

Zusammenfassung

Die folgende Tabelle zeigt die Bewertung dieses Entwurfs im Überblick.

Variante / Kriterium	Optimierte Lösung
Kapazität	+
Sicherheit und Verkehrsqualität	+
Flächenverbrauch	+
Anzahl der Ebenen	+
Lärmtechnische Betroffenheit	+
Größe des zentralen Bauwerks	+
Baukosten	O
Gesamtbewertung	+

Tabelle 15: Eigenschaften der optimierten Lösung

Die entwickelte „Optimierte Lösung" stellt unter den gegebenen Randbedingungen die insgesamt vorteilhafteste Variante zur Umgestaltung des AK Leverkusen dar.

Die qualitative Bewertung der untersuchten Lösungen ist in der folgenden Tabelle nochmals systematisch zusammengestellt:

Variante / Kriterium	Abgewandeltes Kleeblatt	Abgewandeltes Malteserkreuz	Abgewandelte Windmühle	Optimierte Lösung
Kapazität	+	+	+	+
Sicherheit und Verkehrsqualität	O	+	O	+
Flächenverbrauch	- -	O	+	+
Anzahl der Ebenen	+	-	+	+
Lärmtechnische Betroffenheit	-	-	+	+
Größe des zentralen Bauwerks	-	-	-	+
Baukosten	O	-	O	O
Gesamtbewertung	-	-	O	+

Tabelle 16: Eigenschaften der untersuchten Varianten

6.2.2 Ausbaubedarf

Für die Querschnitte der durchgehenden Hauptfahrbahnen ergeben sich im Vergleich zur heutigen Situation keine Veränderungen. Die Richtungsfahrbahnen der BAB A 1 erhalten jeweils zwei Fahrstreifen, die der BAB A 3 drei Fahrstreifen.

Aus den Verkehrsbelastungen der starken Eckströme (Oberhausen - Koblenz/ Frankfurt a. M - Koblenz/ Frankfurt a. M - Dortmund) mit Bemessungsverkehrsstärken von mehr als 1.350 Kfz/h ergibt sich gemäß RAA für die Verbindungsrampen der Rampenquerschnitt Q 3 (zweistreifig mit Seitenstreifen, vgl. Anlage Q-4). Lediglich die beiden Verbindungsrampen zwischen der BAB A 3 Richtung Oberhausen und der BAB A 1 Richtung Dortmund können aufgrund der geringen Bemessungsverkehrsstärken von weniger als 1.350 Kfz/h und ihrer Längen von weniger als 500 m mit dem Rampenquerschnitt Q 1 (einstreifig, vgl. Anlage Q-4) ausgeführt werden.

Für die vier direkten Rampen ergibt sich aufgrund der Entwurfsklasse EKA 1 eine Berechnungsgeschwindigkeit von mindestens 60 km/h. Der kleinste regelkonforme Scheitelradius der Rampen liegt somit bei 125 m.

Die größte Längsneigung der direkten Rampen tritt von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen auf. Sie überschreitet jedoch nicht den gemäß RAA für Steigungen von Rampen zulässigen Grenzwert von 6 %.

Für die drei halbdirekten Rampen ergibt sich aufgrund der Entwurfsklasse EKA 1 eine Berechnungsgeschwindigkeit von mindestens 60 km/h. Der kleinste regelkonforme Scheitelradius der Rampen ergibt sich daraus zu 125 m.

Die größte Steigung der halbdirekten Rampen tritt in der Verbindung von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. auf. Sie überschreitet jedoch nicht den für Steigungen zulässigen Grenzwert von 6 %. Das höchste Gefälle ist bei der Rampe zwischen der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. und der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz zu verzeichnen. Auch hier wird der Grenzwert von 7 % für die zulässige negative Längsneigung von Rampen nicht überschritten.

Für die einzig verbleibende indirekte Rampe aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Dortmund beträgt die minimale Berechnungsgeschwindigkeit 40 km/h, der minimale Scheitelradius somit 50 m. Die in Abbildung 94 dargestellte Schleifenrampe ist mit diesem Radius trassiert.

Bei Einhaltung sämtlicher Mindestparameter der Entwurfsklasse EKA 1 ergibt sich für den Kernbereich des Autobahnkreuzes der in der folgenden Abbildung skizzierte Ausbaubedarf. Es zeigt sich, dass in den beiden nördlichen Quadranten weniger Grundfläche als heute benötigt wird und im süd-östlichen Quadranten die heutigen Grenzen gehalten werden können. Lediglich im Süd-Westen ergibt sich zu den dort gelegenen Parkplätzen hin ein geringer zusätzlicher Flächenbedarf.

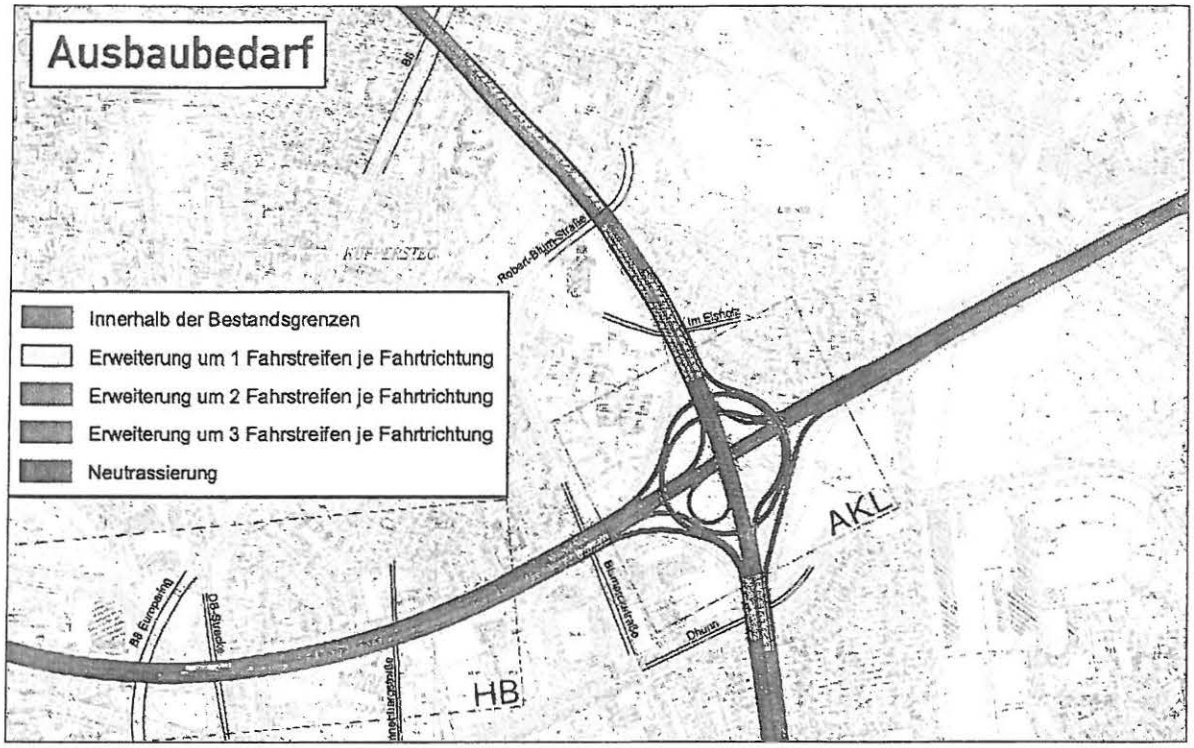


Abbildung 95: Ausbaubedarf am AK Leverkusen

6.3 BAB A 3 südlich des AK Leverkusen

6.3.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes

Der Ausbaustand dieses Abschnitts ergibt sich aus den Querschnitten der nördlich und südlich angrenzenden Bereiche. In Fahrtrichtung Süden muss dabei eine solche Verflechtung der beiden zweistreifigen Verbindungsrampen von der BAB A 1 mit der dreistreifigen Hauptfahrbahn stattfinden, dass südlich der AS Leverkusen die BAB A 3 mit einer vierstreifigen Richtungsfahrbahn weitergeführt werden kann.

Für die beiden Verbindungsrampen mit dem jeweiligen zweistreifigen Rampenquerschnitt Q 3 kommen nach RAA die zweistreifigen Einfahrttypen E 4 (ohne Spuraddition) und E 5 (mit Spuraddition) in Frage. Für hintereinander liegende Einfahrten geben die RAA für die Kombination zweier einstreifiger Einfahrten und von jeweils einer ein- und zweistreifigen Einfahrt die Einfahrttypen EE 1 bis EE 3 an. Die an der Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. vorliegende Kombination zweier zweistreifiger Einfahrten kommt in den RAA nicht vor, lässt sich allerdings logisch aus den vorhandenen Typen ableiten. Die nachstehende Abbildung zeigt diesen hergeleiteten Einfahrttyp, der analog zur Terminologie der RAA hier als EE 4" benannt wird. Dabei wird die erste Verbindungsrampe mit einer zweistreifigen Einfahrt mit Spuraddition (Typ E 5) in die Hauptfahrbahn geführt und danach die andere Verbindungsrampe mit einer weiteren Einfahrt vom Typ E 5 an die Hauptfahrbahn angeschlossen.

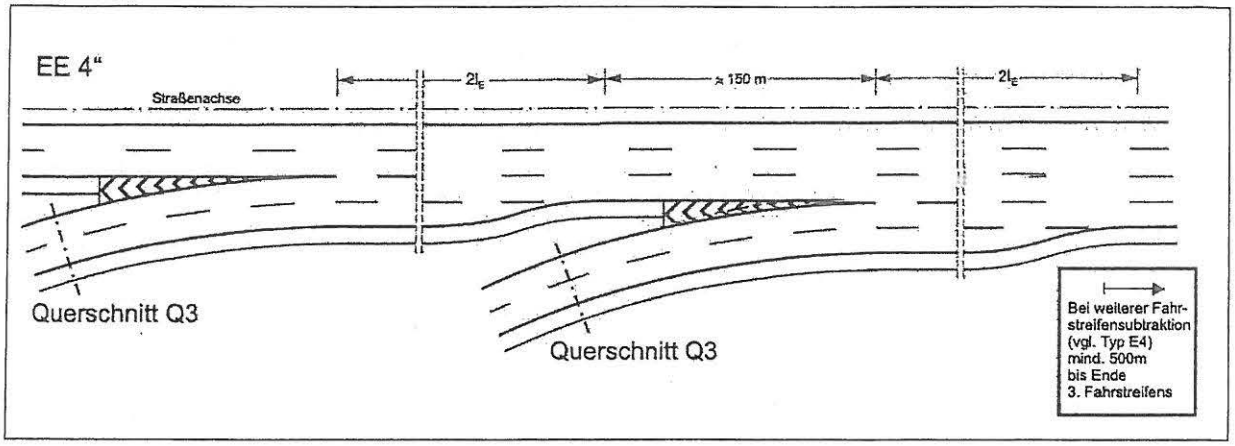


Abbildung 96: Hergeleiteter Einfahrttyp (EE-4")

Die Gesamtlänge einer solchen Doppeleinfahrt beträgt 1.650 m. Der Abstand zur AS Leverkusen beträgt dagegen lediglich ca. 1.400 m, so dass die Knotenpunkte nicht mehr ohne weiteres als isolierte, von einander unabhängig funktionierende Systeme geplant werden könnten.

Um diese Unabhängigkeit dennoch zu gewährleisten, werden die beiden Fahrstreifen der Einfahrt der Verbindungsrampe von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz als so genannter „Manövrierstreifen" bis in die Ausfahrt der AS Leverkusen geführt. Der effektive Knotenpunktabstand von ca. 750 m führt nach RAA dazu, dass das Autobahnkreuz und die Anschlussstelle als unabhängig voneinander funktionierende Systeme betrachtet werden können. Daher kann der Nachweis der Qualität des Verkehrsablaufs durch die Berechnung der beiden Knotenpunkte nach dem HBS erfolgen. Die vorhandenen Knotenpunktabstände sind damit ausreichend groß, um die volle Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems zu gewährleisten.

Wie die Verfolgungszählung ergeben hat (vgl. Ziffer 2.6 sowie 2.6.4 und 2.6.6), fahren an der AS Leverkusen sehr viel mehr Fahrzeuge von der BAB A1 aus Richtung Koblenz (1.907 Kfz/6h) ab als aus Richtung Dortmund (398 Kfz/6h). Bei einer solchen Verteilung der Ströme kann durch die Kombination einer Spuraddition am AK Leverkusen für die Tangentialrampe von der BAB A1 mit einer Spursubtraktion an der AS Leverkusen die Anzahl der notwendigen Spurwechselvorgänge verringert werden.

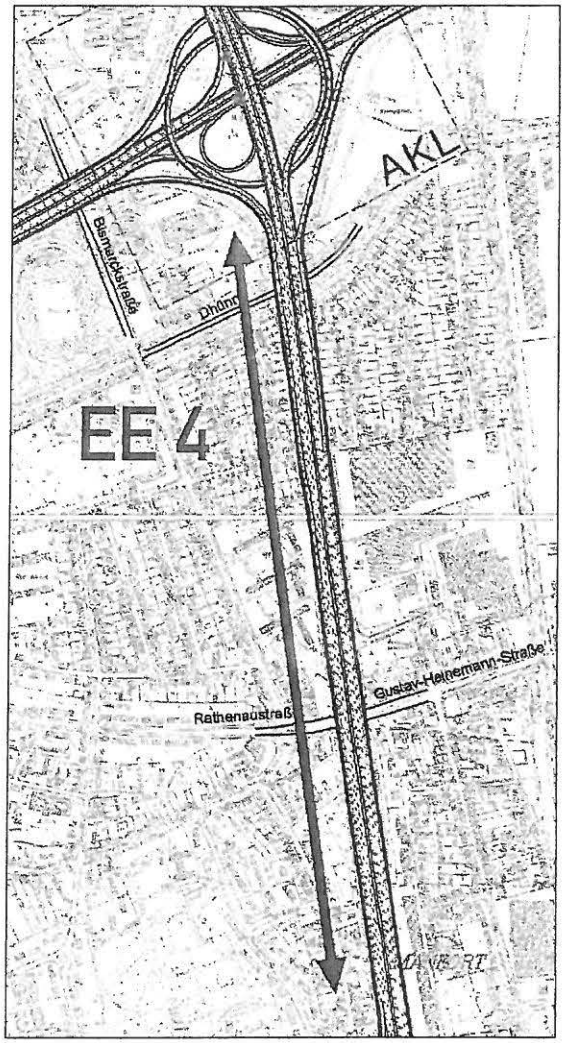


Abbildung 97: Einfahrten

In Fahrtrichtung Oberhausen befindet sich an der AS Leverkusen eine zweistreifige Einfahrt in die vierstreifige Richtungsfahrbahn. Am AK Leverkusen sind zwei zweistreifige Ausfahrten in die zweistreifigen Verbindungsrampen zur BAB A 1 vorzusehen und die BAB A 3 mit einer dreistreifigen Richtungsfahrbahn weiterzuführen.

Die Verfolgungszählung zeigt, dass die Einfahrenden von der AS in die Hauptfahrbahn und die Ausfahrenden von der Hauptfahrbahn in beide Rampen die stärksten Ströme bilden. Aufgrund dieser Verteilung ergibt sich keine zu bevorzugende Anordnung hinsichtlich der Ausfahrten am AK Leverkusen (vgl. Ziffer 2.6).

Für die Rampenausfahrten kommt einerseits eine gemeinsame zweistreifige Ausfahrt in eine Parallelfahrbahn mit anschließender zweistreifiger Ausfahrt in eine der Verbindungsrampen und Weiterführung der Parallelfahrbahn in die andere Verbindungsrampe in Betracht. Hierbei ergibt sich an der breitesten Stelle ein Querschnitt mit sieben Fahrstreifen, drei Seitenstreifen und zwei Trennstreifen, welcher sich aus einer dreistreifigen Hauptfahrbahn und zwei Rampenquerschnitten vom Typ Q 3 zusammensetzt.

Demgegenüber ist es andererseits bei zwei getrennten, direkt von der Hauptfahrbahn abgehenden Ausfahrten möglich, an der breitesten Stelle des Querschnitts mit sieben Fahrstreifen und zwei Seitenstreifen (dreistreifige Hauptfahrbahn mit zweistreifigem Ausfahrtsbereich und ein Rampenquerschnitt Q 3) auszukommen. Im Sinne einer Reduzierung der Eingriffe ins Umfeld wurde die zweite Variante gewählt.

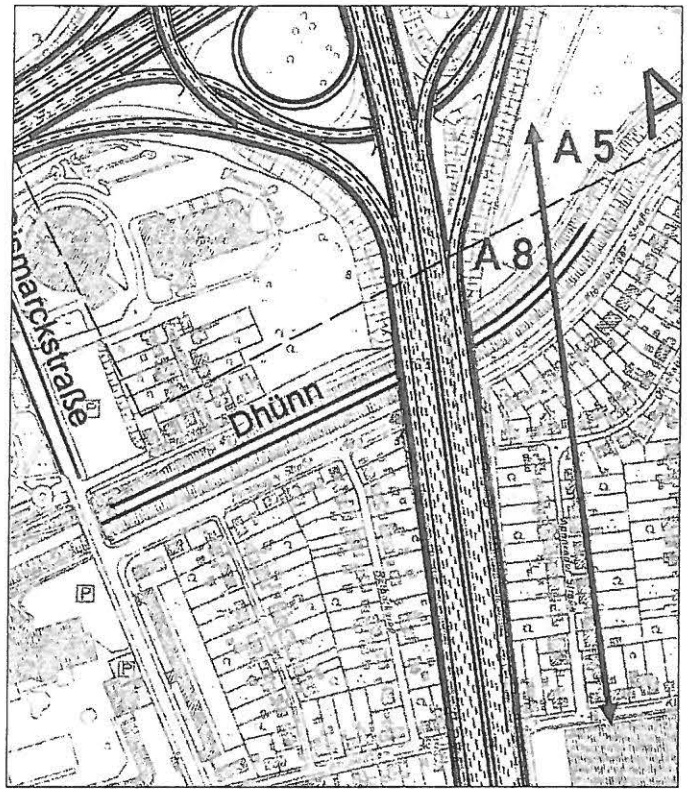


Abbildung 98: Ausfahrten

Zur Minimierung des Flächenbedarfs wird die nördlichste Ausfahrt in die Verbindungsrampe zur BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz als zweistreifige Ausfahrt mit Fahrstreifensubtraktion vom Typ A 5 ausgeführt. Hierbei handelt es sich um eine Variante des Ausfahrttyps A 5 mit einem auf 370m verkürzten Ausfädelungsbereich des inneren Fahrstreifens. Dieses dient auch zur Gewährsleistung des effektiven Mindestabstandes (s.u.). Bezüglich der Kapazität ist nicht mit Einschränkungen zu rechnen (vgl. BMVBS, 2006).

Für die davor liegende Ausfahrt der Verbindungsrampe zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund käme von der Bemessungsverkehrsstärke her ein Ausfahrttyp A 2 in Betracht. Allerdings ergibt sich aus dem geringen Abstand zur südlich gelegenen Einfahrt der AS Leverkusen, dass bei der Wahl dieses Ausfahrttyps der effektive Mindestabstand von 600 m nicht eingehalten werden könnte. Daher wird hier eine Kombination von Fahrstreifenaddition an der AS Leverkusen und Fahrstreifensubtraktion am AK Leverkusen gewählt, so dass auch hier die Ein- und Ausfahrt unabhängig voneinander betrieben werden können. Somit ist eine unabhängige Berechnung nach HBS für die Einzelelemente Einfahrt und Ausfahrt gewährleistet. Die vorhandenen Knotenpunktabstände sind damit auch hier ausreichend groß, um die volle Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems zu gewährleisten.

In diesem Zusammenhang kommt der Beschilderung eine wichtige Funktion zu, um eine gute Orientierung der Kraftfahrer sicher zu stellen. Hierbei ist darauf zu achten, dass alle Verkehrsteilnehmer möglichst frühzeitig die Geometrie der Ausfahrten erkennen können, um so ihre Fahrstreifenwechsel rechtzei-

tig planen zu können. Die folgende Abbildung zeigt eine Abfolge der Beschilderung, die eine eindeutige Zuordnung der verschiedenen Fahrtziele zu den einzelnen Fahrstreifen ermöglicht.

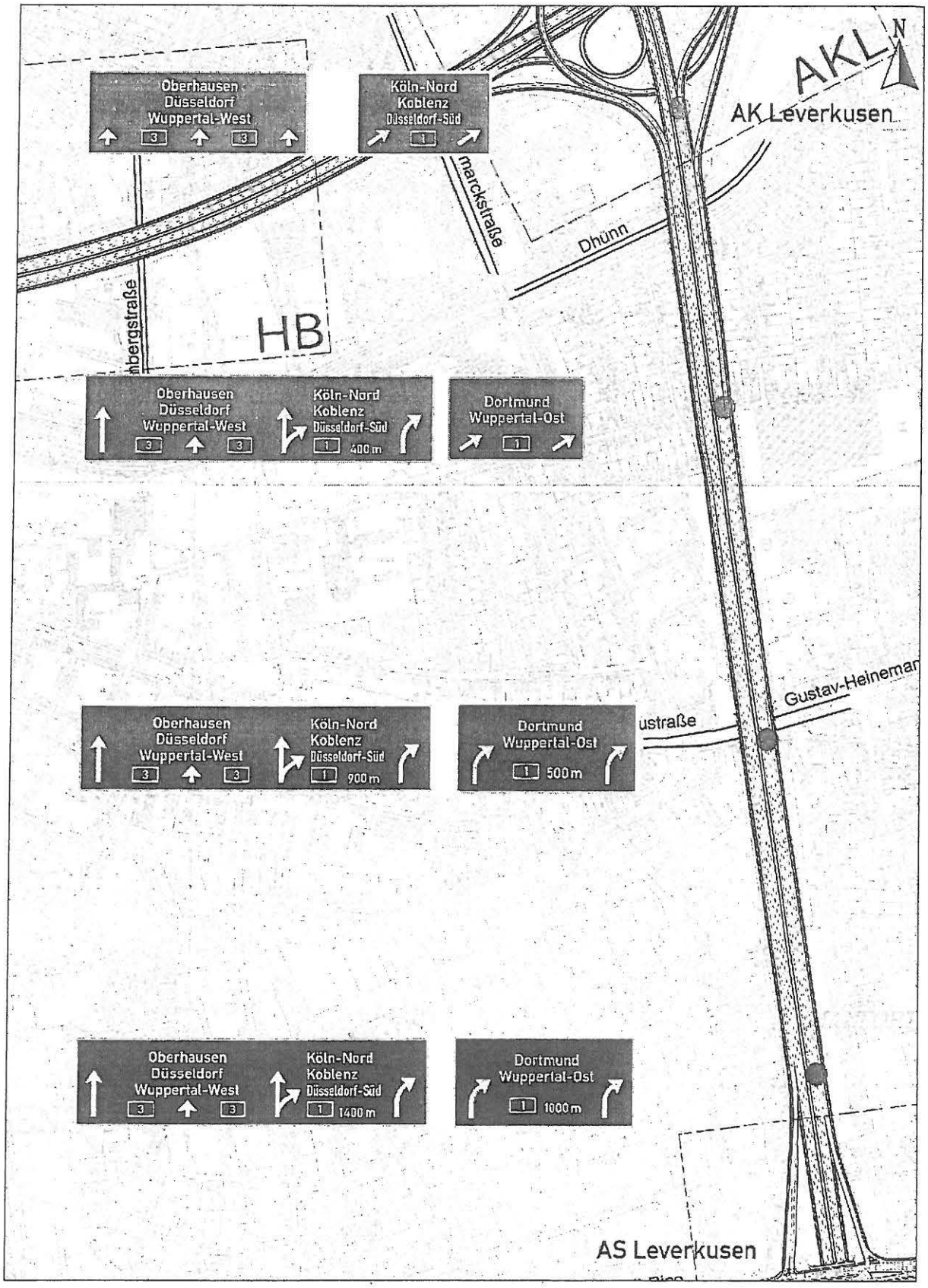


Abbildung 99: Beschilderung BAB A3 FR Oberhausen südlich des AK Leverkusen

Die erste Schilderbrücke (unten in Abbildung 99) steht dabei nach der Addition der beiden Fahrstreifen der zweistreifigen Einfahrt an der AS Leverkusen (vgl. 6.4.1). In fünfhundert m Abstand folgt die zweite Schilderbrücke, am Beginn der Verziehung des angesetzten inneren Fahrstreifens der Ausfahrt zur BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz die Dritte. Die letzte Schilderbrücke befindet sich im Bereich vor der Trenninselspitze der Ausfahrt zur BAB A1 in Fahrtrichtung Koblenz.

Mit dieser Beschilderung ist es möglich, den Kraftfahrern mindestens 1000 m vor der ersten Ausfahrt anzuzeigen, welche Ziele über welche Fahrstreifen zu erreichen sind. Dies kann durch entsprechende Markierungen auf der Fahrbahn (Autobahnnummern und Fernziele) noch unterstützt werden.

6.3.2 Ausbaubedarf der BAB A 3 südlich des AK Leverkusen

Die folgende Abbildung zeigt den erforderlichen Ausbaubedarf. Insbesondere in südlicher Fahrtrichtung ergibt sich im Vergleich zu heute ein deutlich größerer Flächenbedarf von zwei Fahrstreifen zzgl. Seitenstreifen. Welche exakten Auswirkungen dieser auf die beiderseits der Bab sehr enge Bebauung bzw. Infrastruktur hat, kann in der gegenwärtigen Planungsphase nicht gesagt werden.

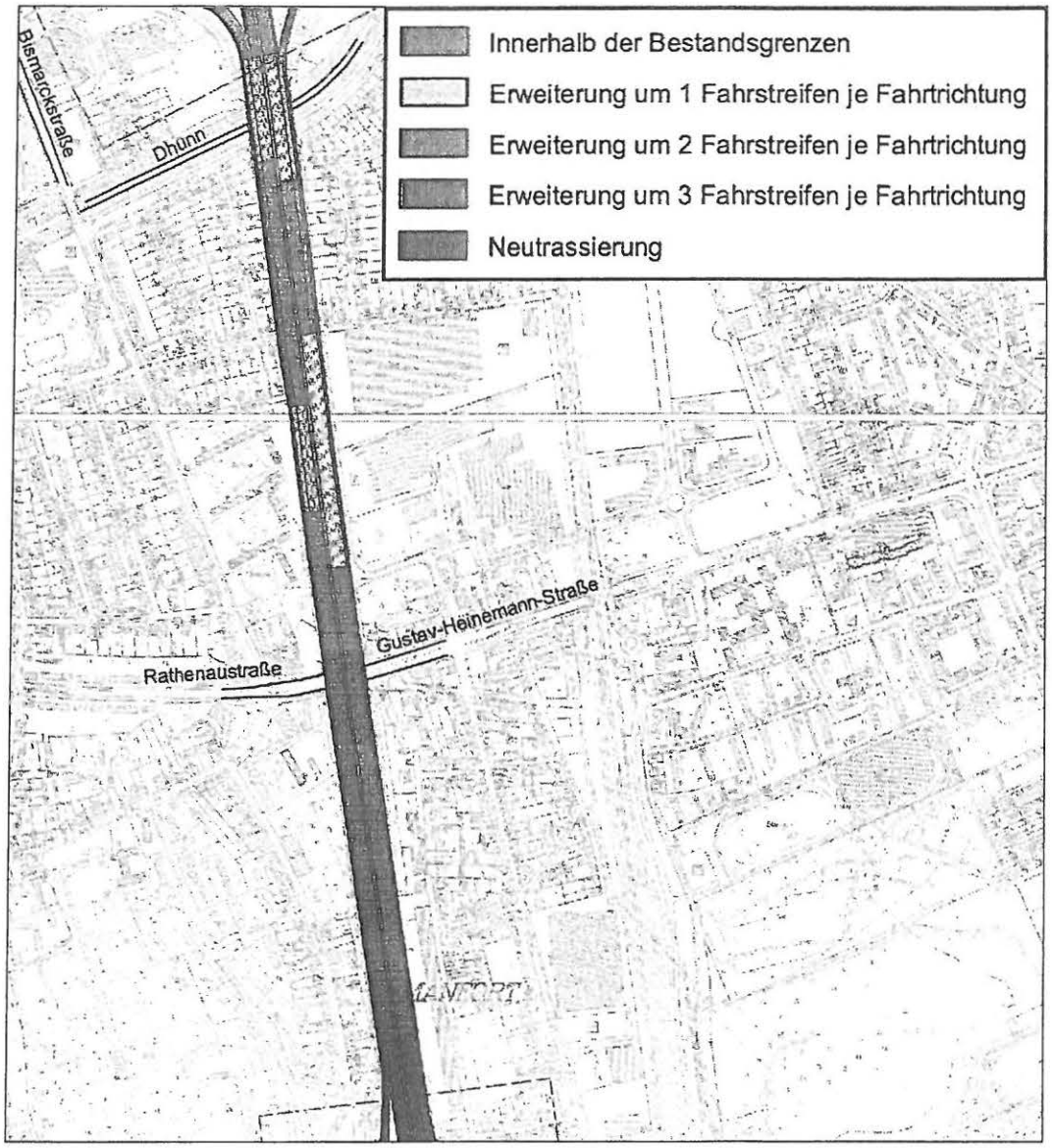


Abbildung 100: Ausbaubedarf der BAB A 3 südlich des AK Leverkusen

Eine Möglichkeit könnte dabei im Einsatz einer Fahrstreifensignalisierung mit der verkehrsabhängig alternierenden Freigabe eines Fahrstreifens in der Hauptfahrbahn und eines Fahrstreifens in der Einfahrrampe liegen. Tatsächlich zeigt die Auswertung der Schleifendaten, dass für die heutigen Verkehrsbelastungen eine solche Signalisierung für die Verbindungsrampe von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. in Frage käme, da die Belastungen nur während 7 Stunden des Analysejahres gleichzeitig eine zweistreifige Rampe und eine dreistreifige Hauptfahrbahn erfordern.

Für die Verbindungsrampe von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M ist dies dagegen an 41 Stunden erforderlich. Allerdings zeigen die Daten auch, dass bei einer nur 10-prozentigen Steigerung der Verkehrsbelastungen eine solche Konfiguration an 159 Stunden (bezogen auf die Rampe aus Richtung Dortmund) und an 279 Stunden (bezogen auf die Rampe aus Richtung Koblenz) nicht mehr ausreichend wäre. In Anbetracht der für das Jahr 2025 deutlich höher prognostizierten Verkehrsbelastungen (in Summe + 22 %) (vgl. Ziffer 4.5) ist eine solche Lösung für beide Rampen daher nicht sinnvoll.

Zur Minimierung der Umfeldauswirkungen ist grundsätzlich auch eine Tunnellösung denkbar. Eine wichtige Randbedingung nach RAA ergibt sich aus dem Verbot von Fahrstreifenreduktionen im Tunnel. Zu den nach dieser Vorschrift verbotenen Fahrstreifenreduktion müssen aufgrund ihrer Länge auch Spurreduktionen am Ende zweistreifiger Einfahrten gezählt werden. Gemäß den RAA sind Ein- und Ausfahrten in Tunneln zu vermeiden. Hieraus folgt, dass Autobahnkreuze oberirdisch anzuschließen sind.

Geometrische Zwangspunkte bei einer Tunnellösung sind der oberirdischen Anschluss an das AK Leverkusen sowie die Querungen der Dhünn, der Gustav-Heinemann-Straße und des Willy-Brandt-Rings an der AS Leverkusen. Aufgrund des engen Abstands zum AK Leverkusen ist die Dhünn oberirdisch zu queren, da eine Unterquerung mit der nach RAA zulässigen Längsneigung von 3,0 % (ab 500 m Länge sind 2,5 % anzustreben) nicht möglich ist. Erst die Gustav-Heinemann-Straße könnte unterquert werden. Da an der AS Leverkusen die Ausfahrt der Fahrbahn vom AK Leverkusen kommend in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. als Fahrstreifensubtraktion ausgebildet ist, muss aus Sicherheitsgründen das südliche Tunnelportal noch vor dieser Fahrstreifensubtraktion liegen.

In Fahrtrichtung eines Tunnelportals sind Fahrstreifenreduktionen (die in Tunneln nicht zulässig sind, s.o.) nach einer EU-Richtlinie (Directive 2004/54/EC) so weit vom Portal abzusetzen, dass ein Fahrzeug, das mit der erlaubten Höchstgeschwindigkeit fährt, mindestens 10 Sekunden bis zur Erreichung des Tunnelportals benötigt. Bei einer der zulässigen Geschwindigkeit im Tunnel angepassten Höchstgeschwindigkeit von Tempo 80 km/h sind dies 222 m.

Aus dieser Forderung ergibt sich aufgrund der erforderlichen Fahrstreifenreduktion in Fahrtrichtung Frankfurt a. M., dass das nördliche Tunnelportal erst in Höhe der Josefstraße liegen könnte.

Die folgende Abbildung zeigt den sich aus den o. g. Randbedingungen ergebenden Bereich einer möglichen Tunnellage.

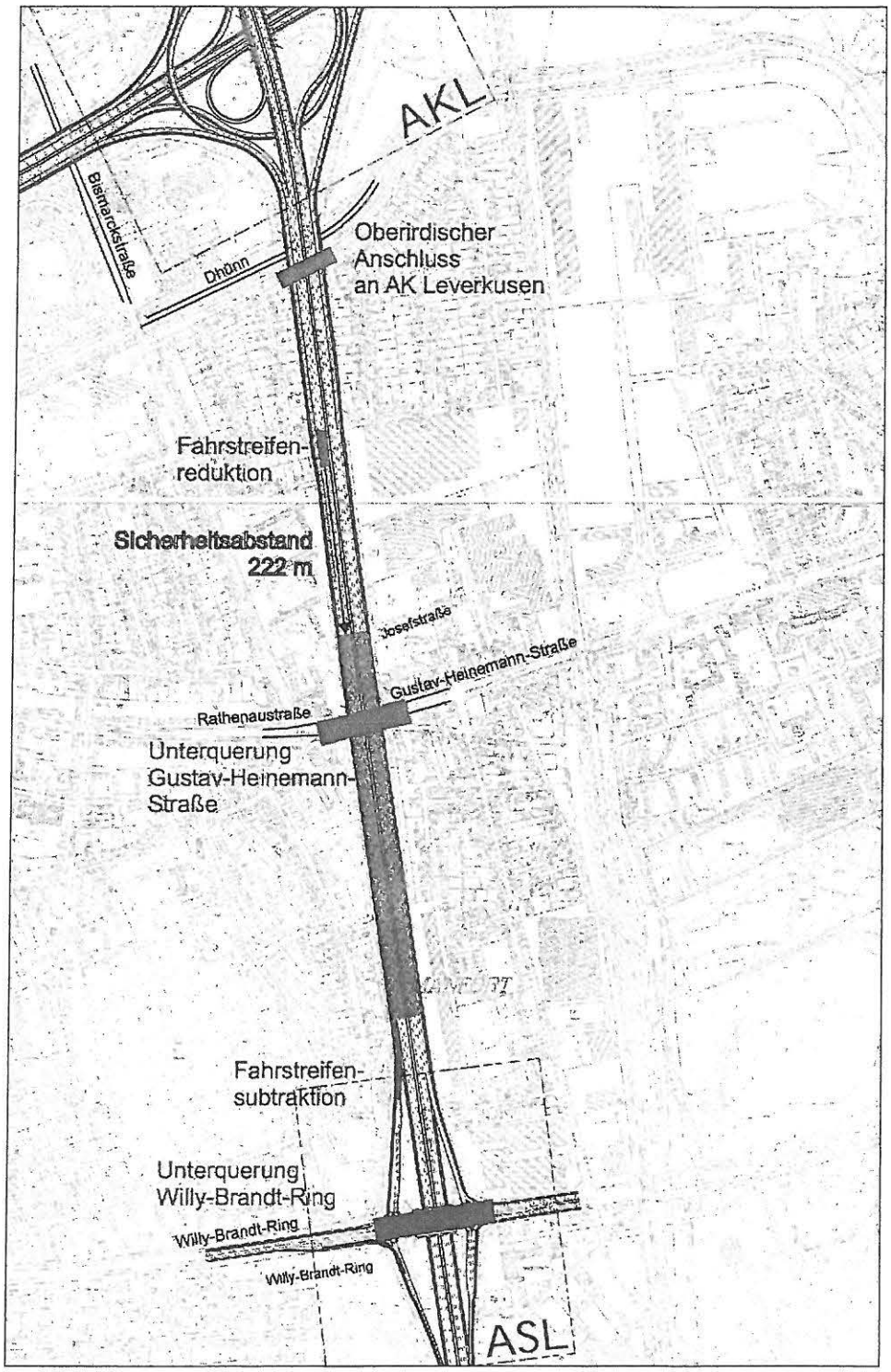


Abbildung 101: Alternative Tunnellage (Grün: möglicher Tunnel)

Es zeigt sich, dass eine Führung der BAB A 3 im Tunnel gerade im sensibelsten nördlichen Bereich, in dem die Wohngebiete der Autobahn am nächsten kommen, nicht möglich ist. Unter Lärmschutzgesichtspunkten besonders problematisch ist die Lage der Portale, die aufgrund von Bündelungseffekten starke Schallemissionen mit sich bringen. So liegen westlich des nördlichen Tunnelportals Schulgebäude. Südlich liegt das Portal in der Nähe von Wohngebieten.

Auch angesichts des Gebots der RAA, Ein- und Ausfahrten in Tunneln zu vermeiden, ist eine Tunnellage der 2-streifigen Ein- und Ausfahrten im Bereich der AS Leverkusen besonders in Hinsicht auf die Verkehrssicherheit nicht möglich. Ebenso ist eine Verlängerung des Tunnels in nördlicher Richtung wegen des erforderlichen oberirdischen Anschlusses an das AK Leverkusen nicht möglich.

Als Regelquerschnitt für Autobahntunnel sehen die RAA und die RABT maximal einen 6-streifigen (2x3) Querschnitt vor. Im vorliegenden Fall wäre allerdings ein 12-streifiger (2x6) Tunnelquerschnitt erforderlich. Insofern ist bei dieser Lösung auch im Vergleich mit anderen Tunneln mit außergewöhnlich hohen Kosten zu rechnen.

6.4 AS Leverkusen

6.4.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes

Für den Bereich der BAB A 3 zwischen dem AK Leverkusen und der AS Leverkusen liegt ein Gutachten der PTV AG aus dem Jahr 2006 vor (vgl. PTV, 2006). In dieser Untersuchung wurden auf Grundlage einer Planung für das AK Leverkusen verschiedene Varianten der Gestaltung entwickelt und mit Hilfe der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation für das Prognosejahr 2020 bewertet.

Der damalige Entwurf sah für die BAB A 3 nördlich der AS Leverkusen eine von der unter Ziffer 6.3 dargestellten Lösung stark abweichende Gestaltung vor. In Fahrtrichtung Frankfurt a. M. waren 5 anstelle von nunmehr 6 Fahrstreifen vorgesehen. In Fahrtrichtung Oberhausen war eine einzige Ausfahrt anstelle von nunmehr 2 Ausfahrten geplant. Daher sind die damaligen Aussagen in Bezug auf diesen Bereich der BAB A 3 für die jetzige Planung nicht relevant.

Dagegen wird die im o. g. Gutachten empfohlene Vorzugslösung für die Gestaltung der Anschlüsse der Ein- und Ausfahrtrampen der Anschlussstelle an den nachgeordneten Willy-Brandt-Ring für die hier entwickelte Gesamtlösung übernommen (vgl. Abbildung 102) und anhand der neuen Prognoseverkehrsbelastung für 2025 auf ihre Leistungsfähigkeit hin überprüft.

Die Anbindung des Willy-Brandt-Rings an die AS Leverkusen erfolgt dabei wie heute über zwei miteinander koordinierte Lichtsignalanlagen. Die westliche Zufahrt des Willy Brandt-Rings wird dabei auf insgesamt 5 Fahrstreifen aufgeweitet. Diese Zufahrt erhält einen separaten Rechtsabbiegefahrstreifen sowie 2 x 2 Geradeausfahrstreifen, wobei die beiden nördlichen Fahrstreifen am östlichen Nachbarknotenpunkt in Linksabbiegefahrstreifen münden.

Die östliche Zufahrt des Willy Brandt-Rings wird ebenfalls auf insgesamt 5 Fahrstreifen aufgeweitet. Auch diese Zufahrt erhält einen separaten Rechtsabbiegefahrstreifen sowie 2 x 2 Geradeausfahrstreifen, wobei die beiden südlichen Fahrstreifen am westlichen Nachbarknotenpunkt in Linksabbiegefahrstreifen münden.

Für die Brücke über die Autobahn ergibt sich somit ein achtstreifiger (2x4) Ausbau mit jeweils zwei Geradeaus- und zwei Linksabbiegefahrstreifen an den Teilknotenpunkten.

Die zweistreifige Ausfahrt von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. weitet sich an der LSA auf 2 Links- und 2 Rechtsabbiegefahrstreifen auf.

In gleicher Weise weitet sich auch die einstreifige Ausfahrt von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. in Fahrtrichtung Oberhausen an der LSA auf 2 Links- und 2 Rechtsabbiegefahrstreifen auf.

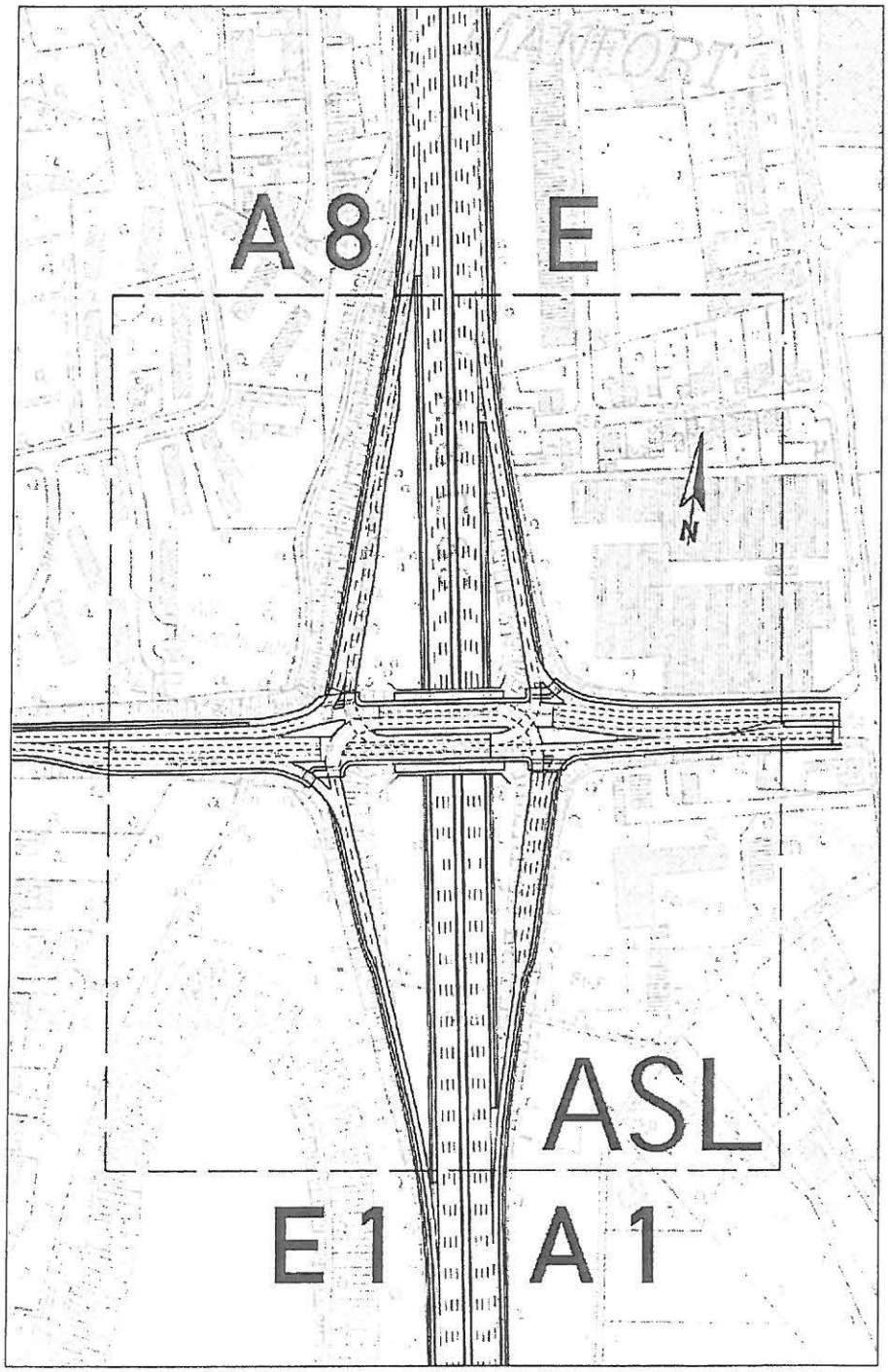


Abbildung 102: AS Leverkusen

Für die Ausfahrt von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ergibt sich aus der Bemessungsverkehrsstärke von mehr als 1.350 Kfz/h die Notwendigkeit einer zweistreifigen Ausbildung. Um eine gegenseitige Beeinflussung der Einfahrt von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz am AK Leverkusen und der Ausfahrt an der AS Leverkusen nach den Vorgaben der RAA auszuschließen, werden neben der vierstreifigen Hauptfahrbahn zwei Fahrstreifen aus den Einfahrten des AK Leverkusen bis zur AS Leverkusen geführt. Somit ergibt sich hier ein Ausfahrttyp A 8 mit der Subtraktion von zwei Fahrstreifen.

Im weiteren Verlauf folgt die Einfahrt in die BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M. über eine einstreifige Einfahrt vom Typ E 1.

In Gegenrichtung ergibt sich für die Ausfahrt von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. in Fahrtrichtung Oberhausen bei einer Bemessungsverkehrsstärke von weniger als 1.350 Kfz/h eine einstreifige Ausfahrt vom Typ A 1.

Im weiteren Verlauf der BAB A 3 folgt die Einfahrt in Fahrtrichtung Oberhausen. Aus der Bemessungsverkehrsstärke von mehr als 1.350 Kfz/h ergibt sich die Notwendigkeit für eine zweistreifige Einfahrt. Da aufgrund der Verkehrsstärken die beiden folgenden Ausfahrten am AK Leverkusen zweistreifig sein müssen (siehe Ziffer 8), wird eine zweistreifige Einfahrt mit Fahrstreifenaddition gewählt. Hierbei werden die beiden Fahrstreifen der Einfahrt an der ersten folgenden Ausfahrt am AK Leverkusen subtrahiert.

6.4.2 Ausbaubedarf

Bereits durch den geplanten Ausbau der Hauptfahrbahn ergibt sich die Notwendigkeit, die Brücke des Willy-Brandt-Rings über die BAB A 3 und damit die komplette Anschlussstelle neu zu bauen.

Für die östlichen und westlichen Zufahrten des Willy-Brandt-Rings ergibt sich jeweils der Bedarf den Straßenquerschnitt zu verbreitern.

6.5 BAB A 1 östlich des AK Leverkusen

6.5.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes

Da der Querschnitt der BAB A 1 Richtung Dortmund unverändert bleibt, leitet sich der Ausbaustand aus den Anforderungen des Umbaus des AK Leverkusen ab.

In Fahrtrichtung Koblenz sind eine einstreifige Ausfahrt in die Verbindungsrampe zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen sowie eine zweistreifige Ausfahrt in die Verbindungsrampe zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. vorzusehen. Die Hauptfahrbahn ist in Fahrtrichtung Koblenz zweistreifig weiterzuführen.

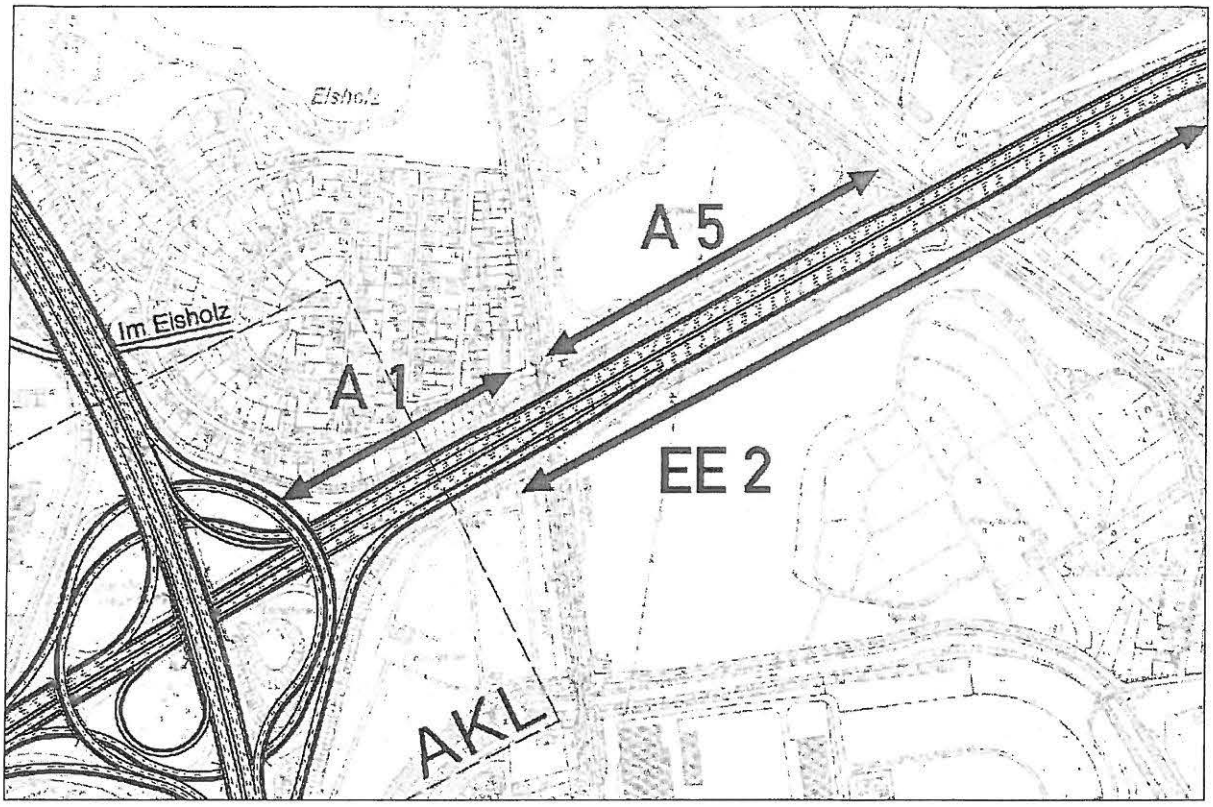


Abbildung 103: Ein- und Ausfahrten an der BAB A 1 östlich des AK

Der vorhandene Querschnitt zeigt insofern eine Besonderheit, als ca. 200 m östlich des AK eine Eisenbahnbrücke verläuft, von deren Pfeiler einer zwischen der an dieser Stelle dreistreifigen Hauptfahrbahn und der zweistreifigen Parallelfahrbahn im Trennstreifen steht. Bei einer gemeinsamen Nutzung der vorhandenen Parallelfahrbahn für beide Verbindungsrampen wäre es erforderlich, eine Rampenausfahrt vom Typ AR 4 vorzusehen. Dies hätte zur Folge, dass sowohl der Verkehr in Fahrtrichtung Oberhausen als auch in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. zwei Ausfahrten befahren müsste. Um dieses zu vermeiden, wird für beide Verbindungsrampen je eine getrennte Ausfahrt vorgesehen.

Dabei wird die zweistreifige Verbindungsrampe zur BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M. vor der Eisenbahnbrücke mit einer Ausfahrt vom Typ A 5 mit Fahrstreifenreduktion aus der Hauptfahrbahn geführt. Hinter der Eisenbahnbrücke wird dann die einstreifige, nach innen verlegte direkte Rampe zur BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen mit einer Ausfahrt vom Typ A 1 angeschlossen. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass die Tangentialrampe von der in diesem Quadranten des AK befindlichen Hufeisensiedlung abgerückt werden kann. Hierdurch ergibt sich trotz des Ausbaus ein geringerer Flächenbedarf.

In Gegenrichtung sind die einstreifige Verbindungsrampe von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen, die zweistreifige Verbindungsrampe von der BAB A 3 aus Fahrtrichtung Frankfurt a. M. sowie die zweistreifige Hauptfahrbahn der BAB A 1 so zusammenzuführen, dass die Richtungsfahrbahn dreistreifig weitergeführt wird. Hierzu bietet sich die Aufweitung der Hauptfahrbahn auf drei Fahrstreifen in Kombination mit den in der RAA vorgesehenen Konfiguration der Einfahrten vom Typ EE 2 an.

6.5.2 Ausbaubedarf

Der unter 6.5.1 beschriebene Ausbaustand lässt sich in den heutigen Bestandsgrenzen herstellen.

6.6 BAB A 3 nördlich des AK Leverkusen

6.6.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes

Der erforderliche Ausbaustand ergibt sich aus der Umgestaltung des AK Leverkusen. Die Gestaltung der nördlich gelegenen AS Opladen bleibt unverändert. Die Hauptfahrbahnen der BAB A 3 verbleiben nördlich der AS je Richtungsfahrbahn dreistreifig und sind südlich der AS durch Spuraddition bzw. –subtraktion jeweils vierstreifig.

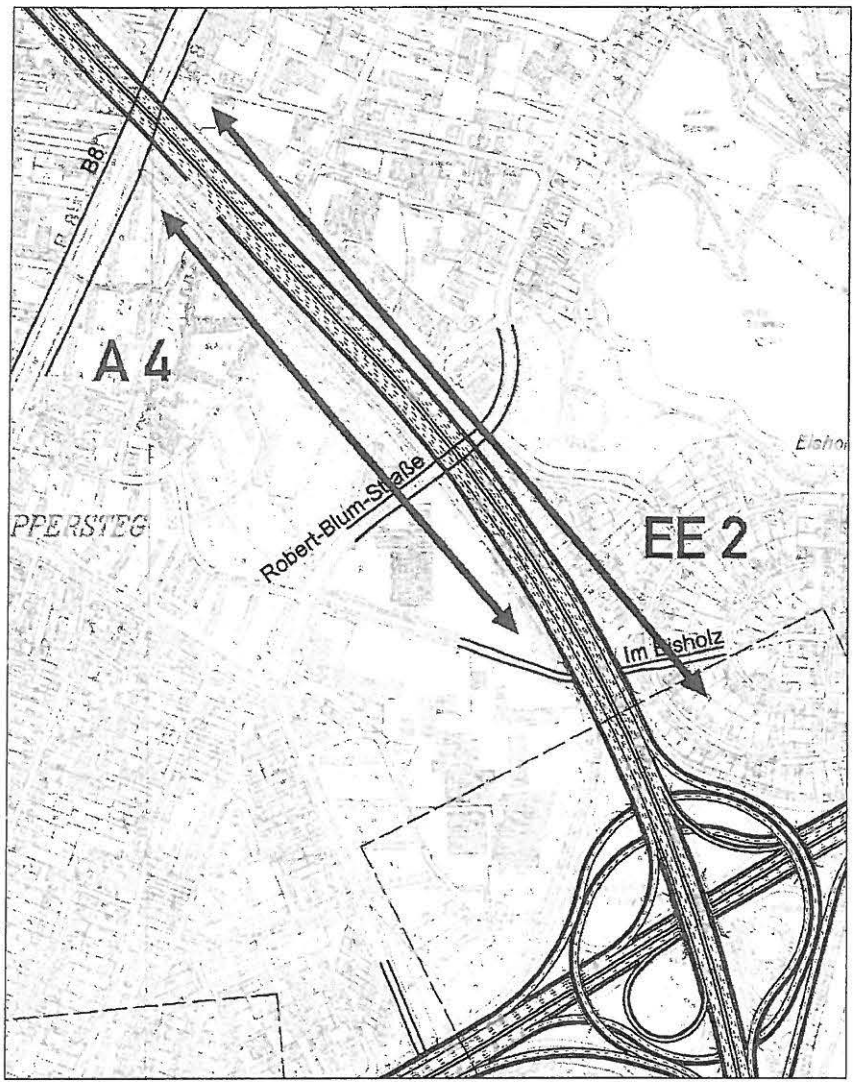


Abbildung 104: Ein- und Ausfahrten an der Hauptfahrbahn

In Fahrtrichtung Frankfurt a. M. sind die Verbindungsrampen zur BAB A 1 mit einer zweistreifigen Ausfahrt in Fahrtrichtung Koblenz sowie einer einstreifigen Ausfahrt in Fahrtrichtung Dortmund anzubinden.

Aufgrund der geringeren Verkehrbelastungen des Eckstroms aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Dortmund ist hierbei eine gemeinsame Ausfahrt der beiden Abbiegeströme ausreichend. Hierfür wird wie heute schon vorhanden eine Ausfahrt vom Typ A 4 (vgl. Abbildung 104) vorgesehen, die eine getrennte Wegweisung zu zwei Zielen erlaubt. An der Parallelfahrbahn wird die indirekte Rampe zur BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund mittels einer Rampenausfahrt vom Typ AR 4 angeschlossen.

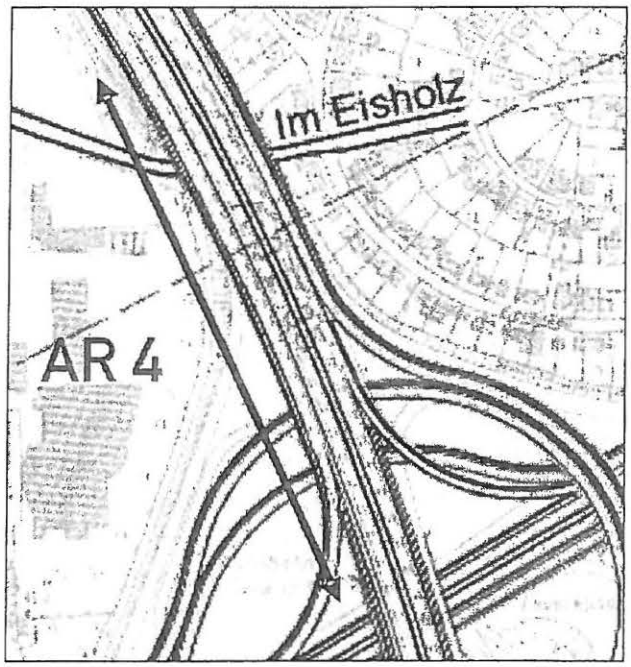


Abbildung 105: Ausfahrt im Rampensystem

In Fahrtrichtung Oberhausen sind die einstreifige Verbindungsrampe von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund und die zweistreifige halbdirekte Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz in die dreistreifige Hauptfahrbahn zu führen. Wie unter Ziffer 6.7.1 ausgeführt, ist zur Flächenreduktion dabei zuerst eine Einfahrt der nach innen verlegten direkten einstreifigen Rampe in die Hauptfahrbahn und anschließend die Einfahrt der zweistreifigen Rampe vorgesehen. Hierzu wird der Einfahrtyp EE 2 als leistungsfähiger und flächensparende Variante angewendet.

6.6.2 Ausbaubedarf

Der unter 6.6.1 dargestellte Ausbau erfordert eine Aufweitung der derzeitig vorhandenen Querschnitte. In Fahrtrichtung Oberhausen ist dabei vom Bereich der Straße „Im Eisholz" bis nördlich der Querung der Robert-Blum-Straße ein Fahrstreifen zusätzlich erforderlich. Im Bereich der Straße „Im Eisholz" sind gegenüber dem Bestand zwei Fahrstreifen zusätzlich erforderlich. In Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ist ab der Robert-Blum-Straße bis zum heutigen Beginn der Tangentialrampe zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz ein Fahrstreifen zusätzlich erforderlich.

Zur Reduktion des Flächenbedarfs kommt eine Fahrstreifensignalisierung mit der verkehrsabhängig alternierenden Freigabe eines Fahrstreifens in der Hauptfahrbahn und eines Fahrstreifens in der Einfahrrampe in Fahrtrichtung Oberhausen nicht in Betracht, da schon heute der dreistreifige Querschnitt der

Hauptfahrbahn erforderlich ist und hier auch die temporäre Reduktion um einen Fahrstreifen nicht leistungsfähig wäre. Die Prognose zeigt hier noch weitere Zuwächse.

6.7 BAB 1 westlich des AK Leverkusen (Hochstraße B)

6.7.1 Herleitung und Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes

Der Bereich der BAB A 1 zwischen dem AK Leverkusen und dem AK Leverkusen West weist die Besonderheit auf, dass er zwischen der Brücke über die Bismarckstraße bis zur Brücke über die B 8 als Hochstraße geführt wird. Dieses Bauwerk, das nachfolgend als Hochstraße B bezeichnet wird, ist nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht erweiterbar. Dieses Faktum war bei der Planung zu berücksichtigen.

Aus den Verkehrsbelastungen und aus der geplanten Umgestaltung des AK Leverkusen ergeben sich verschiedene Anforderungen an den Querschnitt der westlichen BAB A 1. In Fahrtrichtung Koblenz ist der dreistreifige Querschnitt der Hauptfahrbahn schon heute überlastet (vgl. Ziffer 3.4.2). In Anbetracht der zukünftig zu erwartenden Verkehrssteigerungen um mehr als 20 % (siehe Ziffer 4.5) ist hier, wie auch in Gegenrichtung, ein vierstreifiger Querschnitt vorzusehen.

In Fahrtrichtung Koblenz kommen für die beiden Verbindungsrampen mit dem zweistreifigen Rampenquerschnitt Q 3 nach RAA die zweistreifigen Einfahrttypen E 4 (ohne Spuraddition) und E 5 (mit Spuraddition) in Frage. Für hintereinander liegende Einfahrten gibt die RAA für die Kombination zweier einstreifiger Einfahrten und von jeweils einer ein- und zweistreifigen Einfahrt die Einfahrttypen EE 1 bis EE 3 an. Wie bereits unter 6.3 erläutert, werden die beiden Rampen mit dem hergeleiteten Einfahrttyp EE 4" (siehe oben) an die Hauptfahrbahn angeschlossen. Bei regelkonformer Ausgestaltung der Einfahrtslängen in die zweistreifige Hauptfahrbahn wird die Bahnstrecke im Westen mit einem vierstreifigen Richtungsquerschnitt überquert.

Die Verfolgungszählungen haben gezeigt, dass der weit überwiegende Teil der von der Tangentialrampe der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen kommenden Fahrzeuge am AK Leverkusen-West auf der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz bleibt. Dagegen fahren größere Teile der von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. kommenden Fahrzeuge am AK Leverkusen-West ab (vgl. 2.6.6 bis 2.6.8).

Dies spricht dafür, die Einfahrt der Tangentialrampe von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen in die Hauptfahrbahn vor der Einfahrt von der Tangentialrampe von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. anzuordnen. In Kombination mit einer Spuraddition am AK Leverkusen und einer Spursubtraktion am AK Leverkusen-West kann eine darüber hinaus gehende Vermeidung von Spurwechseln erreicht werden, da für die aus Richtung Frankfurt a. M. kommenden Fahrzeuge, die am AK Leverkusen West ausfahren, kein Spurwechsel mehr zwingend erforderlich ist.

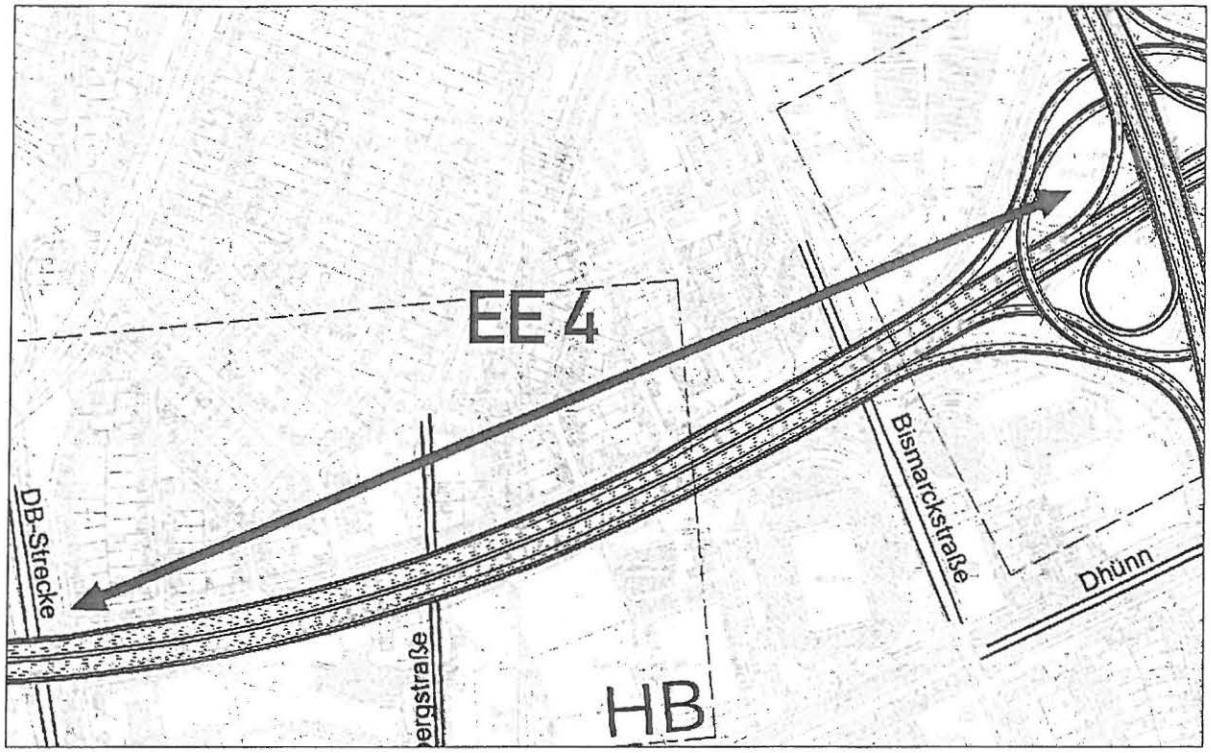


Abbildung 106: Einfahrten

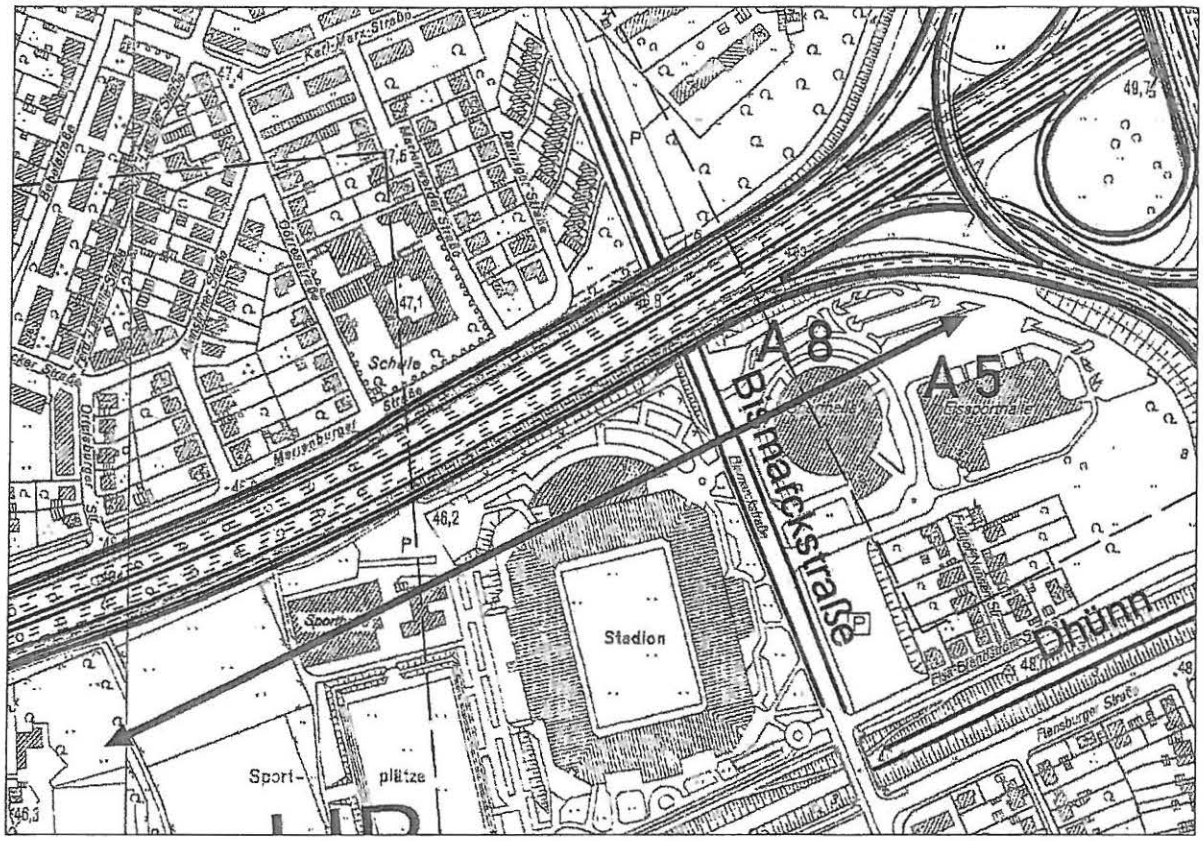


Abbildung 107: Ausfahrten

In Fahrtrichtung Dortmund ergibt sich die Notwendigkeit, aus dem dreistreifigen Querschnitt und einer zweistreifigen Einfahrt am AK Leverkusen West zwei zweistreifige Verbindungsrampen zur BAB A 3 sowie eine zweistreifige Hauptfahrbahn zu entwickeln. Für zwei zweistreifigen Ausfahrten ergeben sich so nach den RAA Ausfahrtlängen von zusammen 1.000 m Länge. Eine zweistreifige Einfahrt mit Fahrstreifenreduktion vom Typ E 5 hätte eine Länge von 500 m bis zur Einziehung des rechten Fahrstreifens. Bei einer solchen Kombination verblieben zwischen dem Einfahrtbereich und der ersten Ausfahrt weniger als 300 m. Daher wird hier eine Kombination von Fahrstreifenaddition am AK Leverkusen-West und Fahrstreifensubtraktion am AK Leverkusen vorgesehen. Die gewählte Variante besteht in der Kombination von Ausfahrten des Typs A 8 und A 5.

Die Ergebnisse der Verfolgungszählung zeigen, dass die Mehrzahl der am AK Leverkusen West auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund auffahrenden Fahrzeuge am AK Leverkusen die Ausfahrt zur Rampe zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. nutzen. Die am AK Leverkusen auf die BAB A3 in Fahrtrichtung Oberhausen abbiegenden Fahrzeuge kommen zum allergrößten Teil von der BAB A1 aus Richtung Koblenz über die Rheinbrücke (vgl. 2.6.4).

Eine solche Verteilung spricht für eine Spuraddition der Einfahrt am AK Leverkusen West in Kombination mit einer Spursubtraktion an der Ausfahrt Fahrtrichtung Frankfurt a. M. am AK Leverkusen, da so für die einfahrenden Fahrzeuge mit der Fahrtrichtung Frankfurt a. M. kein Spurwechsel mehr zwingend erforderlich ist.

Wie im Bereich der BAB A3 in Fahrtrichtung Oberhausen kommt auch hier der Beschilderung eine wichtige Funktion zu, um eine gute Orientierung der Kraftfahrer zu gewährleisten. Hierbei ist darauf zu achten, dass alle Verkehrsteilnehmer möglichst frühzeitig die Geometrie der Ausfahrten erkennen können, um so ihre Fahrstreifenwechsel rechtzeitig planen zu können. Die folgende Abbildung zeigt eine Abfolge der Beschilderung, die eine eindeutige Zuordnung der verschiedenen Fahrtziele zu den einzelnen Fahrstreifen ermöglicht.

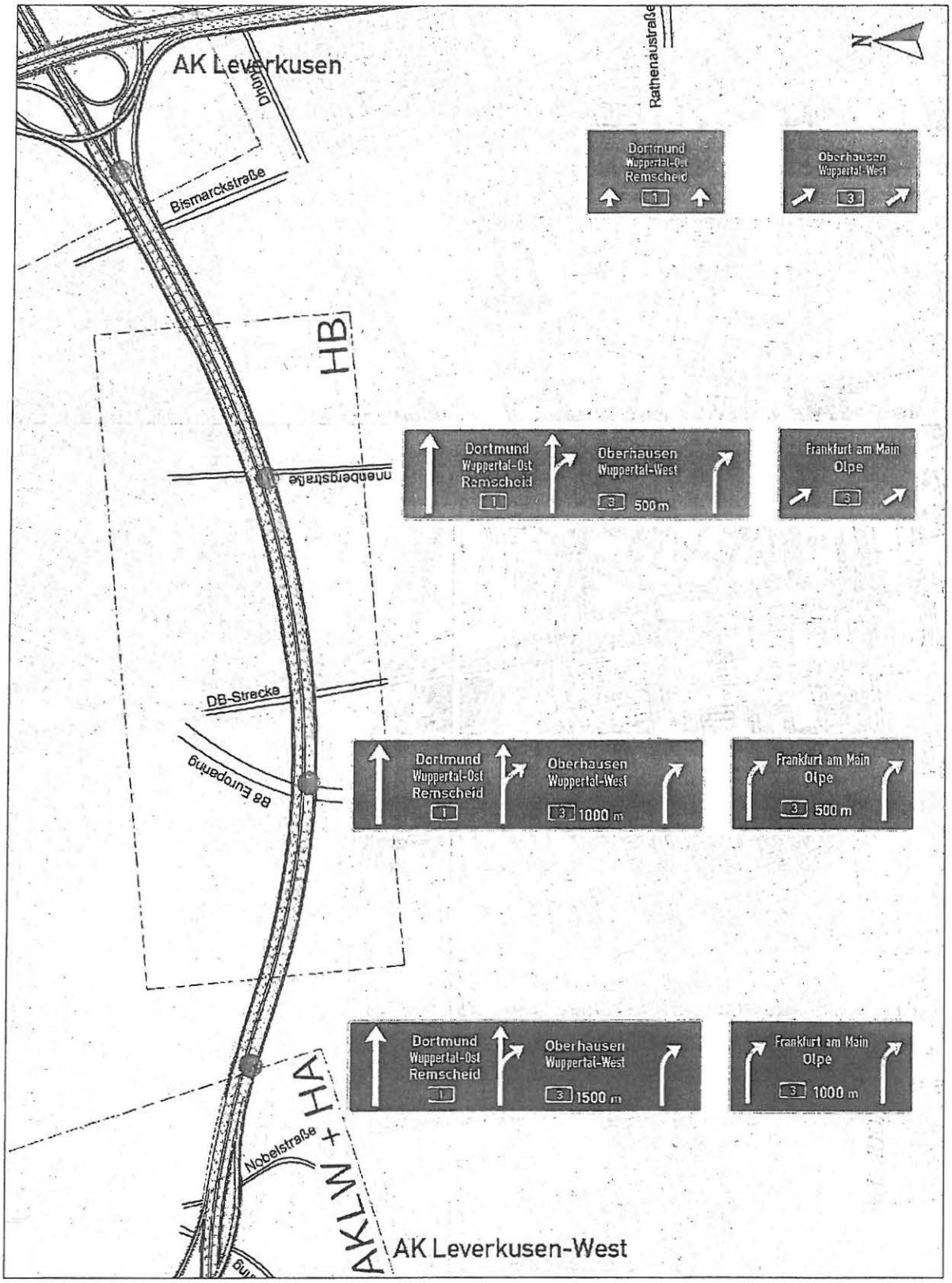


Abbildung 108: Beschilderung BAB A1 FR Dortmund westlich des AK Leverkusen

Die erste Schilderbrücke (unten in Abbildung 108) steht 1.000 m vor der Ausfahrt zur BAB A3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. In fünfhundert Metern Abstand folgt die zweite Schilderbrücke, im Bereich des Beginns der Verziehung des angesetzten inneren Fahrstreifens der Ausfahrt zur BAB A3 in Fahrtrichtung Oberhausen die Dritte. Die letzte Schilderbrücke befindet sich im Bereich der Trenninselspitze der Ausfahrt zur BAB A3 in Fahrtrichtung Oberhausen.

Mit dieser Beschilderung ist es möglich, den Kraftfahrern mindestens 1.000 m vor der ersten Ausfahrt anzuzeigen, welche Ziele über welche Fahrstreifen zu erreichen sind. Dies kann durch entsprechende Markierungen auf der Fahrbahn (Autobahnnummern und Fernziele) noch unterstützt werden.

6.7.2 Ausbaubedarf

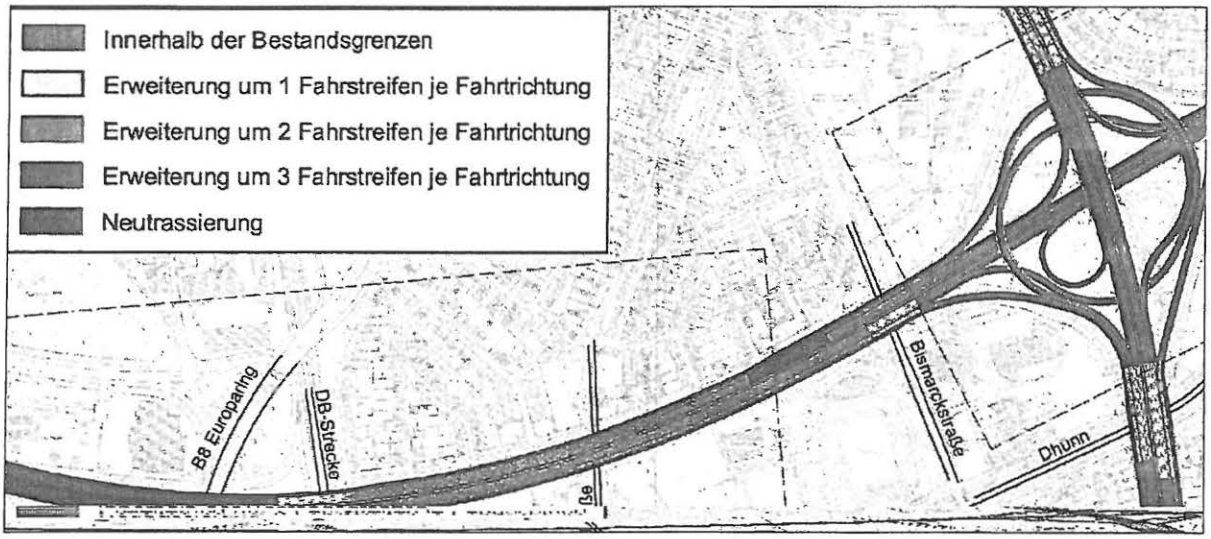


Abbildung 109: Ausbaubedarf

Da die vorhandene Hochstraße B nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht erweiterbar ist, muss das Bauwerk komplett neu errichtet werden.

Zur Minimierung der Auswirkungen auf das Umfeld kann grundsätzlich auch eine Tunnellösung in Betracht gezogen werden. Eine wichtige Randbedingung nach RAA ergibt sich aus dem Verbot von Fahrstreifenreduktionen im Tunnel. Zu den nach dieser Vorschrift verbotenen Fahrstreifenreduktionen müssen aufgrund ihrer Länge auch Spurreduktionen am Ende zweistreifiger Einfahrten gezählt werden. Gemäß den RAA sind Ein- und Ausfahrten in Tunneln zu vermeiden. Hieraus folgt, dass Autobahnkreuze zwingend oberirdisch anzuschließen sind.

Als geometrische Zwangspunkte sind die Querung der Bismarckstraße, der DB-Bahnlinie und der B 8 sowie die Anbindung an das AK Leverkusen und an das AK Leverkusen West zu berücksichtigen.

Aufgrund des geringen Abstands zum AK Leverkusen ist die Bismarckstraße oberirdisch zu queren. Die Bahnlinie kann in Tunnellage unterquert werden. Die oberirdische Querung des Rheins sowie die oberirdische Anbindung des AK Leverkusen West erfordern aber eine Überquerung der Dhünn.

Die folgende Abbildung zeigt den sich daraus ergebenden notwendigen Gradientenverlauf.

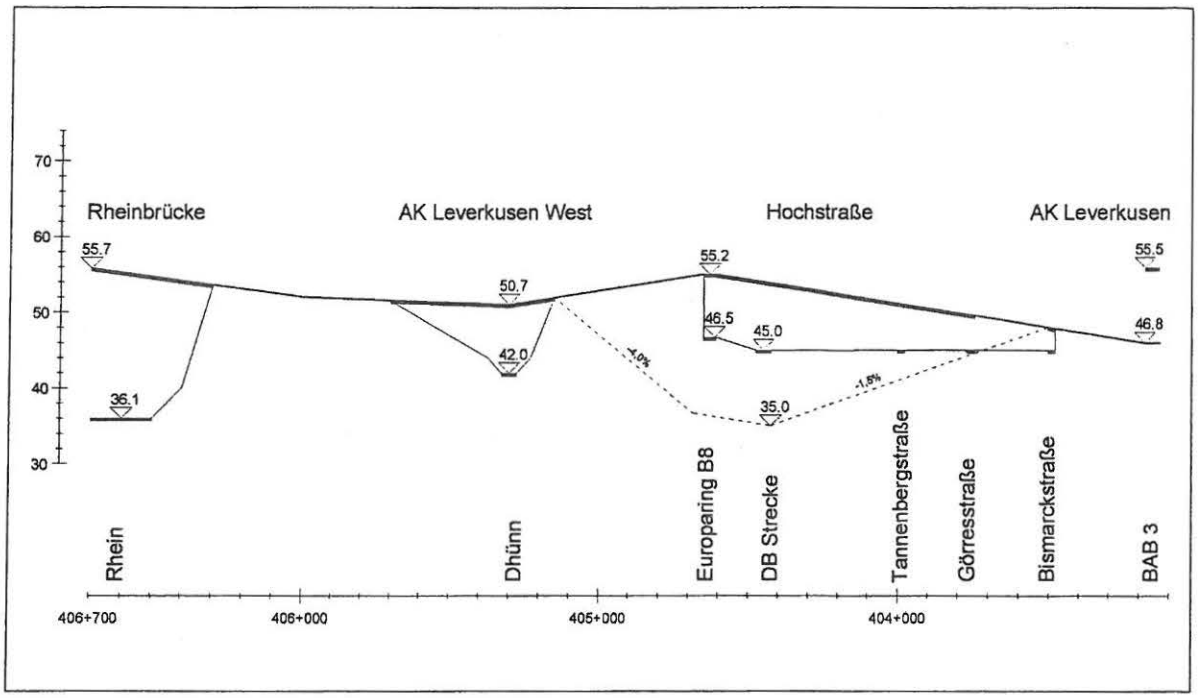


Abbildung 110: Längsschnitt Tunnel

Nach den RAA beträgt die maximal zulässige Längsneigung in Tunneln von Autobahnen 3 % (ab 500 m Länge sind 2,5 % anzustreben).

Im Bereich östlich des AK Leverkusen-West ergibt sich aus dem oberirdischen Anschluss des AK Leverkusen-West einerseits und einer Unterquerung des Europarings B 8 andererseits eine notwendige Mindestlängsneigung von 3,5 %, so dass in diesem Bereich eine Führung im Tunnel nicht richtlinienkonform möglich ist.

Diese Randbedingung bestimmt daher die Lage des westlichen Tunnelportals. Auch bei Ausnutzung der maximalen Längsneigung von 4,0% für Hauptfahrbahnen außerhalb von Tunneln könnte dieses erst unmittelbar vor der Querung der B 8 angelegt werden.

Als weitere Randbedingung ist zu berücksichtigen, dass Fahrstreifenreduktionen im Tunnel ausgeschlossen sind und bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von Tempo 80 km/h in einem Abstand von mindestens 222 m vor den Tunnelportalen zu erfolgen haben (vgl. Ziffer 6.3.2).

Daher muss die Fahrstreifenreduktion der Einfahrt der Rampe aus Richtung Frankfurt a. M. in Fahrtrichtung Koblenz außerhalb des Tunnels hinter das westliche Portal verlegt werden. Die B 8 ist über die BAB A 1 zu führen.

Aus der Lage der Fahrstreifenreduktion der Einfahrt der Tangentialrampe aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Koblenz ergibt sich, dass die Einfahrt in den Tunnel erst in Höhe der Tannenbergstraße

liegen kann. Die folgende Abbildung zeigt den sich aus den o. g. Randbedingungen ergebenden Bereich einer möglichen Tunnellage.

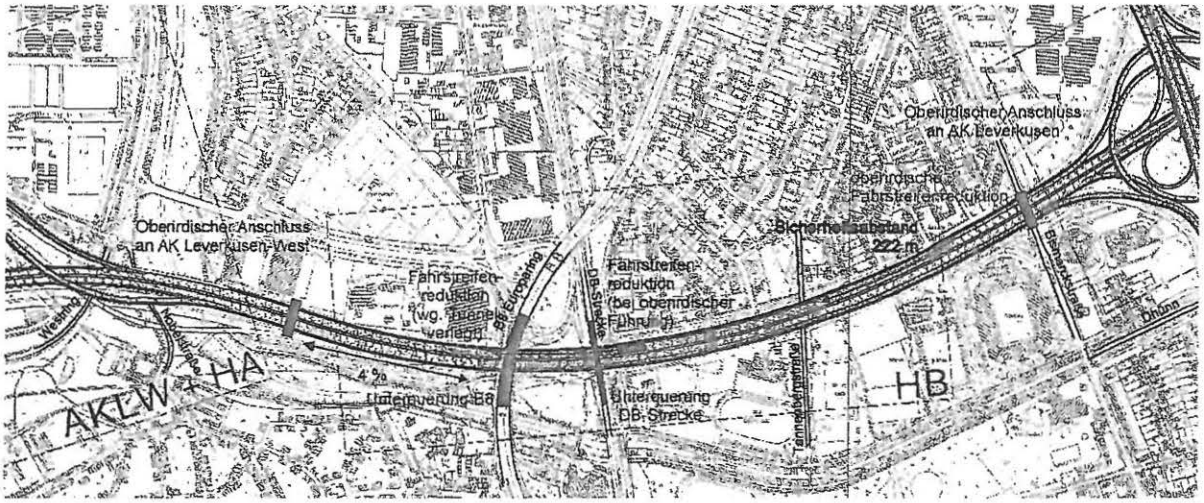


Abbildung 111: Alternative Tunnellage (Grün: möglicher Tunnel)

Es zeigt sich, dass eine Tunnellage nur im Bereich zwischen Tannenbergstraße und B 8 möglich ist. Von einem Tunnel in dieser Lage können aber nur kleine Teile der schutzwürdigen Nutzungen profitieren. Überdies ist unter Lärmschutzgesichtspunkten die Lage der Portale problematisch, die den Schall in besonderer Weise bündeln. Nördlich des östlichen Tunnelportals liegen Wohngebiete. Eine Verlängerung des Tunnels in östliche Richtung ist wegen des erforderlichen oberirdischen Anschlusses an das AK Leverkusen nicht möglich.

Als Regelquerschnitt für Autobahntunnel sehen die RAA und die RABT maximal einen 6-streifigen (2x3) Querschnitt vor. Hier wäre allerdings ein 10-streifiger (5+5) Tunnelquerschnitt erforderlich. Insofern ist bei dieser Lösung - auch im Vergleich mit anderen Tunneln – mit außergewöhnlich hohen Kosten zu rechnen. Bei einer Verlegung der Fahrstreifenreduktion vor dem östlichen Tunnelportal hinter den Tunnel ergäben sich noch höhere Kosten für einen 11-streifigen Tunnel (6+5).

6.8 AK Leverkusen West

6.8.1 Herleitung des Ausbaustandes

Aus dem bisher dargestellten Ausbau der AK Leverkusen und der Hochstraße B ergibt sich keine zwingende Notwendigkeit zum Umbau des AK Leverkusen West. Dieser ergibt sich vielmehr aus der Notwendigkeit, die Rheinbrücke bei Leverkusen in absehbarer Zeit zu ersetzen. Da in diesem Zusammenhang aus bautechnischen und betrieblichen Gründen nur ein voll- oder halbseitiger Neubau neben dem bestehenden Bauwerk in Frage kommt, ergibt sich das Erfordernis, das AK Leverkusen West entsprechend anzupassen. Darüber hinaus sind auch die Brückenbauwerke des AK Leverkusen West in einem Zustand, der in absehbarer Zeit einen Ersatz erfordert.

Andererseits ist zu beachten, dass sich unter dem gesamten Autobahnkreuz eine Giftmülldeponie befindet. Daher ist schon aus Kostengründen bei einer Neuplanung ein möglichst weitgehender Erhalt der vorhandenen Fahrbahnflächen im Deponiebereich anzustreben. Insgesamt orientiert sich der Entwurf daher stark am Bestand.

6.8.2 Beschreibung des zukünftigen Ausbaustandes

Die Bemessungsverkehrsstärke der Ausfahrt von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund beträgt weniger als 1.350 Kfz/h, so dass eine einstreifige Ausfahrt und eine Rampe vom Querschnitt Q1 erforderlich sind. Da zugleich die Hauptfahrbahn unterhalb der Ausfahrt mit drei Fahrstreifen ausreichend dimensioniert wird, wird ein Ausfahrttyp A 6 vorgesehen. Im weiteren Verlauf in Richtung Rheinbrücke erfolgt eine Einfahrt aus Richtung der BAB A 59. Hier liegt die Bemessungsverkehrsstärke in einem Bereich, der eine zweistreifige Einfahrt erfordert. Da die Rheinbrücke vierstreifig geführt wird, ergibt sich der Einfahrttyp E 5 mit Fahrstreifenaddition. Durch die Kombination von Fahrstreifensubtraktion und Fahrstreifenaddition wird erreicht, dass das Brückenbauwerk vierstreifig ohne zusätzliche Einfahrtrampen gestaltet werden kann.

In Gegenrichtung kommt die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund mit vier Fahrstreifen über den Rhein. Die Bemessungsverkehrsstärke der Ausfahrt in Richtung BAB A 59 ist größer als 1.350 Kfz/h und erfordert somit eine zweistreifige Ausfahrt und eine Rampe mit einem zweistreifigen Querschnitt Q 3 mit Seitenstreifen. Da die stromabwärts liegende Hauptfahrbahn dreistreifig ausgeführt werden kann, ergibt sich als platzsparendste Variante der Ausfahrttyp A 5. Hierbei handelt es sich um eine Variante mit einem verkürzten Ausfädelungsbereich des inneren Fahrstreifens (vgl. Ziffer 6.3.1). Hierdurch muss auch in dieser Fahrtrichtung auf der Brücke kein zusätzlicher Ausfädelungsfahrstreifen angesetzt werden. Bezüglich der Kapazität ist nicht mit Einschränkungen zu rechnen (vgl. Weiser, Sillus, Lippold, 2006).

Die Einfahrt von der BAB A 59 in Fahrtrichtung Dortmund wird bei einer Bemessungsverkehrsstärke von mehr als 1.350 Kfz/h zweistreifig ausgeführt. Da stromaufwärts zwei zweistreifige Ausfahrten am AK Leverkusen erforderlich sind, ergibt sich eine zweistreifige Einfahrt mit Fahrstreifenaddition. Die Brücke über die B 8 muss so insgesamt neunstreifig (5+4) ausgebildet werden.

Von der BAB A 59 in Fahrtrichtung Leverkusen erfolgt die Ausfahrt nach Leverkusen über eine einstreifige Ausfahrt vom Typ A 1. Im Bereich der heute schon bestehenden vierstreifigen Verflechtungsfahrbahn wird der Verkehr aus Leverkusen mit einer einstreifigen Einfahrt vom Typ E 3 zugeführt. Am Ende dieses vierstreifigen Abschnitts werden die beiden Rampen vom zweistreifigen Querschnittstyp Q 3 mit einer Ausfahrt vom Typ A 8 angeschlossen.

In der Gegenrichtung werden die einstreifige Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund und der zweistreifigen Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz mit einer Einfahrt vom Typ E 3 in die vorhandene Verteilerfahrbahn geführt. Der Verkehr in Richtung Leverkusen wird über eine Linksausfahrt vom Typ AR 4 auf eine einstreifige Rampe mit dem Querschnitt Q 1 nach Süden geführt. Der Verkehr aus Leverkusen in Fahrtrichtung Düsseldorf wird mit einer einstreifigen Rampe mit dem Querschnitt Q 1 mit einer Brücke über die BAB A 59 geführt und anschließend an diese mit einer einstreifigen Einfahrt vom Typ E 1 angeschlossen.

Der vom einstreifigen Kreisverkehr kommende Verkehr aus Leverkusen wird mit einer einstreifigen Rampenausfahrt vom Typ AR2 auf die beiden einstreifigen Rampen zur BAB A 59 in Fahrtrichtung Düsseldorf bzw. zur BAB A 1 geführt. Der aus diesen Richtungen kommende Verkehr wird über eine Rampeneinfahrt vom Typ ER2 in Richtung Kreisverkehr geleitet.

Die folgende Abbildung zeigt den erforderlichen Ausbau.

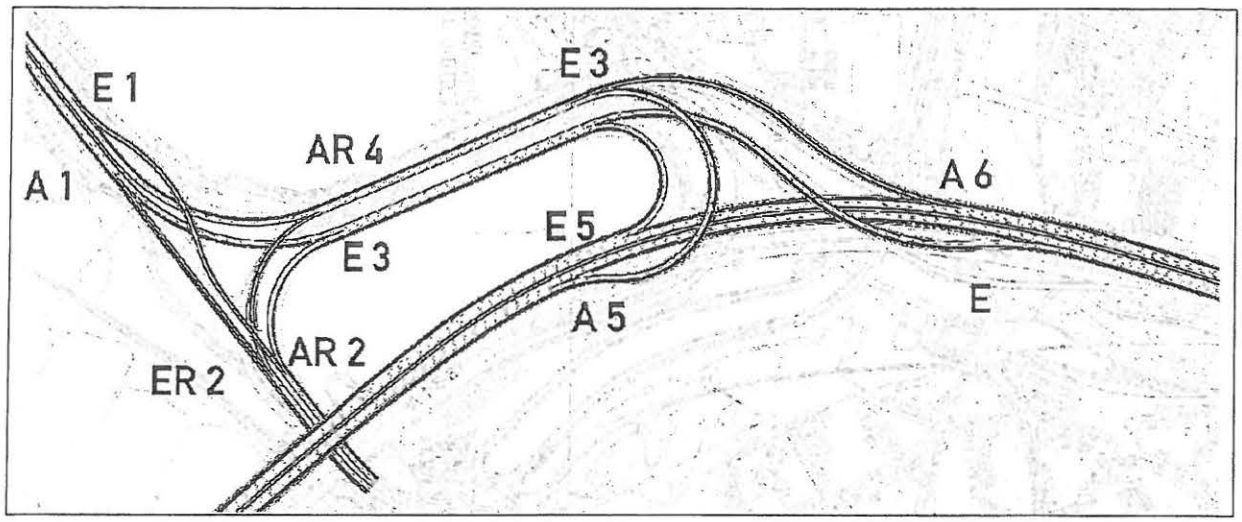


Abbildung 112: AK Leverkusen West mit vorgesehenen Ein- und Ausfahrttypen gemäß RAA (vgl. FGSV, 2008)

6.8.3 Ausbaubedarf

Im Bereich der Deponie ist die Hauptfahrbahn der BAB A 1 aufgrund der geänderten Lage der Rheinbrücke (siehe Ziffer 6.9) neu zu trassieren, was sich bis zum Beginn der Hochstraße B auswirkt. Die anderen auf der Oberfläche liegenden Fahrbahnen werden in ihrer Lage beibehalten. Da auch während des Umbaus das AK seine Funktion beibehalten soll, ist es aber erforderlich, sämtliche Brückenbauwerke neben den bestehenden Bauwerken neu zu errichten, so dass sich in diesem Bereich eine Neutrassierung ergibt.

Die folgende Abbildung zeigt den Ausbaubedarf.

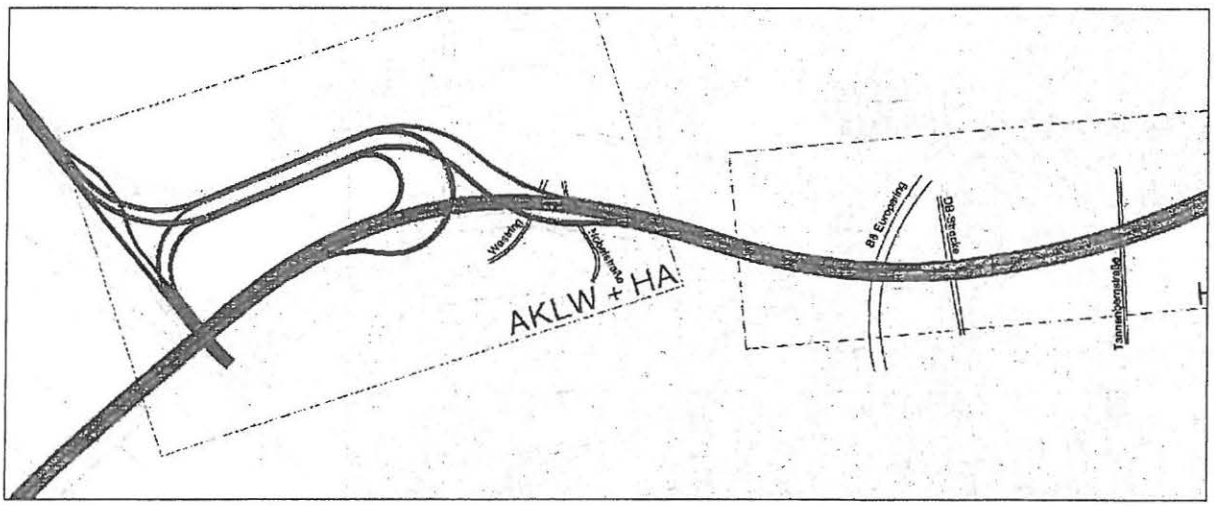


Abbildung 113: Ausbaubedarf

6.9 Rheinbrücke Leverkusen

6.9.1 Herleitung des zukünftigen Ausbaustandes

Die Rheinbrücke der BAB A 1 zwischen Leverkusen und Köln wird in absehbarer Zeit das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben und ist daher durch einen Neubau zu ersetzen. Zudem ergibt sich aufgrund der Prognoseverkehrsstärken für das Prognosejahr 2025 die Notwendigkeit vierstreifiger Richtungsfahrbahnen.

Da es sich bei heutigen Brücken um Ingenieurbauwerke mit einer Lebensspanne von bis zu 80 bis 100 Jahren handelt, ist über die Betrachtung des anzusetzenden Prognosehorizonts von 2025 hinaus eine Betrachtung auch der in noch weiterer Zukunft auftretenden Anforderungen sinnvoll (vgl. Ziffer 4.5).

An dieser Stelle soll daher eine Abschätzung der bei einer Realisierung dieser Variante vorhandenen Reserven vorgenommen werden.

Aus der HBS-Berechnung für den Prognosefall 2025 ergibt sich in Fahrtrichtung Dortmund eine Auslastung von 86 %, in Fahrtrichtung Koblenz von 84 % (siehe Ziffer 8.6). Bis zu einer noch als akzeptabel betrachteten Auslastung von 92 % für Autobahnen mit Streckenbeeinflussungsanlage verbleiben somit noch 7 % bzw. 9 % Reserve.

Aus der Analyse ist bekannt, dass die Rheinbrücke heute auf drei Fahrstreifen Verkehrsstärken von bis zu ca. 5.800 Kfz/h bei einem Schwerverkehrsanteil von über 10 % abwickeln kann. Die Schleifendaten zeigen etliche Stundenwerte innerhalb eines Jahres mit diesen Verkehrsstärken, ohne dass die Geschwindigkeit unter 80 Km/h abgesunken wäre, es also zu Stauerscheinungen gekommen wäre. Das HBS geht bei diesem Schwerverkehrsanteil nur von einer Kapazität von 5.575 bis 5.600 Fahrzeugen aus, Geschwindigkeiten von 80 km/h und darüber sind gemäß HBS nur bei Verkehrsstärken von maximal etwa 5.050 Kfz/h zu erwarten. Es zeigt sich also, dass die tatsächliche Kapazität etwa 15 % über der nach dem HBS zu erwartenden Kapazität liegt. Unter der Voraussetzung, dass auch in Zukunft eine überdurchschnittlich leistungsfähige Verkehrsabwicklung auf der Rheinbrücke erwartet werden kann, ergibt sich also bei einem vierstreifigen Ausbau insgesamt eine praktische Reserve von ca. 20 bis 25 %.

Darüber hinaus wird heute schon an zwei- und dreistreifigen Richtungsfahrbahnen eine Kapazitätserhöhung mittels Standstreifenfreigabe erzielt. Hierbei ergeben sich bei einem SV-Anteil von 10 % Zusatzkapazitäten von 1.100 Fz/h bei zweistreifigen und 1.200 Kfz/h bei dreistreifigen Richtungsfahrbahnen. Die praktisch nutzbaren Reserven der Rheinbrücke könnten mit diesem Instrument (oder alternativ durch eine fünfstreifige Richtungsfahrbahn) auf mindestens ca. 40 % bezogen auf die Bemessungsverkehrsstärke 2025 (60 % bezogen auf 2009) gesteigert werden. Die absoluten Reserven (Übergang nach QSV F) lägen sogar bei über 50 % (70 % bezogen auf 2009). Es ist nicht absehbar, dass auch in weiterer Zukunft eine darüber hinausgehende Reserve notwendig werden könnte.

Zur Schaffung noch größerer Reserven kommt als Alternative nur der Bau einer zweiten Brücke zwischen der BAB A 59 und der BAB A 57 in Betracht. Dabei müsste es sich um eine dreistreifige Brücke im Bereich der heutigen und eine weitere zweistreifige nördlich von dieser handeln.

Hierdurch ergeben sich von vornherein gemäß HBS um 22 % höhere Kapazitäten (3.900 Kfz/h + 5.600 Kfz/h zu 7.800 Kfz/h bei 10 % SV-Anteil). Unterstellt man auch hier eine 15 % höherer praktische Leistungsfähigkeit sowie die Leistungsreserven aus einer Seitenstreifenfreigabe, ergibt sich insgesamt eine um 30 % höhere Kapazität als bei einer vierstreifigen Brücke.

Die folgende Tabelle zeigt den Vergleich:

	Eine Brücke	Zwei Brücken
Kapazität je Richtung nach HBS bei 10 % SV	7.800 Kfz/h (4-streifig)	3.900 Kfz/h (2-streifig) 5.600 Kfz/h (3-streifig)
Angenommene zusätzliche Kapazität (+15 %)	+1.170 Kfz/h (4-streifig)	585 Kfz/h (2-streifig) 840 Kfz/h (3-streifig)
Angenommene Kapazitätserhöhung bei Standstreifenfreigabe	+ 1.200 Kfz/h (4-streifig)	1.100 Kfz/h (2-streifig) 1.200 Kfz/h (3-streifig)
Summe	**10.170.Kfz/h** **100 %**	**13.225 Kfz/h** **130 %**
Prognosebelastung 2025	6.690 Kfz/h	6.690 Kfz/h
Kapazitätsreserve	**52 %**	**98 %**

Tabelle 17: Vergleich der Varianten zur Erneuerung der Rheinbrücke Leverkusen

Demgegenüber stehen aber auch deutlich höhere Kosten. Bei Anwendung der Regelquerschnitte für Autobahnbrücken ergeben sich für eine Brücke eine Breite von 44,5 m (2x5 Fahrstreifen 51,5m), in der Summe für zwei Brücken eine Breite von 69 m, mithin also 55 % (bzw. 34%) mehr. Dies gibt bereits einen ungefähren Hinweis auf die Baukosten. Da gleichzeitig für die zusätzliche Brücke noch die anschließenden Autobahnen und die Verknüpfungen mit den BAB A 57 und BAB A 59 neu geschaffen werden müssten, ist grob von etwa doppelt so hohen Kosten auszugehen. Somit stünden 100 % höheren Kosten 30 % Kapazitätsgewinn gegenüber. Von daher erscheint diese Alternative nicht verfolgenswert.

6.9.2 Beschreibung des Ausbaustandes

Für die Brücke wurde gemäß RAA der vierstreifige Regelquerschnitt RQ 43,5 B vorgesehen. Angesichts der hohen Auslastung sollte die Brücke mit einer Streckenbeeinflussung versehen werden. Um sich die Möglichkeiten künftiger Kapazitätssteigerungen zu sichern ist es einerseits denkbar, die Voraussetzungen einer Seitenstreifenfreigabe offen zu halten. Hierzu ist es notwendig, die Konstruktion so zu wählen, dass mindestens alle 1,000 m eine 80 m lange und 3 m breite Nothaltebucht angelegt werden kann. Außerdem muss in diesem Fall der Seitenstreifen für die Benutzung durch Schwerverkehrsfahrzeuge konstruktiv ausgelegt sein. Andererseits ist es natürlich auch möglich, von vornherein eine konstruktive Brückenbreite zu wählen, die die Anlage eines zusätzlichen Fahrstreifens je Richtung erlaubt.

Die Hauptfahrbahn wird bis zur AS Köln-Niehl vierstreifig geführt. Zum Anschluss an die dreistreifige Hauptfahrbahn westlich der AS erfolgt in Fahrtrichtung Koblenz mit einer Ausfahrt vom Typ A 6 eine Fahrstreifensubtraktion. In Gegenrichtung wird mit einer Einfahrt vom Typ E 3 ein Fahrstreifen zur dreistreifigen Hauptfahrbahn addiert, so dass auch hier eine vierstreifige Richtungsfahrbahn entsteht. Ansonsten bleibt die AS im Vergleich zu heute unverändert.

Abbildung 114: Rheinbrücke

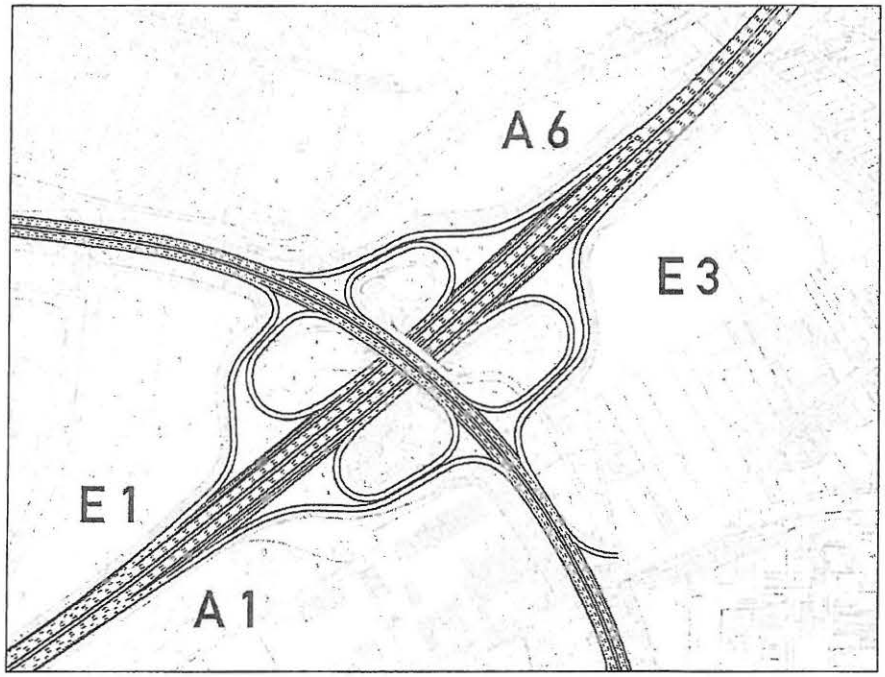


Abbildung 115: AS Köln-Niehl

7 Überlegungen zum Umbau unter Betrieb

7.1 AK Leverkusen

Wie die Berechnungen unter Ziffer 3.4.2 gezeigt haben, sind verschiedene Elemente des AK Leverkusen bereits heute überlastet. Hiervon sind zum einen die beiden Verflechtungsbereiche parallel zur BAB A 1 und der Verflechtungsbereich parallel zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen zu nennen. Zum anderen sind die Hauptfahrbahn der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz und die Einfahrten am AK Leverkusen in die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz betroffen.

Für den Prognosefall zeigen die Berechnungen unter Ziffer 5.6, dass sämtliche Verflechtungsbereiche sowie die BAB A 1 westlich und die BAB A 3 südlich des AK Leverkusen überlastet sind.

Für den Umbau des AK Leverkusen bedeutet dies einerseits, dass eine leistungsfähige Abwicklung der prognostizierten Verkehrsmengen nur bei einer Kombination des Ausbaus des AK Leverkusens und der Zu- und Ablaufstrecken im Westen und Süden erreicht werden kann. Andererseits ist angesichts des großen Bauvolumens und der erheblichen Investitionskosten nur eine schrittweise Umsetzung realistischerweise zu verwirklichen. Von daher stellt sich die Frage, wie diese Schritte aussehen können und welche Reihenfolge der Umsetzung sinnvoll ist.

Bei der Beantwortung der Frage sind zwei Aspekte zu berücksichtigen. Zum einen gibt es bauliche Zwänge, die eine bestimmte Abfolge vorgeben. So sind einige Ein- bzw. Ausfahrten ohne den Ausbau der Hauptfahrbahn nicht zu verwirklichen. Zum anderen stehen der Zeitpunkt für die Umsetzung der einzelnen Schritte und damit die zu diesem Zeitpunkt zu erwartenden Verkehrsbelastungen nicht fest. Daher ist es sinnvoll, eine Vorgehensweise zu wählen, die die schon bestehenden Probleme zuerst löst.

Im folgenden wird für das AK Leverkusen der Umbau in vier Modulen dargestellt. Hierfür wurde davon ausgegangen, dass der Ausbau der BAB A 1 im Bereich der Hochstraße B erst nach dem Umbau des AK Leverkusen erfolgt. Ebenso ist der Ausbau der BAB A 3 bis zur AS Leverkusen keine Voraussetzung für den Bau der Module.

Die innerhalb der verschiedenen Module bzw. innerhalb einzelner Baustufen dargestellten notwendigen Zwischenlösungen halten die Mindestparameter der RAA ein. Da es sich bei diesen Zwischenlösungen nur um zeitlich befristete Übergangsphasen handelt, werden hierbei auch angepasste Schleifenrampen eingesetzt.

7.1.1 Modul 1

Modul 1 betrifft den Bau der zweistreifige Rampe von der BAB A 3 aus Fahrtrichtung Frankfurt a. M. zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. Dieses Modul muss als erstes umgesetzt werden, weil hiermit die Schleifenrampe im nord-östlichen Quadranten des AK überflüssig wird. Erst hierdurch wird der Platz für die weiteren Umbaumaßnahmen innerhalb der weiteren Module geschaffen.

Gleichzeitig ist dieses Modul auch unter dem Gesichtspunkt der Verkehrswirksamkeit höchst sinnvoll. Durch die planfreie Führung der Rampe von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz werden die heute überlasteten Verflechtungsbereiche (QSV F, siehe Ziffer 3.4.2) mit den stark belasteten Strömen von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen sowie von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. beseitigt. Ohne den Ausbau der BAB A 1 auf der Hochstraße B in Fahrtrichtung Koblenz bleibt allerdings die Einfahrt in die BAB A 1 weiterhin problematisch.

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie die Rampe in zwei Baustufen unter Aufrechterhaltung aller Verkehrsbeziehungen am Kreuz gebaut werden kann.

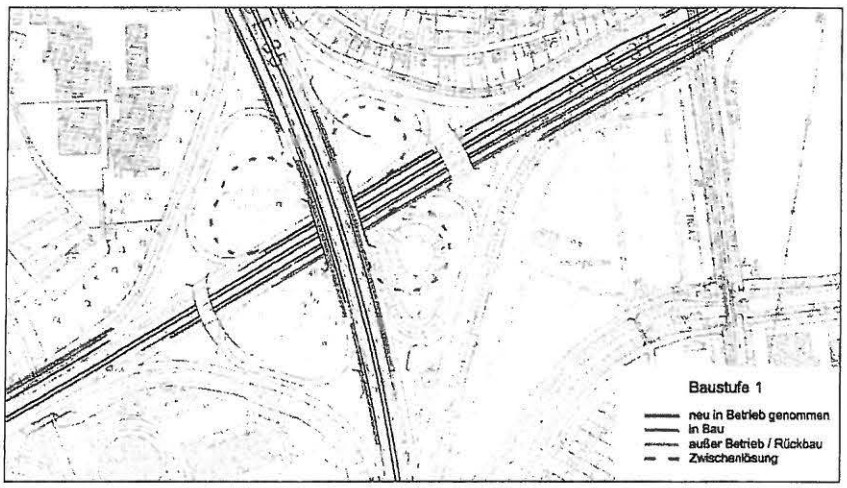


Abbildung 116: Baustufe 1

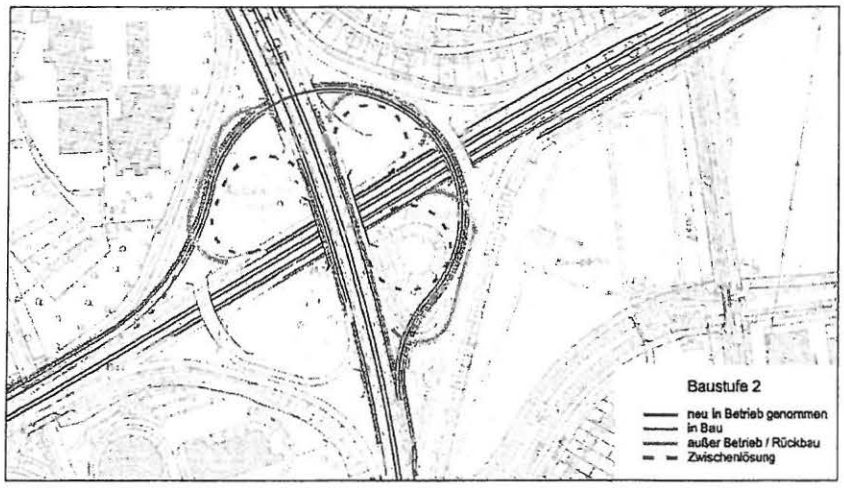


Abbildung 117: Baustufe 2

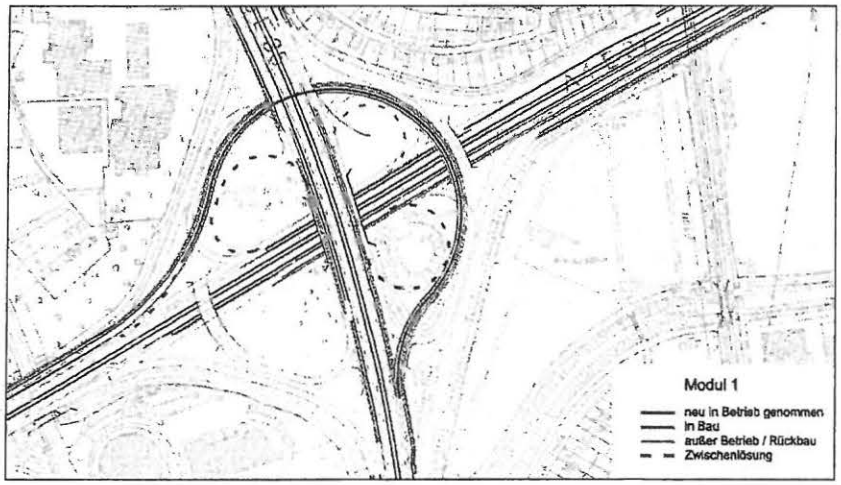


Abbildung 118: Modul 1

7.1.2 Modul 2

In Modul 2 mit den Baustufen 3 bis 5 werden die einstreifigen Rampen von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen und von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund gebaut. Ebenso entsteht die zweistreifige Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen.

Dieses Modul wurde unter dem Gesichtspunkt der Verkehrswirksamkeit als zweites gewählt, da hiermit der dritte schon heute kritische Verflechtungsbereich (QSV E, siehe Ziffer 3.4.2) mit den Strömen von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen und von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund beseitigt wird. Ohne den Ausbau der BAB A 1 auf der Hochstraße B in Fahrtrichtung Dortmund bleibt allerdings die Ausfahrt aus der BAB A 1 weiterhin problematisch.

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie die Rampen in drei Baustufen unter Aufrechterhaltung aller Verkehrsbeziehungen am Kreuz gebaut werden können.

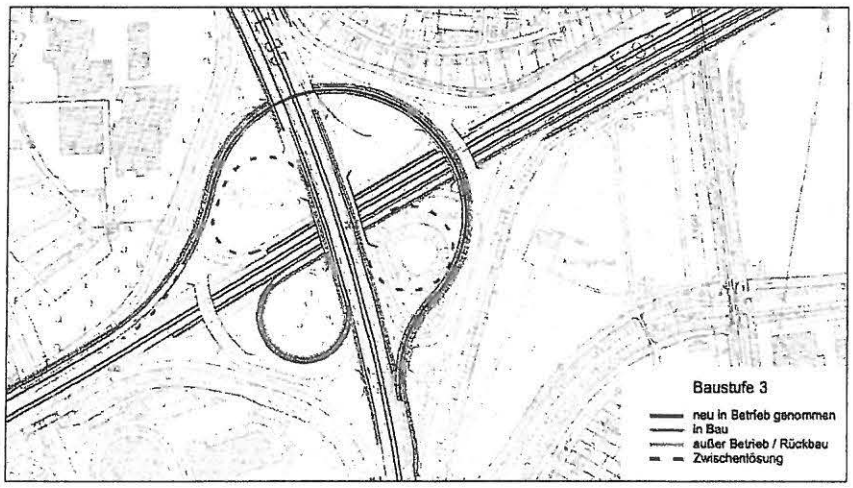


Abbildung 119: Baustufe 3

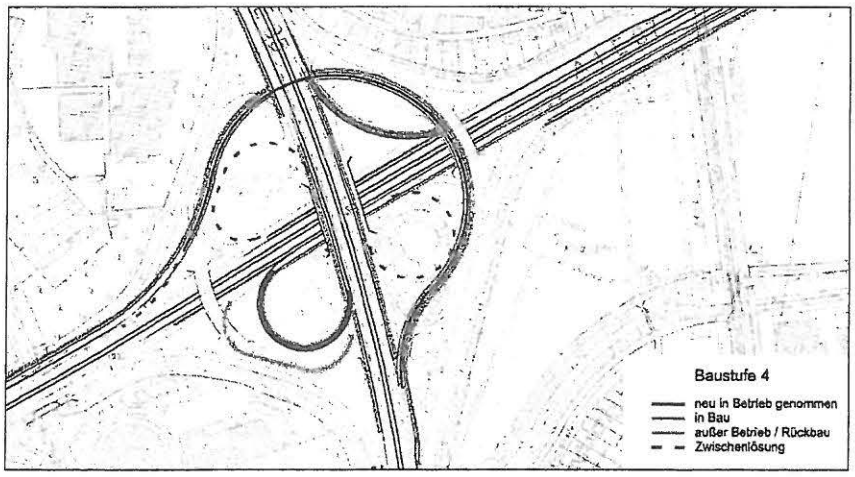


Abbildung 120: Baustufe 4

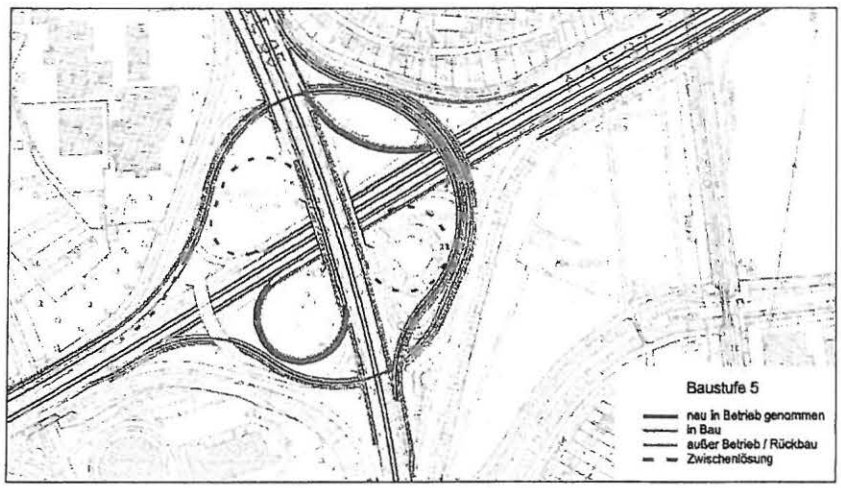


Abbildung 121: Baustufe 5

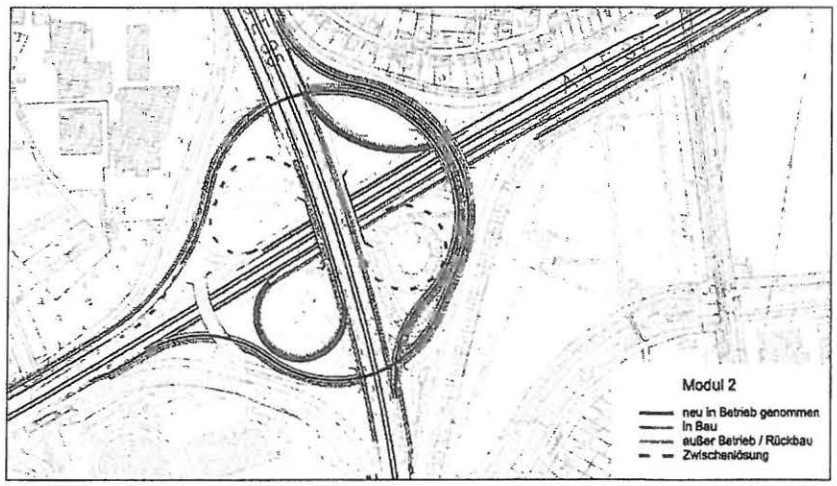


Abbildung 122: Modul 2

7.1.3 Modul 3

Modul 3 mit den Baustufen 6 und 7 umfasst den Bau der zweistreifigen Rampe von der BAB A 1 Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M..

Dieses Modul wird unter dem Gesichtspunkt der Verkehrswirksamkeit als drittes gewählt, da hiermit der letzte und erst in der Prognose überlastete Verflechtungsbereich (QSV F, siehe Ziffer5.6) mit den Verkehren von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. und von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund beseitigt wird. Anschließend verbleiben im Bereich des AK Leverkusen nur noch diejenigen problematischen Bereiche, die nur mit einem Ausbau der Zu- und Ablaufstrecken im Westen und Süden leistungsgerecht ausgebaut werden können (vgl. Berechnungen Ziffer 9.2).

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie die Ost-Süd-Rampe in zwei Baustufen unter Aufrechterhaltung aller Verkehrsbeziehungen am Kreuz gebaut werden kann.

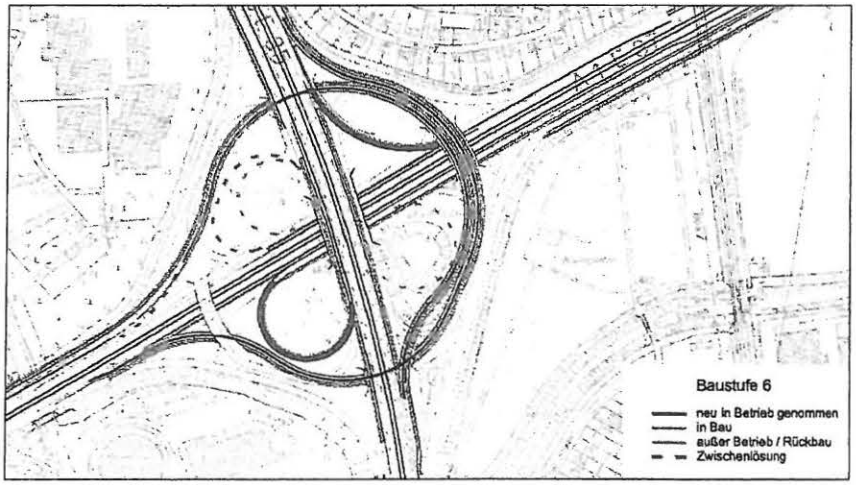


Abbildung 123: Baustufe 6

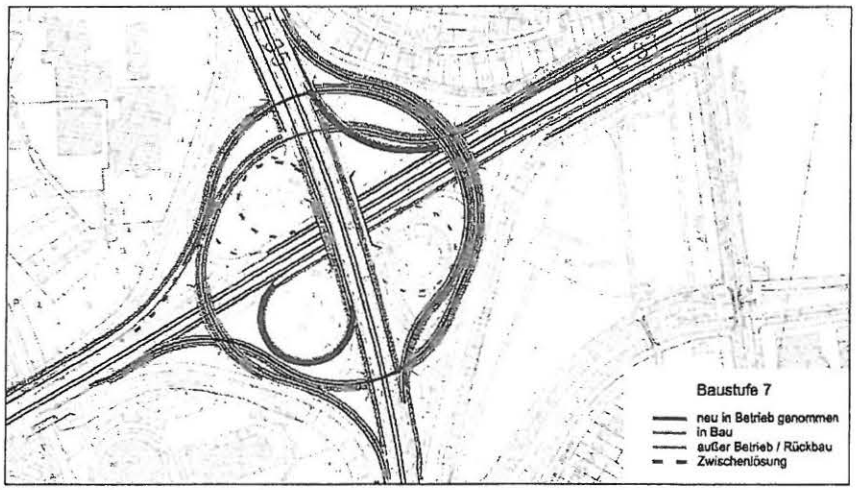


Abbildung 124: Baustufe 7

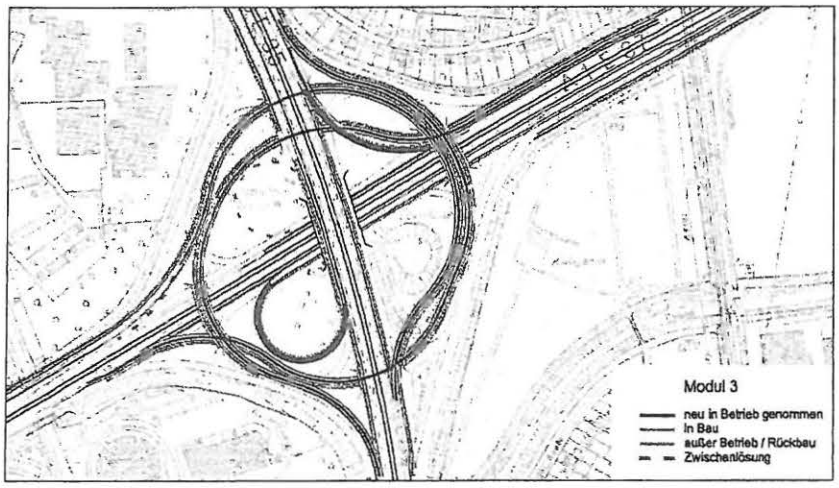


Abbildung 125: Modul 3

7.1.4 Modul 4

Das vierte und letzte Modul mit Baustufe 8 schließlich umfasst die beiden zweistreifigen Rampen von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. sowie von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. Zugleich ist eine Anpassung des Einfahrtsbereichs der Rampe von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz erforderlich.

Voraussetzung für dieses Modul ist der Ausbau der Zu- und Ablaufstrecken im Westen und Süden. Damit ist dann die volle Verkehrswirksamkeit des umgebauten AK Leverkusen hergestellt (vgl. Berechnungen Ziffer 9.5).

Die Verwirklichung dieses Moduls kann in einer Baustufe unter Aufrechterhaltung aller Verkehrsbeziehungen am Kreuz erreicht werden.

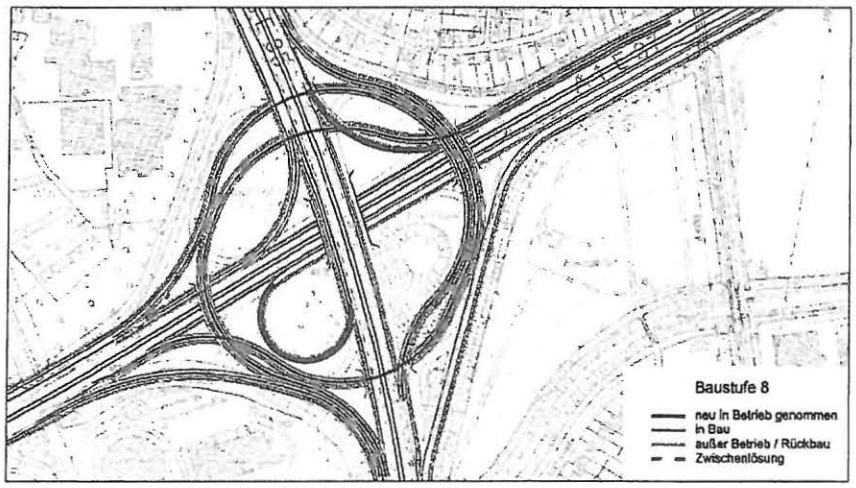


Abbildung 126: Baustufe 8

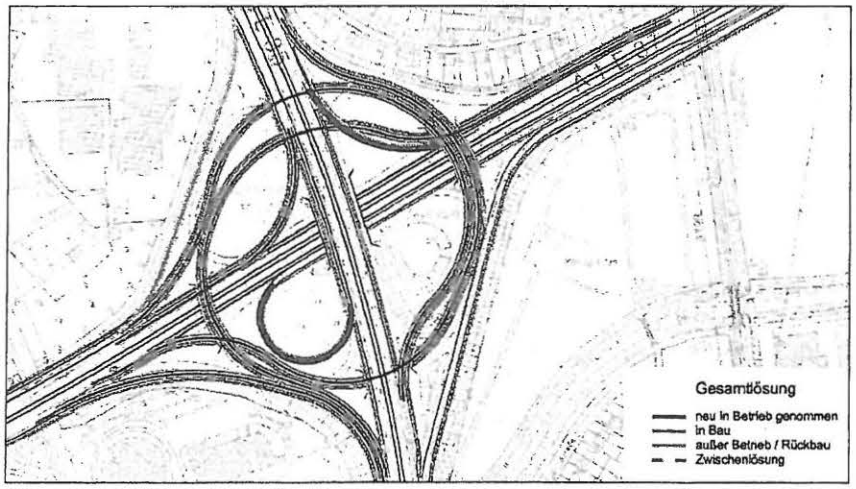


Abbildung 127: Modul 4

7.2 Hochstraße B

Nach derzeitigem Kenntnisstand kann die vorhandenen Hochstraße aus bautechnischen Gründen nicht verbreitert werden. Dies führt angesichts der unter Ziffer 6.7 skizzierten erforderlichen Querschnitte zu einem kompletten Neubau der BAB A 1 in diesem Bereich.

Da eine Vollsperrung der BAB A 1 in der Bauzeit (mutmaßlich länger als 12 Monate) auf den Alternativstrecken (BAB A 4 im Süden und BAB A 46 im Norden) aufgrund fehlender entsprechender Kapazitätsreserven zu erheblichen Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs auf diesen Strecken führen würde, ist allein ein Neubau neben der vorhanden Hochstraße eine anzustrebende Alternative. Hierbei ist aufgrund der Siedlungsstruktur (im Norden Wohngebiete, im Süden Gelände des Sportvereins Bayer Leverkusen) ein Neubau der Straßenverbindung südlich der vorhandenen Hochstraße die gebotene Variante.

Hierbei ist zuerst an die Errichtung einer fünfstreifigen Richtungsfahrbahn gedacht, die für die Phase des Abrisses und der Errichtung der Gegenfahrbahn eine 6+0 Baustellenverkehrsführung aufnehmen kann. Zur Entlastung des Streckabschnitts während der Bauzeit kommt ein Ersatz der Verbindung im AK Leverkusen zwischen BAB A 1 West und BAB A 3 Nord über die BAB A 59 und BAB A 542 in Frage.

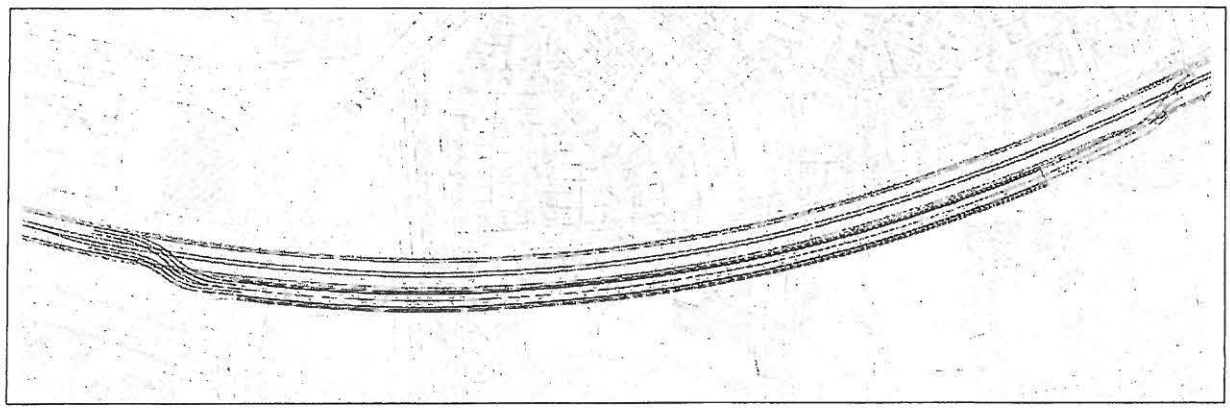


Abbildung 128: Prinzipskizze zur Querschnittslage der südlichen Fahrbahn während der Bauzeit

7.3 Rheinbrücke und AK Leverkusen West

Beim Neubau der Rheinbrücke muss auch während der Bauzeit eine Rheinquerung gewährleistet bleiben, wenn eine erhebliche Zusatzbelastung der anderen Rheinquerungen vermieden werden soll. Da nach derzeitigem Kenntnisstand die vorhandenen Brücke abgerissen werden muss, kann eine neue Rheinbrücke nur neben dieser gebaut werden. Aufgrund der vorhandenen Bebauung ist dabei der Neubau nördlich der heutigen Brücke der Vorzug zu geben.

Durch die Lage der neuen Brücke neben der bestehenden ergibt sich zwangsläufig, dass das unmittelbar anschließende AK Leverkusen West mit umgebaut werden muss. Im folgenden sind drei Bauabschnitte dargestellt, mit den unter Aufrechterhaltung aller Fahrtbeziehungen der Anschluss an die neue Rheinbrücke hergestellt werden kann.

In Bauabschnitt 1 werden die Rampen zwischen der BAB A 1 und der BAB A 59 erneuert und ein Teil der neuen Hauptfahrbahn zum Anschluss der Brücke gebaut.

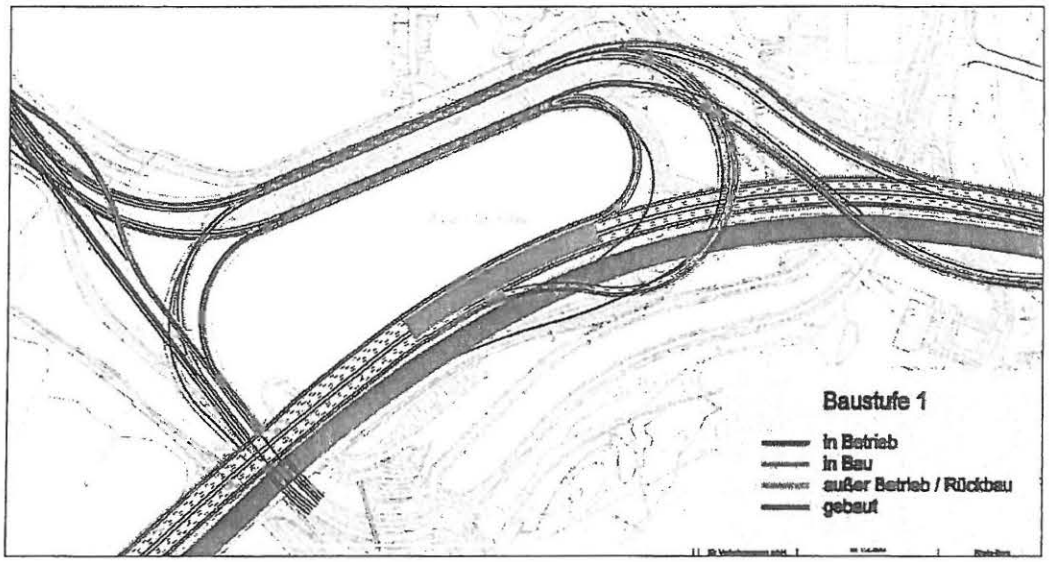


Abbildung 129: Bauabschnitt 1

In Bauabschnitt 2 werden die Rampen der BAB A 59 erneuert und die neue Hauptfahrbahn der BAB A 1 als Ersatz der Hochstraße A bis zur Rheinbrücke fertig gestellt.

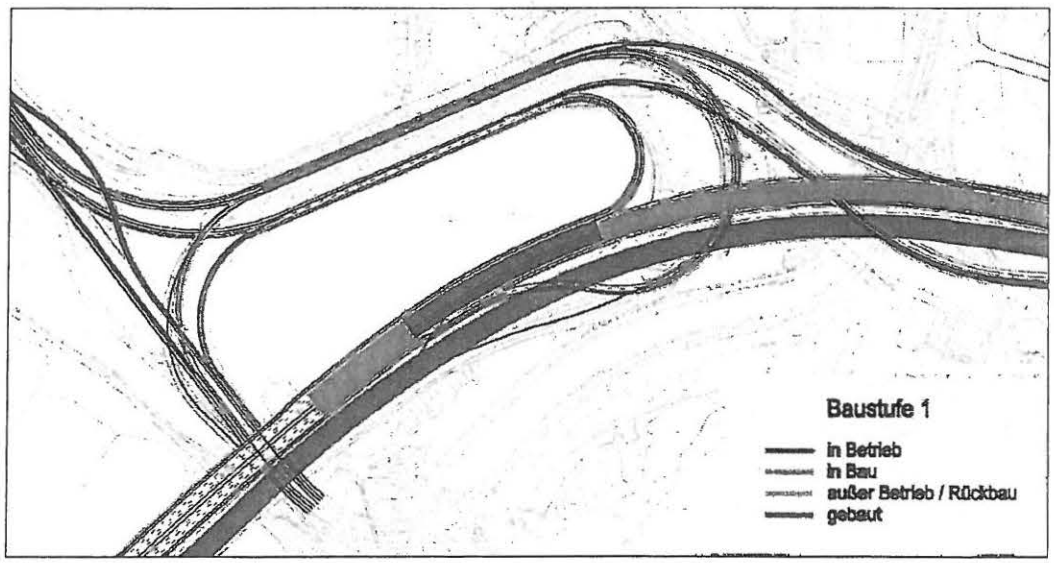


Abbildung 130: Bauabschnitt 2

In Bauabschnitt 3 schließlich wird die neue Rheinbrücke an das neue AK Leverkusen West angeschlossen. Die alte Hochstraße A kann abgebrochen werden.

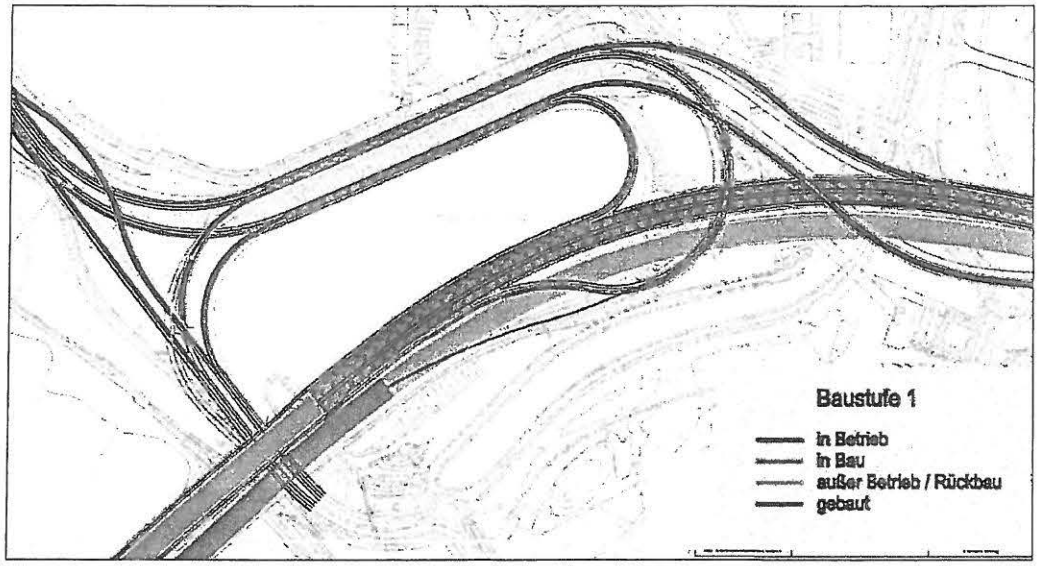


Abbildung 131: Bauabschnitt 3

8 Berechnung der Qualität des Verkehrsablaufs

8.1 Methodik

Die Berechnungen wurden nach den Verfahren des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS (vgl. FGSV, 2009) durchgeführt. Da sich der vorliegende Ausbauvorschlag nach den von der RAA vorgegebenen Entwurfskriterien richtet, ist die Anwendung des HBS für den Nachweis der Leistungsfähigkeit an allen Stellen möglich.

Da das derzeitige HBS keine Angaben für vierstreifige Richtungsfahrbahnen enthält, wurden die Kapazitäten der freien Strecke dem Heft 967 der reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik mit dem Titel "Autobahnen und Autobahnknotenpunkte mit vierstreifigen Richtungsfahrbahnen" (vgl. BMVBS, 2007) entnommen. Die im HBS in der Ausgabe 2009 nicht enthaltenen Ausfahrttypen A5, A7 und A8 werden entsprechend den Hinweisen aus den RAA behandelt. Nach den RAA sind die Kapazitäten der zweistreifigen Ausfahrttypen A5, A7 und A8 mit den Kapazitäten der zweistreifigen Ausfahrttypen A3 und A4 vergleichbar. Für den ebenfalls im HBS in der Ausgabe 2009 nicht enthaltenen einstreifigen Ausfahrttyp A6 erfolgt der Nachweis der Verkehrsqualität über den Leistungsfähigkeitsnachweis für einstreifige Verteilerfahrbahnen.

Die Methodik des HBS beruht auf der Betrachtung einzelner Elemente einer Verkehrsanlage (z.B. Rampe, Einfahrt, Hauptfahrbahn, Ausfahrt). Die Wechselwirkung zwischen diesen Elementen kann hierbei nicht berücksichtigt werden. Aufgrund verschiedener Besonderheiten des untersuchten Autobahnnetzes, insbesondere aufgrund geringer Abstände zwischen dem AK Leverkusen und den nördlich und südlich benachbarten Anschlussstellen im Zuge der BAB A 3, aber auch wegen der verwendeten Form im HBS noch nicht berücksichtigten Elementen, wird empfohlen, im weiteren Planungsprozess zur vertieften Untersuchung des Sachverhalts eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs vorzunehmen. Mit diesem Instrument kann über den Nachweis der Kapazität und der gewünschten Verkehrsqualität hinaus eine weitere Optimierung der entwickelten Gesamtlösung geprüft und fundiert bewertet werden.

8.2 Allgemeines

Für den unter Ziffer 6 hergeleiteten Ausbaustand werden- ebenso wie für den Bestand (vgl. Ziffer 3.4)- verkehrstechnische Berechnungen zum Nachweis der Kapazität und der Verkehrsqualität durchgeführt. Dabei wurden die für das Prognosejahr 2025 zu erwartenden Bemessungsverkehrsstärken im Sinne des HBS (Verkehrsbelastungen der 30. Stunde) angesetzt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die 30. Stunde auch an nicht weit voneinander entfernten Elementen des Straßennetzes i. d. R. zu unterschiedlichen Zeiten auftritt. Für die Berechnungen werden für jedes einzelne Element die jeweils maßgebenden Verkehrsstärken herangezogen (für eine Einfahrt z. B. die Verkehrsbelastung in der 30. Stunde der Summenganglinie der in der Berechnung einzubeziehenden Ströme). Dies führt aber systematisch dazu, dass für aufeinander folgende Querschnitte unterschiedliche Verkehrsbelastungen dargestellt sind. Ggf. ergeben sich sogar für einzelne Elemente mehrere Bemessungsverkehrsstärken. So kann sich an Hauptfahrbahnen die 30. Stunde der Hauptfahrbahnbelastung von der 30. Stunde der Dauerlinie mit einer stromabwärts liegenden Einfahrt unterscheiden.

Abbildung 132 zeigt die Ergebnisse für den Planungsraum in der Übersicht.

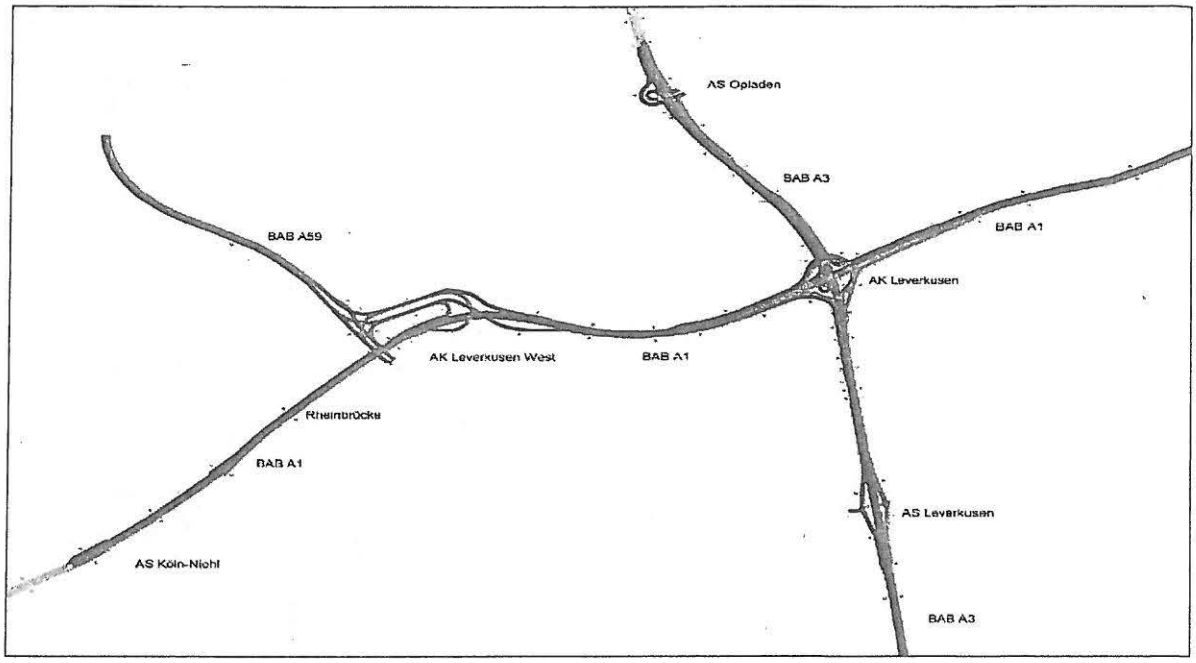


Abbildung 132: Bewertung der Verkehrsqualität 2025 für den vollständigen Ausbau

Wie aus der Abbildung ersichtlich, ist in der 30. Stunde im Planungsraum mit keinerlei Kapazitätsdefiziten zu rechnen. Die heute zu beobachtenden Verdrängungseffekte ins nachgeordnete Netz (vgl. 2.5.2) können drastisch reduziert werden und so das städtische Straßennetz von solchen Verkehren entlastet werden.

In den folgenden Textabschnitten werden die Berechnungsergebnisse für die einzelnen Verkehrsanlagen dargestellt.

8.3 AK Leverkusen

Im folgenden wird der Nachweis der Verkehrsqualität für das AK Leverkusen und die anschließenden Hauptfahrbahnen geführt. Abbildung 133 zeigt die Ergebnisse für diesen Bereich in der Übersicht.

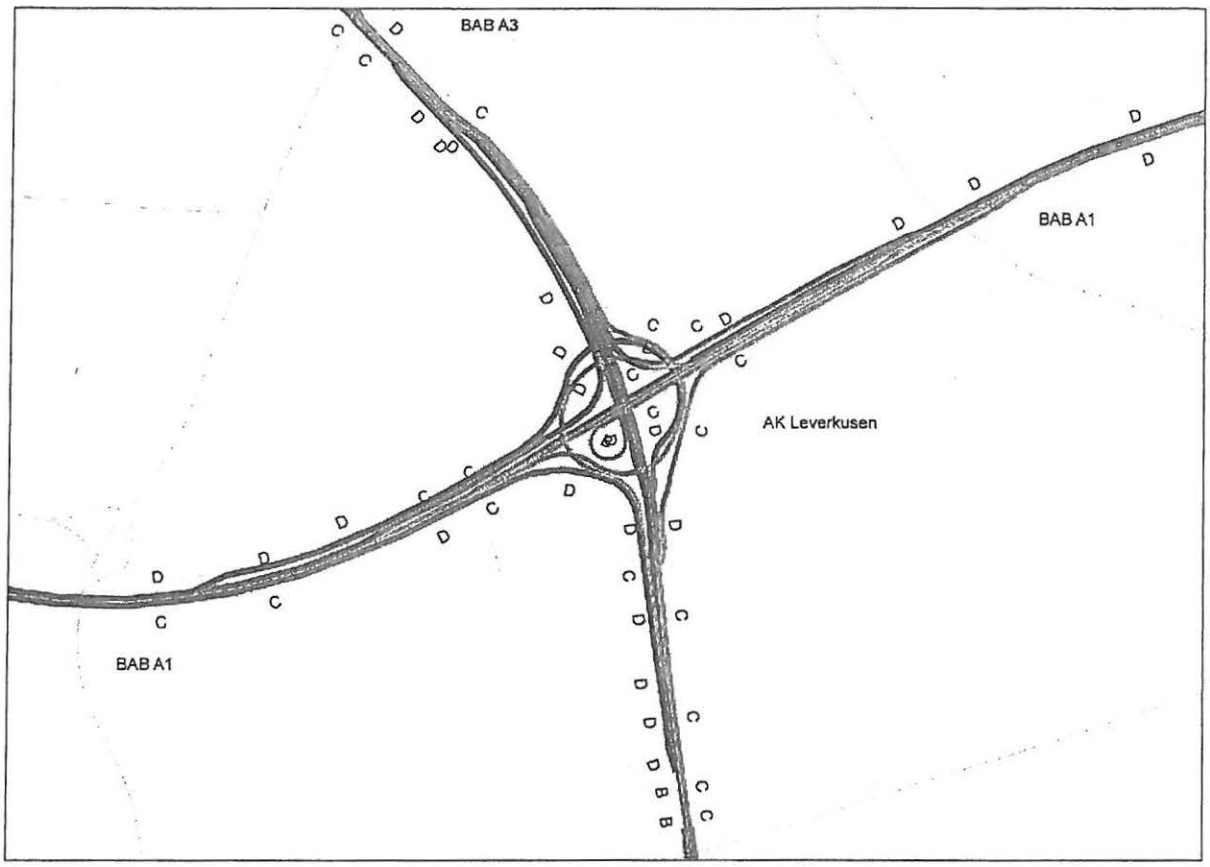


Abbildung 133: Bewertung der Verkehrsqualität für das AK Leverkusen

8.3.1 BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen im Bereich nördlich der AS Leverkusen bis südlich der AS Opladen dargestellt.

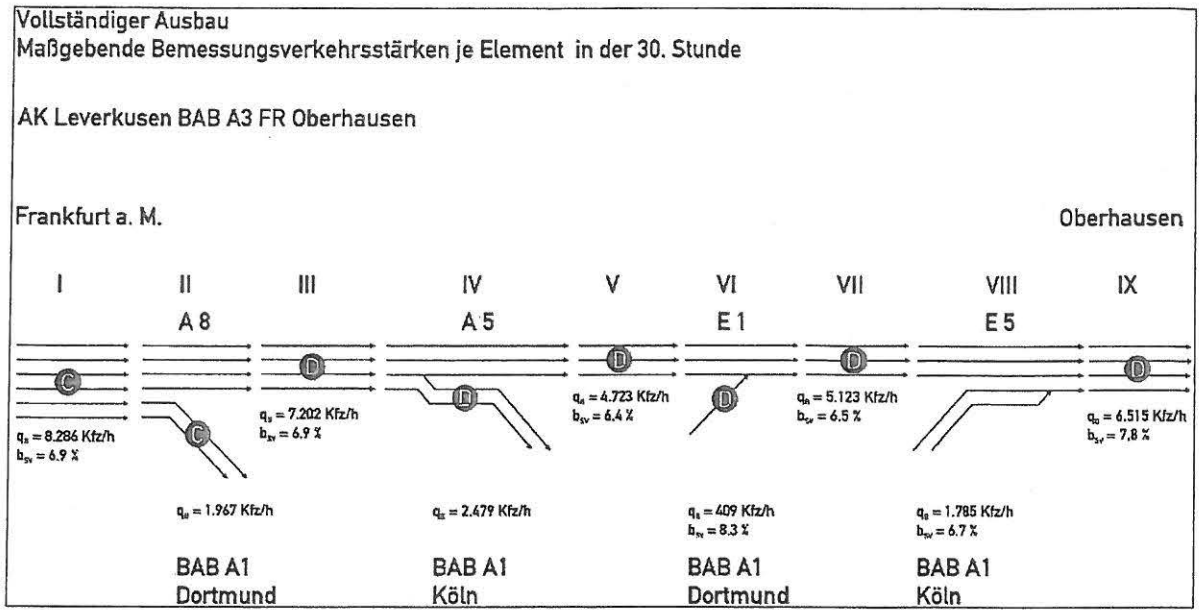


Abbildung 134: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Fahrbahn südlich des AK Leverkusen ist mit einer Verkehrsstärke von 8.286 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,9 % zu bemessen. Für die Kapazität der sechsstreifigen Richtungsfahrbahn gibt es keine direkten Angaben im HBS. Allerdings kann bei einer Kapazitätssteigerung von einer zweistreifigen Fahrbahn (3.962 Kfz/h) zu einer vierstreifigen Fahrbahn (7.986 Kfz/h) um 4.024 Kfz/h (vgl. HBS, Entwurf) auch bei vorsichtiger Schätzung von einer zusätzlichen Kapazität einer fünfstreifigen im Vergleich zu einer vierstreifigen Fahrbahn von 3.600 Kfz/h ausgegangen werden. Unter dieser Prämisse ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,71. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Für eine weitergehende Untersuchung ist eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs erforderlich (vgl. 8.1).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 8 zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.967 Kfz/h. Dies ist kleiner als 2.250 Kfz/h und führt damit zu einer Einstufung der Qualitätsstufe C (befriedigend).

III. Die vierstreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Oberhausen stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 7.202 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,9 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 7.986 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,9. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

IV. Die Ausfahrt vom Typ A 5 in Richtung BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 2.479 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.700 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

V. Die dreistreifige Hauptfahrbahn im Autobahnkreuz ist mit einer Verkehrsstärke von 4.723 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,4 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.744 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,82. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

VI. Die Einfahrt vom Typ E 1 aus Richtung BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 406 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 8,3 %. Bei einer gleichzeitigen Belastung der

Hauptfahrbahn mit 4.723 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,4 % ergibt sich die Qualitätsstufe D (ausreichend).

VII. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Oberhausen stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 5.132 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,5 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.740 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,89. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

VIII. Die Einfahrt vom Typ E 5 von der BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.785 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,7 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

IX. Die vierstreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Oberhausen stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 6.515 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 7,8 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 7.932 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,82. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

Das Berechnungsprotokoll in der Anlage B VII-1 enthalten.

8.3.2 BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M.

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. im Bereich südlich der AS Opladen bis nördlich der AS Leverkusen dargestellt.

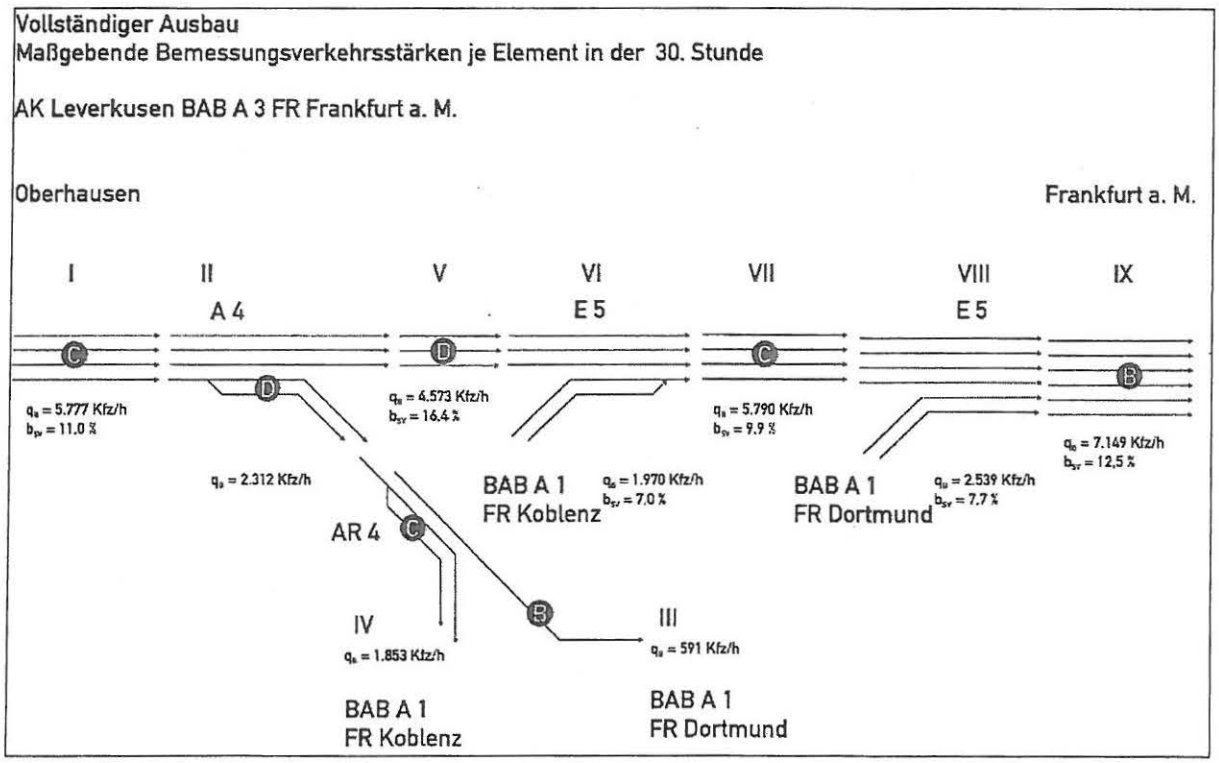


Abbildung 135: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Hauptfahrbahn nördlich des AK Leverkusen ist mit einer Verkehrsstärke von 5.777 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 11 % zu bemessen. Die Kapazität der vierstreifigen Richtungsfahrbahn beträgt 7.750 Kfz/h. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,75. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 4 in Richtung BAB A 1 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 2.312 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.700 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

III. Die Rampenausfahrt vom Typ AR 4 in Richtung BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 591 Kfz/h. Diese ist kleiner als 830 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

IV. Die zweistreifige Ausfahrt in Richtung BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.853 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.250 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

V. Die dreistreifige Hauptfahrbahn im Autobahnkreuz ist mit einer Verkehrsstärke der 4.573 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 16,4 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.408 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,85. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

VI. Die Einfahrt vom Typ E 5 von der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.970 Kfz/h bei einem Schwerverkehrsanteil von 7 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

VII. Die vierstreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 5.790 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 9,9 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 7.824 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,74. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

VIII. Die Einfahrt vom Typ E5 von der BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 2.539 Kfz/h bei einem Schwerverkehrsanteil von 7,7%. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

IX. Die Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 7.149 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 12,5 % zu bemessen. Für die Kapazität der sechsstreifigen Richtungsfahrbahn gibt es keine direkten Angaben im HBS. Nachfolgend wird von einer zusätzlichen Kapazität von zweimal 1.800 Kfz/h einer sechsstreifigen im Vergleich zu einer vierstreifigen Fahrbahn ausgegangen werden. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,63. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Für eine weitergehende Untersuchung ist eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs erforderlich (vgl. 8.1).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-2 enthalten.

8.3.3 BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund im Bereich östlich des AK Leverkusen-West bis östlich des AK Leverkusen dargestellt.

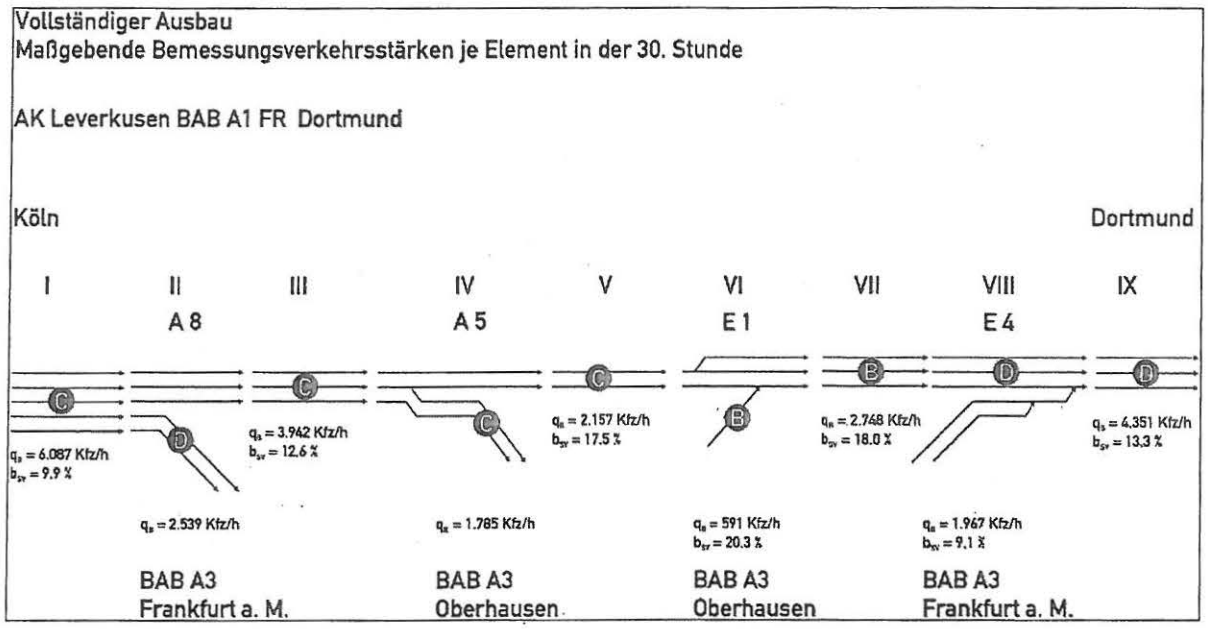


Abbildung 136: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Fahrbahn westlich des AK Leverkusen ist mit einer Verkehrsstärke von 6.087 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 9,9 % zu bemessen. Für die Kapazität der fünfstreifigen Richtungsfahrbahn gibt es keine direkten Angaben im HBS. Allerdings kann bei einer Kapazitätssteigerung von einer dreistreifigen Fahrbahn (5.604 Kfz/h) zu einer vierstreifigen Fahrbahn (7.806 Kfz/h) um 2.202 Kfz/h (vgl. HBS, Entwurf) auch bei vorsichtiger Schätzung von einer zusätzlichen Kapazität einer fünfstreifigen im Vergleich zu einer vierstreifigen Fahrbahn von 1.800 Kfz/h ausgegangen werden. Unter dieser Prämisse ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,63. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Für eine weitergehende Untersuchung ist eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs erforderlich (vgl. 8.1).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 8 in Richtung BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M. hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 2.539 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.700 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

III. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Dortmund stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 3.942 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 12,6 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.522 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,75. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

IV. Die Ausfahrt vom Typ A 5 in Richtung BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.785 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.250 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

V. Die zweistreifige Hauptfahrbahn im Autobahnkreuz ist mit einer Verkehrsstärke von 2.157 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 17,5 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 3.750 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,58. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

VI. Die Einfahrt vom Typ E1 von der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 591 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 20,3 %. Bei einer gleichzeitigen Belastung der Hauptfahrbahn mit 2.535 Pkw-E/h ergibt sich die Qualitätsstufe B (gut).

VII. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Dortmund stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 2.748 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 18 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 4.884 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,56. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

VIII. Die Einfahrt vom Typ E4 von der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.967 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 9,1 %. Für die Kapazität einer zweistreifigen Einfahrt in eine dreistreifige Richtungsfahrbahn gibt es keine Angaben im HBS. Das Verfahren berücksichtigt höchstens zweistreifige Fahrbahnen. Es wird stattdessen Hilfsweise mit einem pragmatischen Ansatz gerechnet, der sich an das HBS-Verfahren anlehnt. Bei einer noch ausreichenden Verkehrsqualität ist die Belastungsgrenze einer dreistreifigen Fahrbahn (4.884 Kfz/h) im Vergleich zu einer zweistreifigen Fahrbahn (3.463 Kfz/h) um 1.448 Kfz/h höher. Für die Berechnung der Einfahrt wird somit ein Rechenwert von 936 Kfz/h für eine zweistreifige Hauptfahrbahn angesetzt. Hiermit ergibt sich die Qualitätsstufe D (ausreichend). Für eine weitergehende Untersuchung ist eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs erforderlich (vgl. 8.1).

IX. Die dreistreifige Hauptfahrbahn Fahrtrichtung Dortmund stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 4.351 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 13,3 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.401 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,81. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-3 enthalten.

8.3.4 BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz im Bereich östlich des AK Leverkusen bis östlich des AK Leverkusen-West dargestellt.

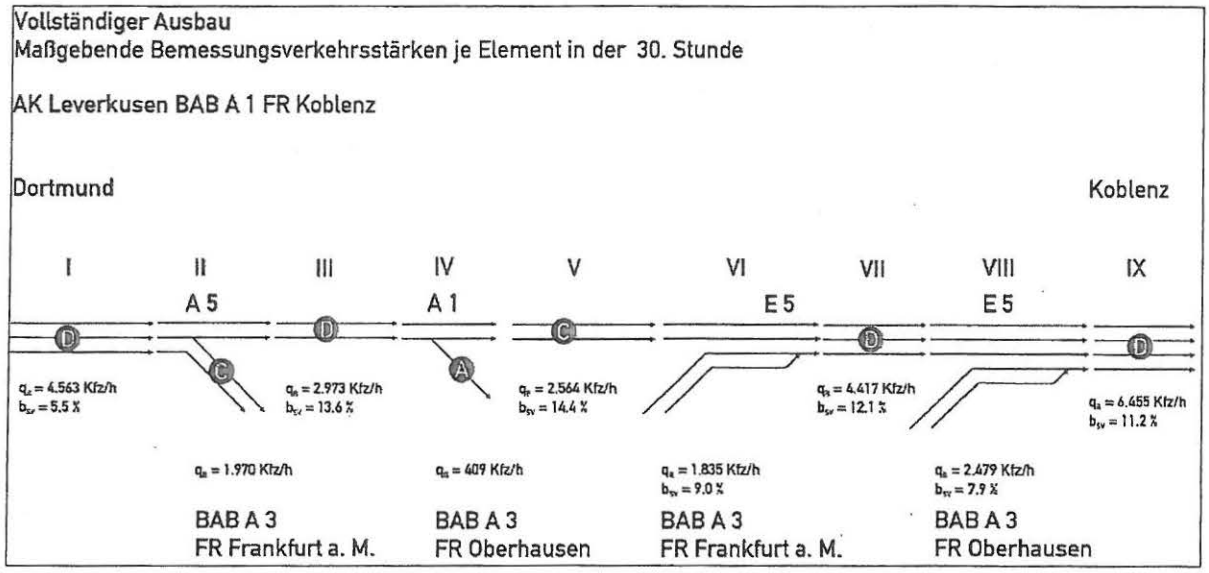


Abbildung 137: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Koblenz östlich des AK Leverkusen ist mit einer Verkehrsstärke von 4.563 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 5,5 % zu bemessen. Die Kapazität der dreistreifigen Richtungsfahrbahn beträgt 5.780 Kfz/h. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,79. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 5 in Richtung BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M. hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.970 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.250 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

III. Die zweistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Koblenz stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 2.973 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 13,6 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 3.828 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,78. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

IV. Die Ausfahrt vom Typ A 1 in Richtung BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 409 Kfz/h. Diese ist kleiner als 600 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut).

V. Die zweistreifige Hauptfahrbahn im Autobahnkreuz ist mit einer Verkehrsstärke von 2.564 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 14,4 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 3.812 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,67. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

VI. Die Einfahrt vom Typ E 5 von der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.835 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 9 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

VII. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Koblenz stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 4.417 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 12,1 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.537 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,8. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

VIII. Die Einfahrt vom Typ E 5 von der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 2.479 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 7,9 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

IX. Die vierstreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Koblenz stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 6.455 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 11,2 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 7.740 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,83. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-4 enthalten.

8.4 AS Leverkusen

Im folgenden wird der Nachweis der Verkehrsqualität für die AS Leverkusen geführt. Abbildung 138 zeigt die Ergebnisse für diesen Bereich in der Übersicht.

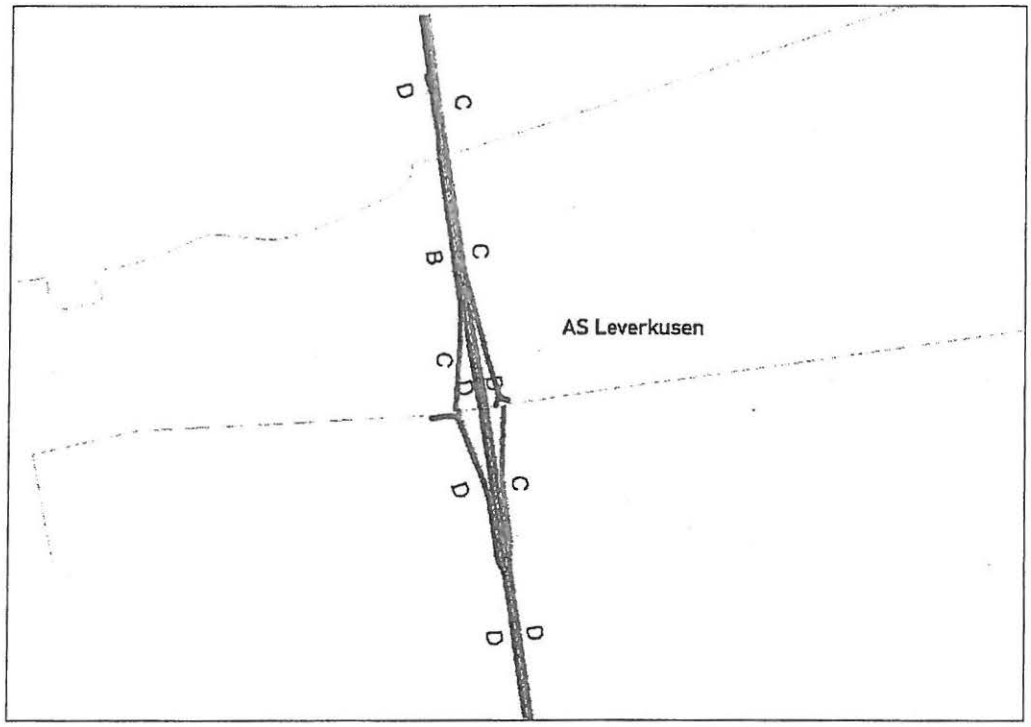


Abbildung 138: Bewertung der Verkehrsqualität 2025 für die AS Leverkusen

8.4.1 BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M.

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. im Bereich der AS Leverkusen dargestellt.

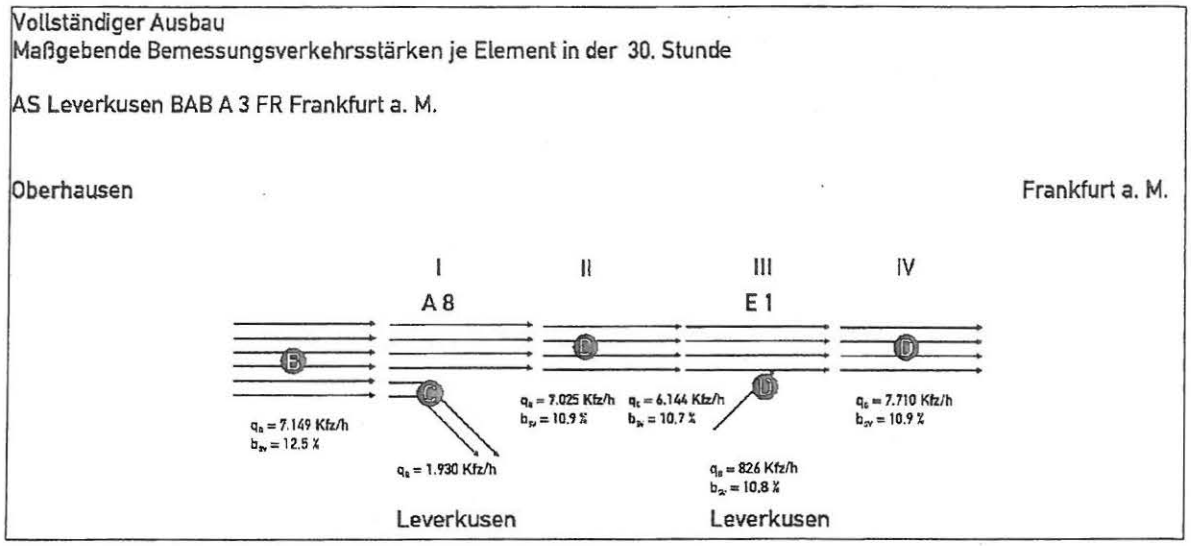


Abbildung 139: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Ausfahrt vom Typ A 8 in Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.930 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.250 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

II. Die vierstreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 7.025 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,9 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 7.755 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,9. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

III. Die Einfahrt vom Typ E1 aus Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 826 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 4,9 %. Die Belastung der Hauptfahrbahn liegt bei 6.144 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,8 % (= 655 SV-Kfz/h). Für die Kapazität einer Einfahrt in eine vierstreifige Richtungsfahrbahn gibt es keine Angaben im HBS. Das Verfahren berücksichtigt höchstens dreistreifige Fahrbahnen. Es wird stattdessen Hilfsweise mit einem pragmatischen Ansatz gerechnet, der sich an das HBS-Verfahren anlehnt. Vereinfacht wird hierbei für Berechnungszwecke von einer gleichmäßigen Belastung einer vierstreifigen Fahrbahn ausgegangen. Für die Berechnung der Einfahrt wird somit ein Rechenwert von 5.099 Pkw-E/h für eine dreistreifige Hauptfahrbahn angesetzt. Hiermit ergibt sich die Qualitätsstufe D (ausreichend). Für eine weitergehende Untersuchung ist eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs erforderlich (vgl. 8.1).

IV. Die Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. südlich der AS Leverkusen ist mit 7.710 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,9 % zu bemessen. Aus der Analyse ist bekannt, dass dieser Streckenabschnitt heute auf drei Fahrstreifen Verkehre von bis zu ca. 5.950 Fahrzeugen bei einem Schwerverkehrsanteil von über 10 % abwickeln kann. Die Schleifendaten zeigen etliche Stundenwerte innerhalb eines Jahres mit diesen Verkehrsstärken, ohne dass die Geschwindigkeit unter 90 Km/h abgesunken wäre, es also zu Stauerscheinungen gekommen wäre. Das HBS geht bei diesem Schwerverkehrsanteil nur von einer Kapazität von 5.573 Fahrzeugen aus, Geschwindigkeiten von 80 km/h und darüber sind gemäß HBS nur bei Verkehrsstärken von maximal ca. 5.000 Kfz/h zu erwarten. Es zeigt sich also, dass die tatsächliche Kapazität etwa 17 % über der nach dem HBS zu erwartenden Kapazität liegt. Unter der Voraussetzung, dass auch zukünftig mit einer mindestens 10 % höheren Kapazität gerechnet werden kann, ergibt sich eine Kapazität der vierstreifigen Fahrbahn von 8.531 Fahrzeugen. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,9. Dies entspricht der

Qualitätsstufe D (ausreichend). In Anbetracht der hohen Auslastung ist zu überlegen, in diesem Bereich die Möglichkeit einer zusätzlichen temporären Seitestreifenfreigabe zu schaffen. Für eine weitergehende Untersuchung ist eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs erforderlich (vgl. 8.1).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-5 enthalten.

8.4.2 BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen im Bereich der AS Leverkusen dargestellt.

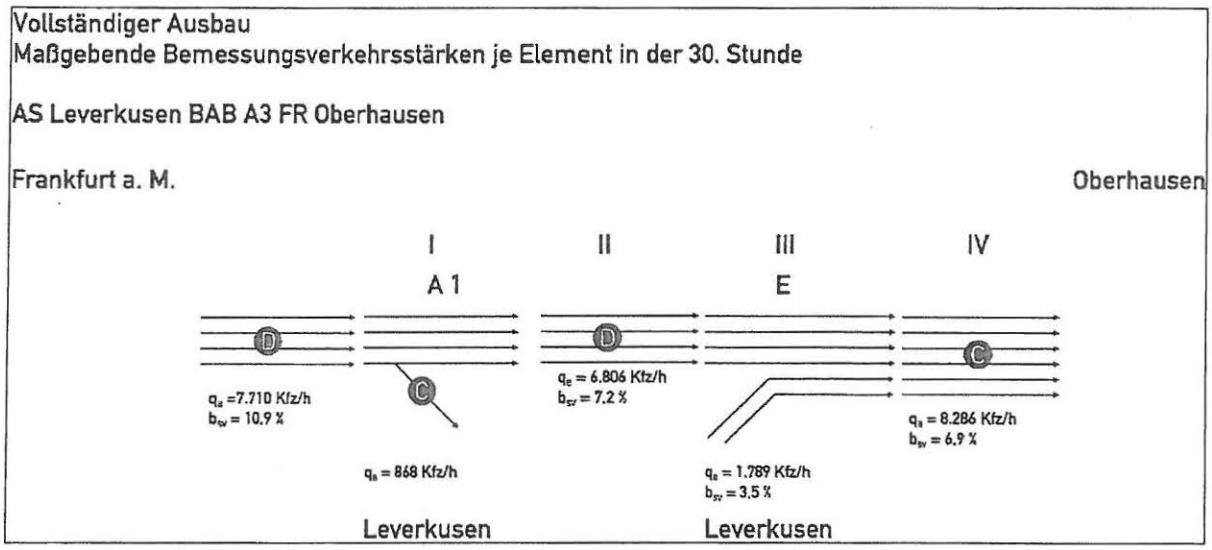


Abbildung 140: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Fahrbahn südlich der AS Leverkusen ist mit 7.602 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 8,7 % zu bemessen. Aus der Analyse ist bekannt, dass dieser Streckenabschnitt heute auf drei Fahrstreifen Verkehre von bis zu ca. 5.850 Fahrzeugen bei einem Schwerverkehrsanteil von über 11% abwickeln kann. Die Schleifendaten zeigen etliche Stundenwerte innerhalb eines Jahres mit diesen Verkehrsstärken, ohne dass die Geschwindigkeit unter 90 km/h abgesunken wäre, es also zu Stauerscheinungen gekommen wäre. Das HBS geht bei diesem Schwerverkehrsanteil von einer Kapazität von 5.555 Fahrzeugen aus, Geschwindigkeiten von 80 km/h und darüber sind gemäß HBS nur bei Verkehrsstärken von maximal ca. 5.000 Kfz/h zu erwarten. Es zeigt sich also, dass die tatsächliche Kapazität etwa 15 % über der nominellen liegt. Unter der Voraussetzung, dass auch zukünftig mit einer mindestens 10 % höheren Kapazität gerechnet werden kann, ergibt sich eine Kapazität der vierstreifigen Fahrbahn von 8.623 Fahrzeugen. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,88. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). In Anbetracht der hohen Auslastung ist zu überlegen, in diesem Bereich die Möglichkeit einer zusätzlichen temporären Seitestreifenfreigabe zu schaffen. Für eine weitergehende Untersuchung ist eine mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs erforderlich (vgl. 8.1).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 1 in Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 868 Kfz/h. Diese ist kleiner als 1.130 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

III. Die vierstreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Oberhausen stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 6.806 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 7,2 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 7.968 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,85. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

IV. Die Einfahrt aus Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.581 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 3,5 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen. (siehe 8.3.1)

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-6 enthalten.

8.4.3 Anbindung des Willy-Brandt-Rings, Berechnungen für die Morgenspitze

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die Lichtsignalanlagen am Willy-Brandt-Ring im Bereich der AS Leverkusen dargestellt. Den Berechnungen liegt ein Signalprogramm mit einer Umlaufzeit von 85 Sekunden zu Grunde.

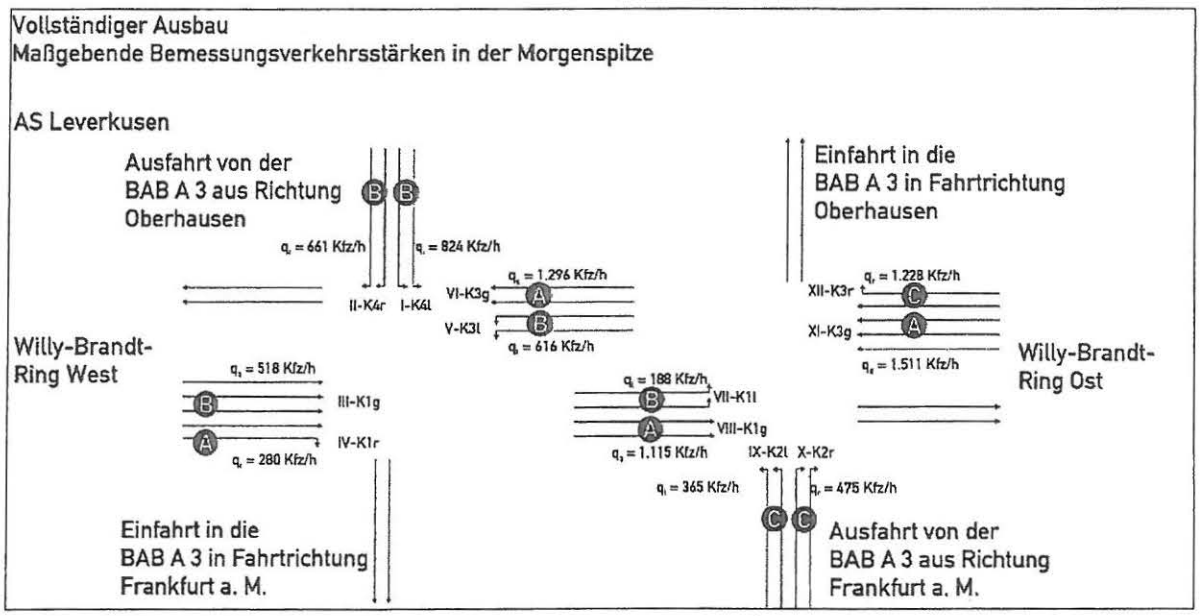


Abbildung 141: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K4l) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 824 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 23 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 27 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 78 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

II. Der zweistreifige signalisierte Rechtsabbieger (K4r) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 661 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 26 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 25 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 60 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

III. Der vierstreifige signalisierte Geradeausfahrer (K1g) in der westlichen Zufahrt des Willy-Brandt-Rings ist mit einer Verkehrsstärke von 448 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 18 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 29 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 42 m.

IV. Der einstreifige signalisierte Rechtsabbieger (K1r) vom Willy-Brandt-Ring zur Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 280 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 33 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 19 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 48 m.

V. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K3l) vom Willy-Brandt-Ring zur Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 616 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 23 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 27 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 60 m.

VI. Der zweistreifige signalisierte Geradeausstrom auf dem Willy-Brandt-Rings in Fahrtrichtung Westen ist mit einer Verkehrsstärke von 1.298 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 48 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 27 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 72 m.

VII. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K1l) vom Willy-Brandt-Ring zur Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 188 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 10 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 35 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 30 m.

VIII. Der zweistreifige signalisierte Geradeausstrom (K1g) auf dem Willy-Brandt-Ring in Fahrtrichtung Osten ist mit einer Verkehrsstärke von 1.115 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 58 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 6 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 48 m.

IX. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K2l) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 365 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 12 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 48 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 54 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

X. Der zweistreifige signalisierte Rechtsabbieger (K2r) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 475 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 16 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 40 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 60 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

XI. Der vierstreifige signalisierte Geradeausstrom (K3g) der östlichen Zufahrt des Willy-Brandt-Rings ist mit einer Verkehrsstärke von 1.511 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 48 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 11 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 54 m.

XII. Der einstreifige signalisierte Rechtsabbieger der östlichen Zufahrt des Willy-Brandt-Rings in die Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 1.228 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 60 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 43 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 168 m.

Die Berechnungen zeigen, dass der prognostizierte Verkehr mit einer mindestens befriedigenden Verkehrsqualität abgewickelt werden kann. Ein Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ist nicht gegeben

Das Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen B VII-L1 und B VII-L2 enthalten.

8.4.4 Anbindung des Willy-Brandt-Rings, Berechnungen in der Abendspitze

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die Lichtsignalanlagen am Willy-Brandt-Ring im Bereich der AS Leverkusen dargestellt. Den Berechnungen liegt ein Signalprogramm mit einer Umlaufzeit von 85 Sekunden zu Grunde.

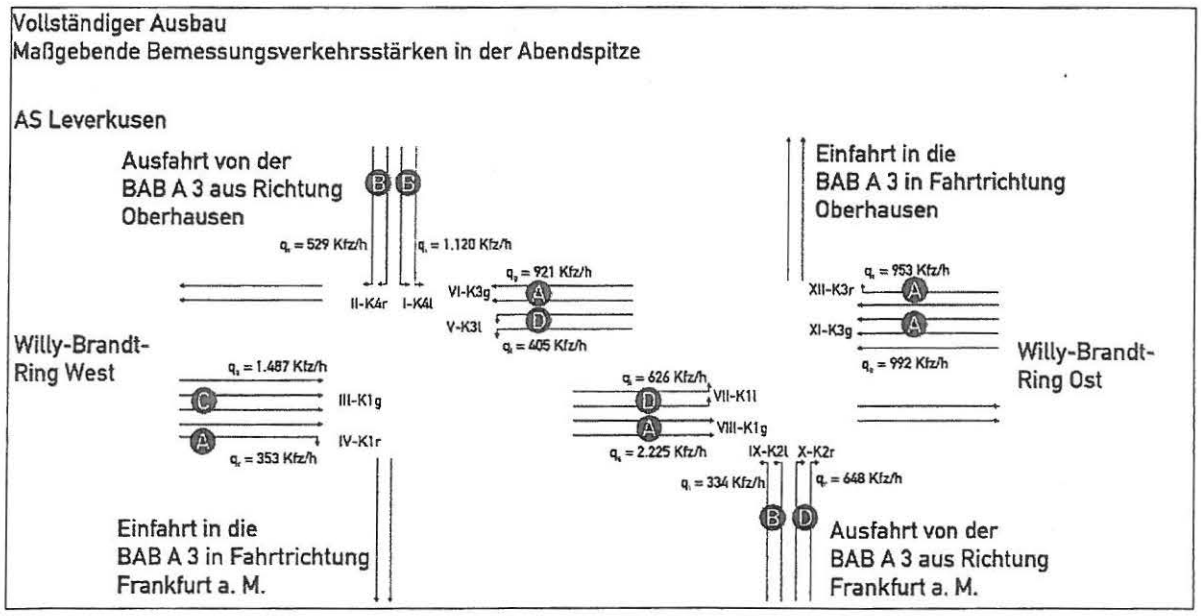


Abbildung 142: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K4l) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 1.120 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 32 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 35 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 96 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

II. Der zweistreifige signalisierte Rechtsabbieger (K4r) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 529 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 31 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 20 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 48 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

III. Der vierstreifige signalisierte Geradeausfahrer (K1g) in der westlichen Zufahrt des Willy-Brandt-Rings ist mit einer Verkehrsstärke von 1.431 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 24 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 46 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 90 m.

IV. Der einstreifige signalisierte Rechtsabbieger (K1r) vom Willy-Brandt-Ring zur Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 353 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 39 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 16 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 54 m.

V. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K3l) vom Willy-Brandt-Ring zur Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 405 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 12 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 64 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 66 m.

VI. Der zweistreifige signalisierte Geradeausstrom auf dem Willy-Brandt-Rings in Fahrtrichtung Westen ist mit einer Verkehrsstärke von 744 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 43 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 14 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 60 m.

VII. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K1l) vom Willy-Brandt-Ring zur Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 626 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 18 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 53 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 78 m.

VIII. Der zweistreifige signalisierte Geradeausstrom (K1g) auf dem Willy-Brandt-Ring in Fahrtrichtung Osten ist mit einer Verkehrsstärke von 2.225 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 55 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 18 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 96 m.

IX. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K2l) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 334 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 19 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 22 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 42 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

X. Der zweistreifige signalisierte Rechtsabbieger (K2r) in der Ausfahrt der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. ist mit einer Verkehrsstärke von 648 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 18 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 57 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 84 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

XI. Der vierstreifige signalisierte Geradeausstrom (K3g) der östlichen Zufahrt des Willy-Brandt-Rings ist mit einer Verkehrsstärke von 992 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 33 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 19 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 48 m.

XII. Der einstreifige signalisierte Rechtsabbieger der östlichen Zufahrt des Willy-Brandt-Rings in die Einfahrt der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen ist mit einer Verkehrsstärke von 953 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 56 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 15 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 90 m.

Die Berechnungen zeigen, dass der prognostizierte Verkehr mit einer mindestens ausreichenden Verkehrsqualität abgewickelt werden kann. Ein Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ist nicht gegeben

Das Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen B VII-L3 und B VII-L4 enthalten.

8.5 AK Leverkusen-West

Im folgenden wird der Nachweis der Verkehrsqualität für das AK Leverkusen-West. Abbildung 143 zeigt die Ergebnisse für diesen Bereich in der Übersicht.

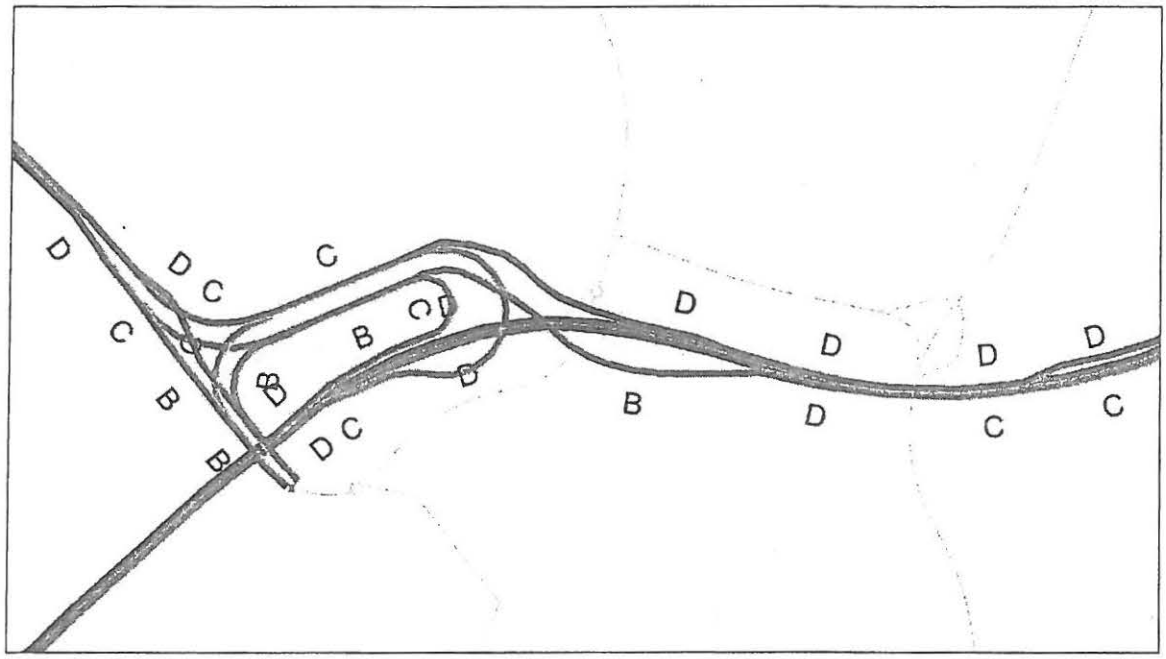


Abbildung 143: Bewertung der Verkehrsqualität 2025 für das AK Leverkusen-West

8.5.1 BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund im Bereich des AK Leverkusen-West dargestellt.

Vollständiger Ausbau
Maßgebende Bemessungsverkehrsstärken je Element in der 30. Stunde

AK Leverkusen-West BAB A1 FR Dortmund

Koblenz **Dortmund**

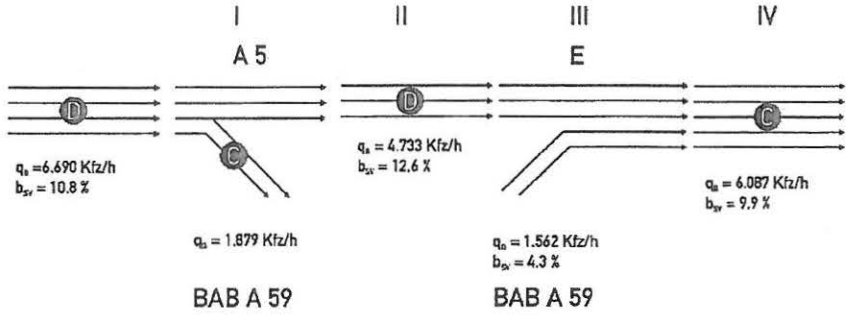


Abbildung 144: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Ausfahrt vom Typ A 5 in Richtung BAB A 59 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.879 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.250 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

II. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Dortmund stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 4.773 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 12,6 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.422 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,84. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

III. Die Einfahrt von der BAB A 59 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.562 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 4,3 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen. (siehe 8.3.4)

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-7 enthalten.

8.5.2 BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz im Bereich des AK Leverkusen-West dargestellt.

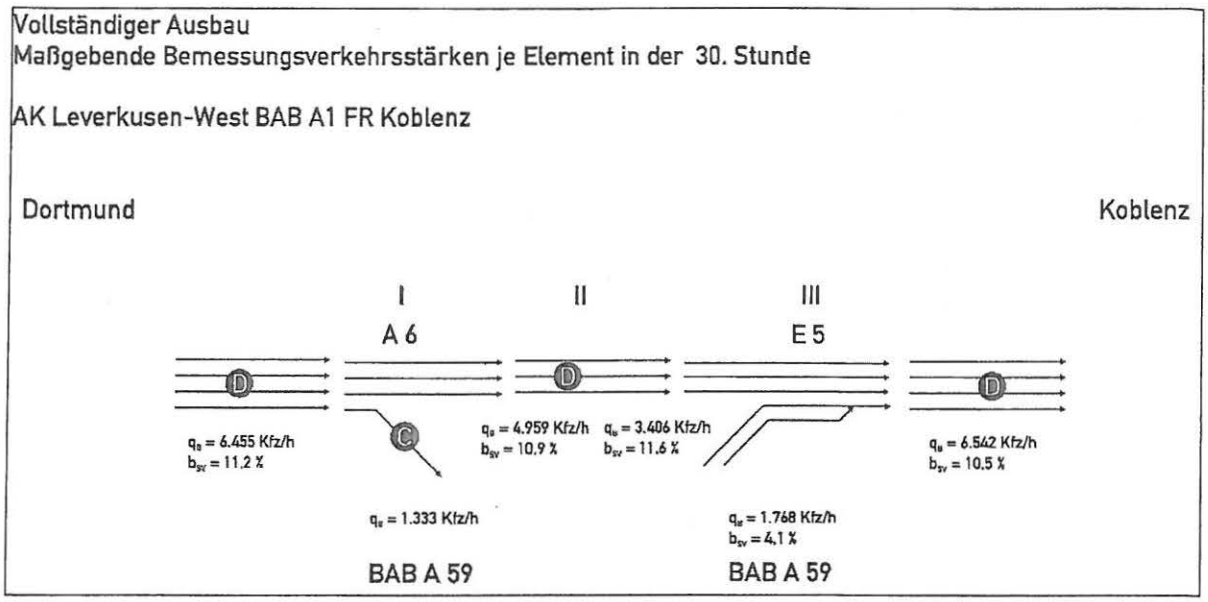


Abbildung 145: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Ausfahrt vom Typ A 6 in Richtung BAB A 59 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.333 Kfz/h. Diese ist kleiner als 1.350 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

II. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Koblenz stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 4.959 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,9 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.573 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,89. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

III. Die Einfahrt vom Typ E 5 aus Richtung BAB A 59 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.768 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 4,1 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen (siehe 8.6.1).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-8 enthalten.

8.5.3 BAB A 59 Fahrtrichtung Leverkusen

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 59 in Fahrtrichtung Leverkusen im Bereich des AK Leverkusen-West dargestellt.

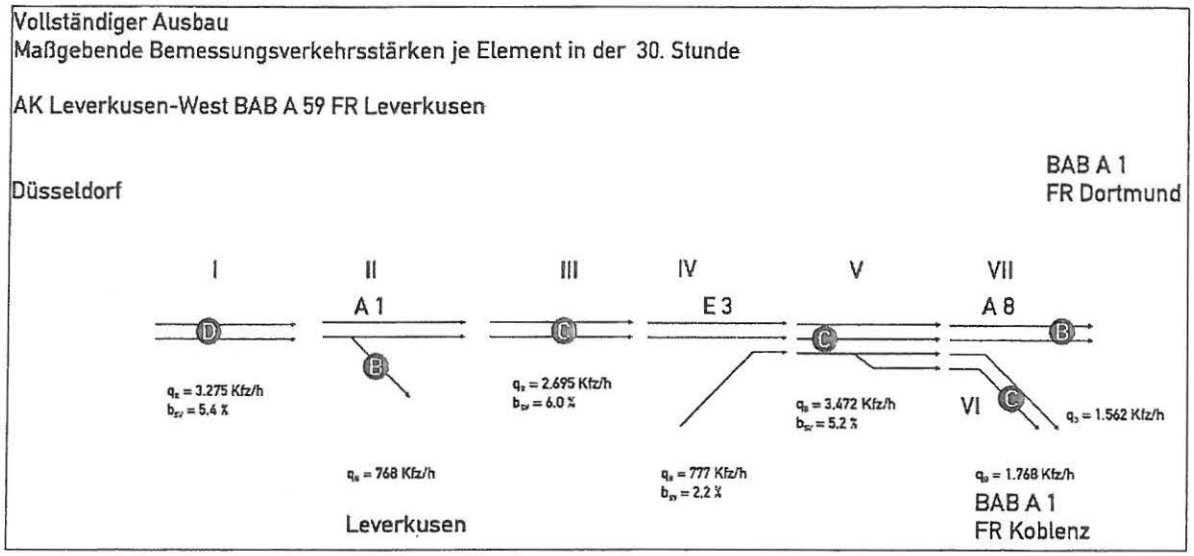


Abbildung 146: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Bemessungsverkehrsstärke der Hauptfahrbahn nördlich des AK Leverkusen-West beträgt 3.275 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 5,4 %. Die Kapazität der zweistreifigen Richtungsfahrbahn beträgt 3.892 Kfz/h. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,84. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 1 in Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 768 Kfz/h. Diese ist kleiner als 830 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

III. Die zweistreifige Hauptfahrbahn stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 2.695 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,0 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 3.880 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,69. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

IV. Die Einfahrt vom Typ E 3 aus Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 777 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 2,2 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Fahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

V. Die dreistreifige Fahrbahn stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 3.472 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 5,2 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.547 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,63. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

VI. Die Ausfahrt vom Typ A 8 in Richtung BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.768 Kfz/h. Diese ist kleiner als 2.250 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

VII. Die Ausfahrt vom Typ A 8 in Richtung BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.562 Kfz/h. Diese ist kleiner als 1.650 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-9 enthalten.

8.5.4 BAB A 59 Fahrtrichtung Düsseldorf

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 59 in Fahrtrichtung Düsseldorf im Bereich des AK Leverkusen-West dargestellt.

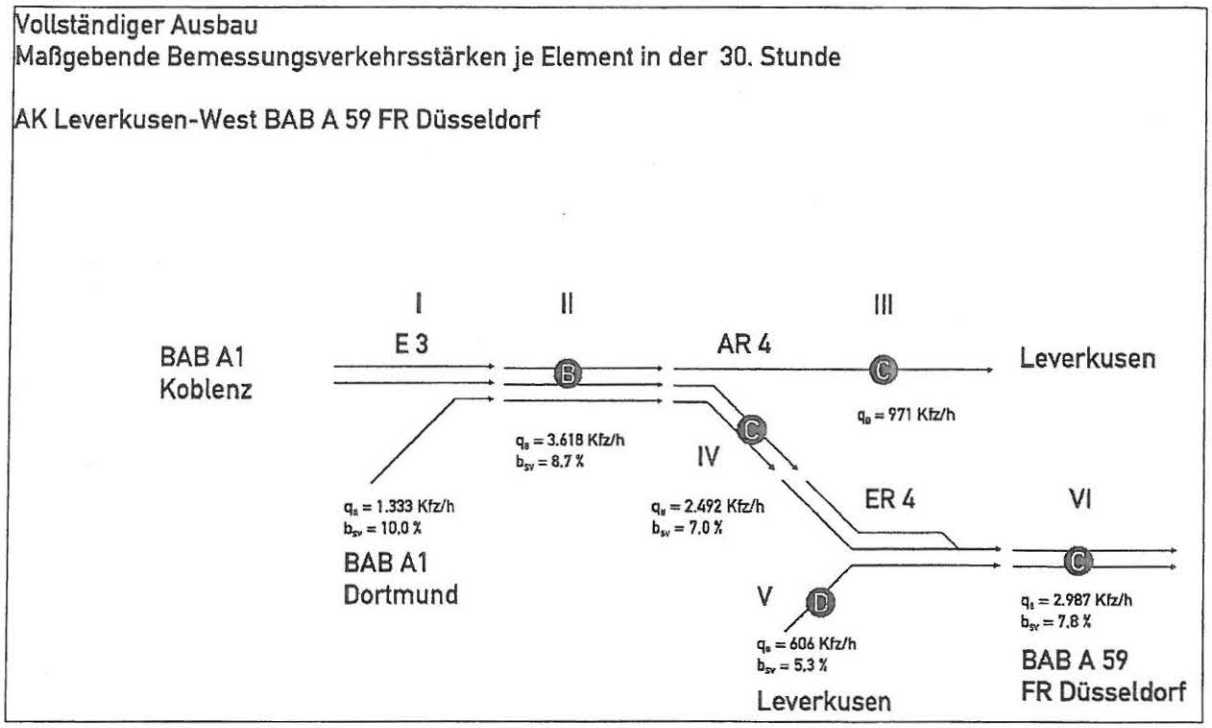


Abbildung 147: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Einfahrt vom Typ E 3 von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.333 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,0 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

II. Die dreistreifige Fahrbahn stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 3.618 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 8,7% zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.552 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,65. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

III. Die Ausfahrt vom Typ AR 4 in Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 971 Kfz/h. Diese ist kleiner als 1.130 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

IV. Die zweistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Düsseldorf stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 2.492 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 7,0 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 3.860 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,65. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

V. Die Einfahrt vom Typ E 1 aus Richtung Leverkusen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 606 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 5,3 %. Bei einer gleichzeitigen Belastung der Hauptfahrbahn mit 2.581 Pkw-E/h ergibt sich die Qualitätsstufe D (ausreichend).

VI. Die Bemessungsverkehrsstärke der Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Düsseldorf stromabwärts dieser Einfahrt beträgt 2.987 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 7,8 %. Die Kapazität der zweistreifigen

Richtungsfahrbahn beträgt 3.844 Kfz/h. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,78. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-10 enthalten.

8.5.5 Anschluss an Leverkusen FR Nord

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für den Anschluss des nachgeordneten Straßennetzes in Leverkusen an das AK Leverkusen-West dargestellt.

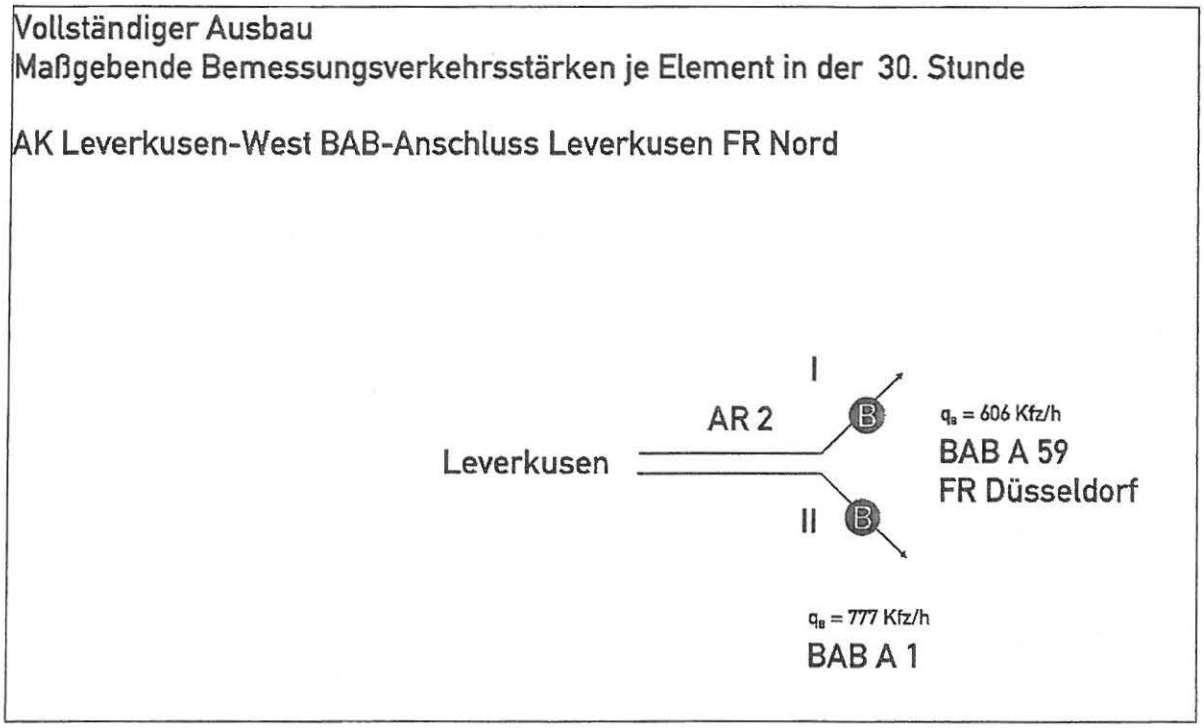


Abbildung 148: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Ausfahrt in Richtung BAB A 59 Fahrtrichtung Düsseldorf hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 606 Kfz/h. Diese ist kleiner als 830 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

II. Die Ausfahrt in Richtung BAB A 1 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 777 Kfz/h. Diese ist kleiner als 830 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-11 enthalten.

8.5.6 Anschluss an Leverkusen FR Süd

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für den Anschluss des AK Leverkusen-West an das nachgeordnete Straßennetz in Leverkusen dargestellt.

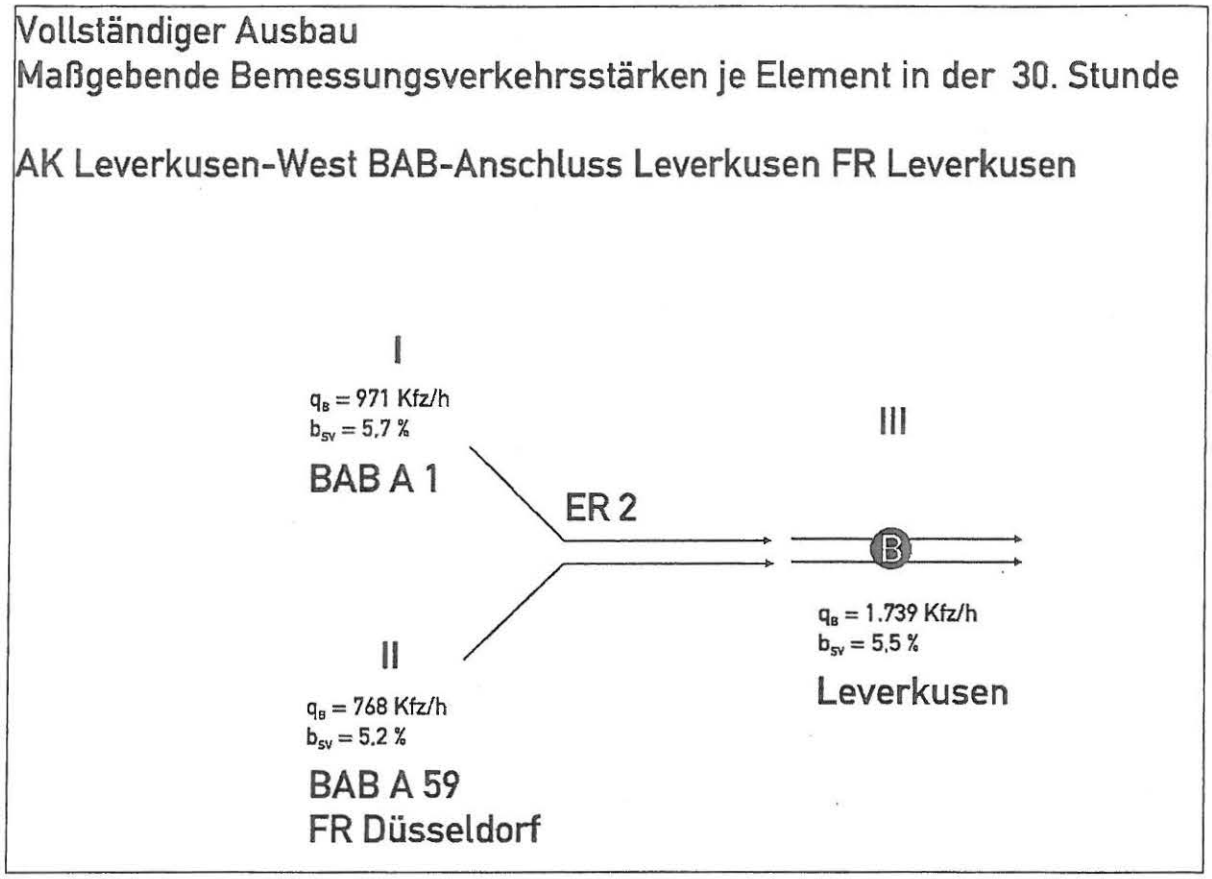


Abbildung 149: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Einfahrt vom Typ ER 2 aus Richtung BAB A 1 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 971 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 5,7 %. Da es sich bei dieser Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

II. Die Einfahrt vom Typ ER 2 von der BAB A 59 hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 768 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 5,2 %. Da es sich bei dieser Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

III. Die zweistreifige Fahrbahn stromabwärts dieser Einfahrt ist mit 1.739 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 5,5 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 3.990 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,44. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-12 enthalten.

8.5.7 Anbindung an die Rheinallee, Berechnungen für die Morgenspitze

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für den Kreisverkehr an der Rheinallee im Bereich des AK Leverkusen West dargestellt.

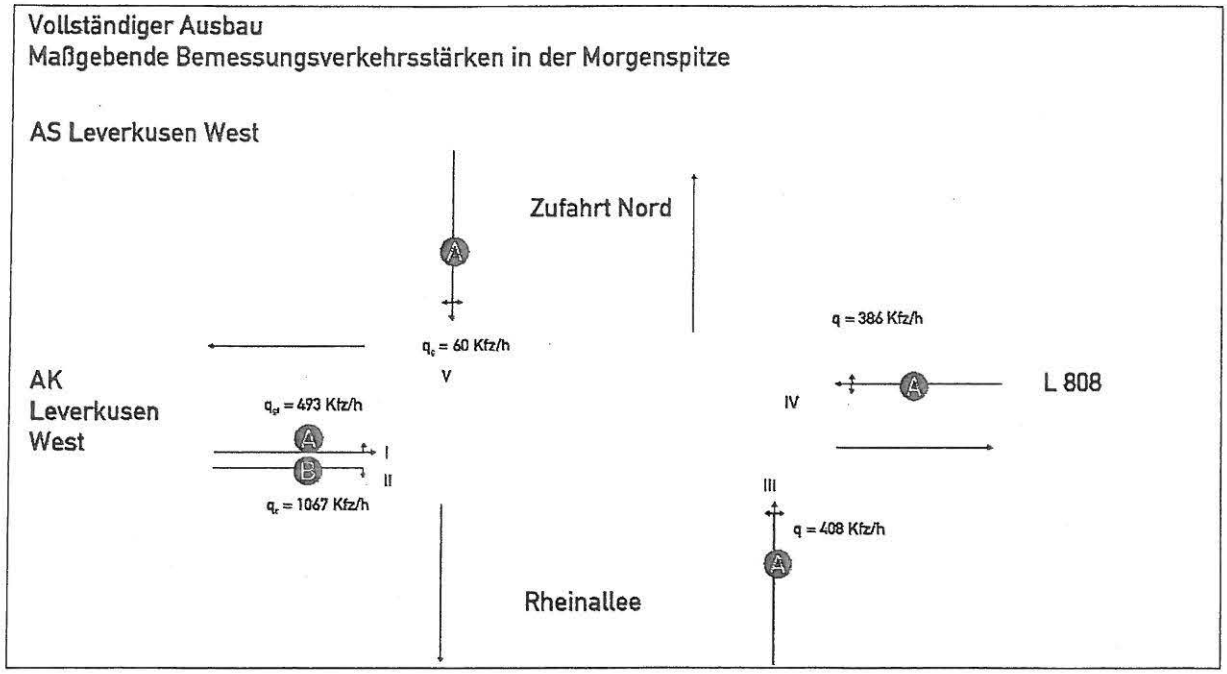


Abbildung 150: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die einstreifige Zufahrt aus Richtung des AK Leverkusen West ist mit einer Verkehrsstärke von 463 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 5 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 12 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

II. Der Bypass aus Richtung des AK Leverkusen West ist mit einer Verkehrsstärke von 1067 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 11 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 54 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

III. Die Zufahrt in der südlichen Zufahrt der Rheinallee ist mit einer Verkehrsstärke von 408 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 8 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 18 m.

IV. Die Zufahrt in der östlichen Zufahrt der L 808 ist mit einer Verkehrsstärke von 386 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 6 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 12 m.

V. Die Zufahrt in der nördlichen Zufahrt ist mit einer Verkehrsstärke von 60 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 6 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 6 m.

Die Berechnungen zeigen, dass der prognostizierte Verkehr mit einer mindestens guten Verkehrsqualität abgewickelt werden kann. Ein Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ist nicht gegeben

Das Berechnungsergebnisse ist in der Anlage B VII-L5 enthalten.

8.5.8 Anbindung an die Rheinallee, Berechnungen für die Abendspitze

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für den Kreisverkehr an der Rheinallee im Bereich des AK Leverkusen West dargestellt.

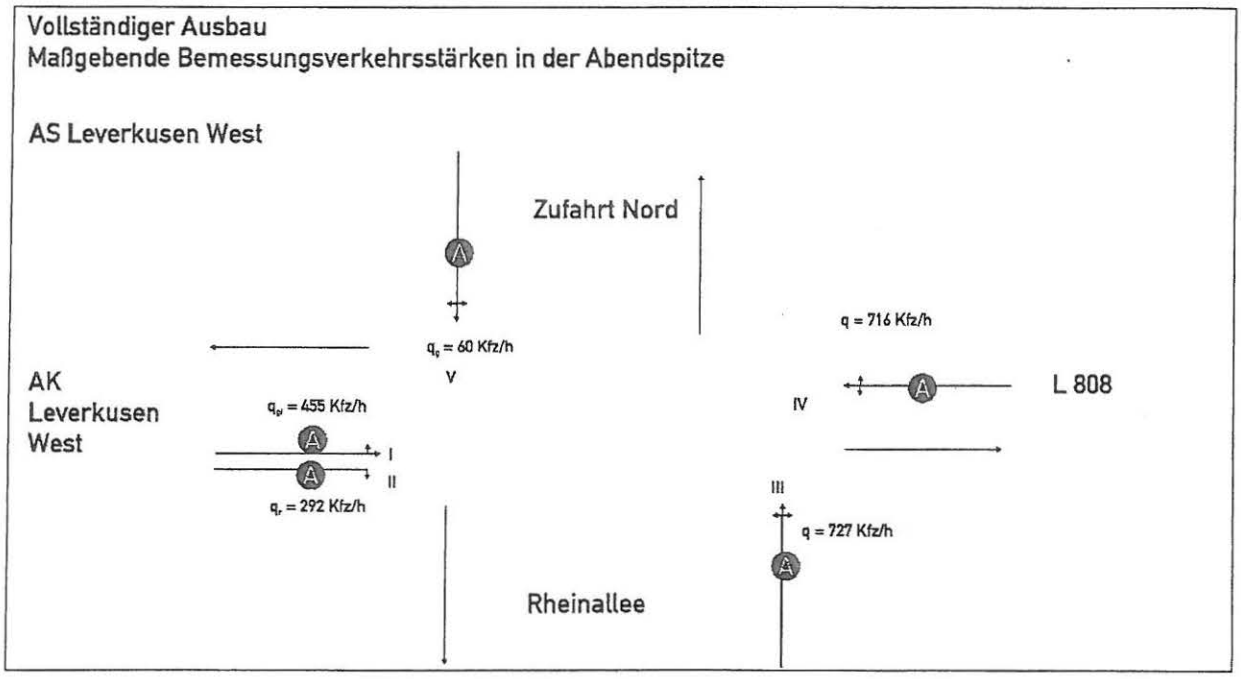


Abbildung 151: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

VI. Die einstreifige Zufahrt aus Richtung des AK Leverkusen West ist mit einer Verkehrsstärke von 455 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 6 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe A (sehr gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 12 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

VII. Der Bypass aus Richtung des AK Leverkusen West ist mit einer Verkehrsstärke von 292 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 3 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 6 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

VIII. Die Zufahrt in der südlichen Zufahrt der Rheinallee ist mit einer Verkehrsstärke von 727 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 29 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 90 m.

IX. Die Zufahrt in der östlichen Zufahrt der L 808 ist mit einer Verkehrsstärke von 716 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 42 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 120 m.

X. Die Zufahrt in der nördlichen Zufahrt ist mit einer Verkehrsstärke von 60 Kfz/h zu bemessen. Die mittlere Wartezeit beträgt 14 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 6 m.

Die Berechnungen zeigen, dass der prognostizierte Verkehr mit einer mindestens ausreichenden Verkehrsqualität abgewickelt werden kann. Ein Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ist nicht gegeben

Das Berechnungsergebnisse ist in der Anlage B VII-L6 enthalten.

8.6 Rheinbrücke und AS Köln-Niehl

Im folgenden wird der Nachweis der Verkehrsqualität für die Rheinbrücke und die AS Köln-Niehl geführt. Abbildung 152 zeigt die Ergebnisse für diesen Bereich in der Übersicht.

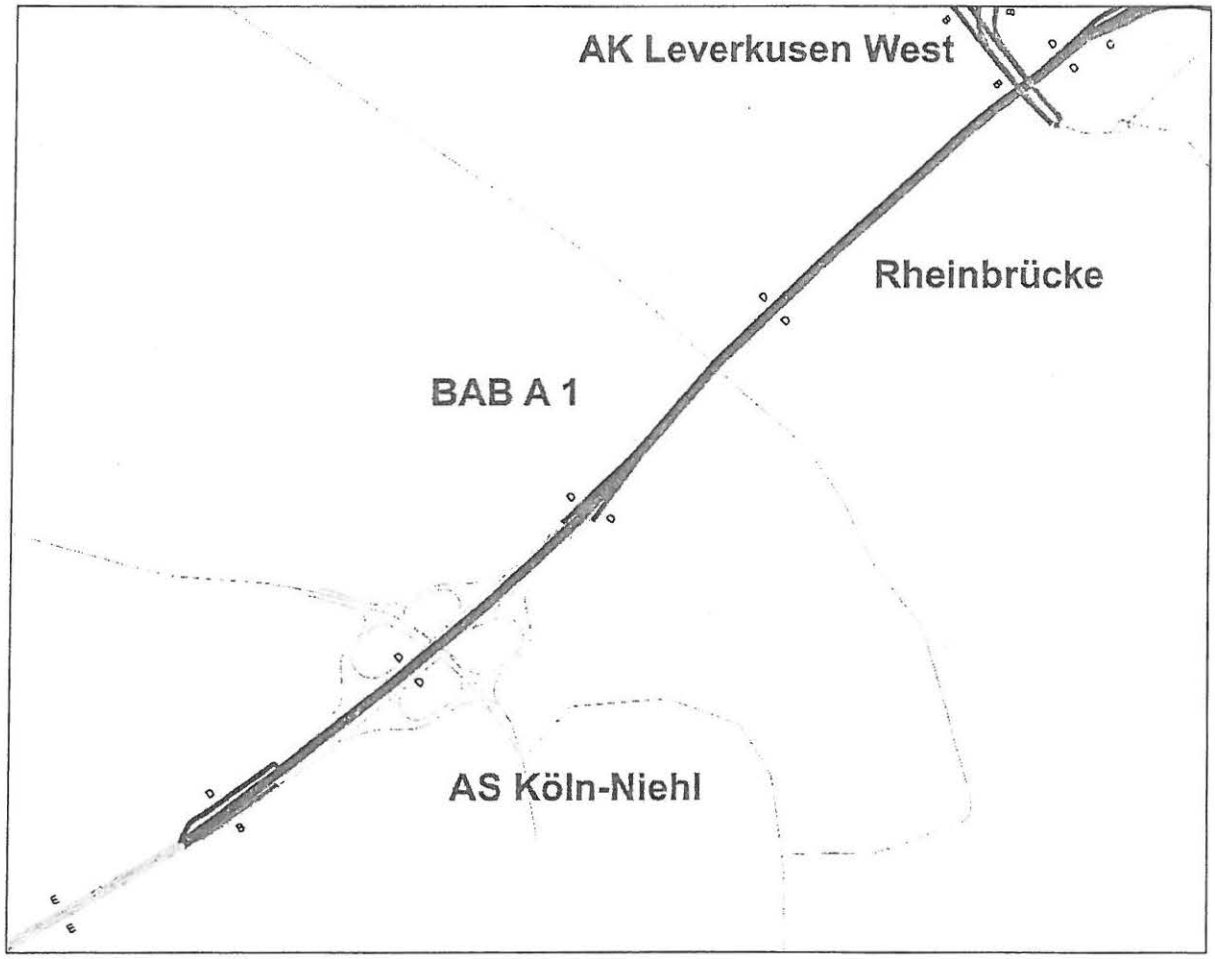


Abbildung 152: Bewertung der Verkehrsqualität 2025 für die Rheinbrücke und die AS Köln-Niehl

8.6.1 BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz von der Rheinbrücke bis westlich der AS Köln-Niehl dargestellt.

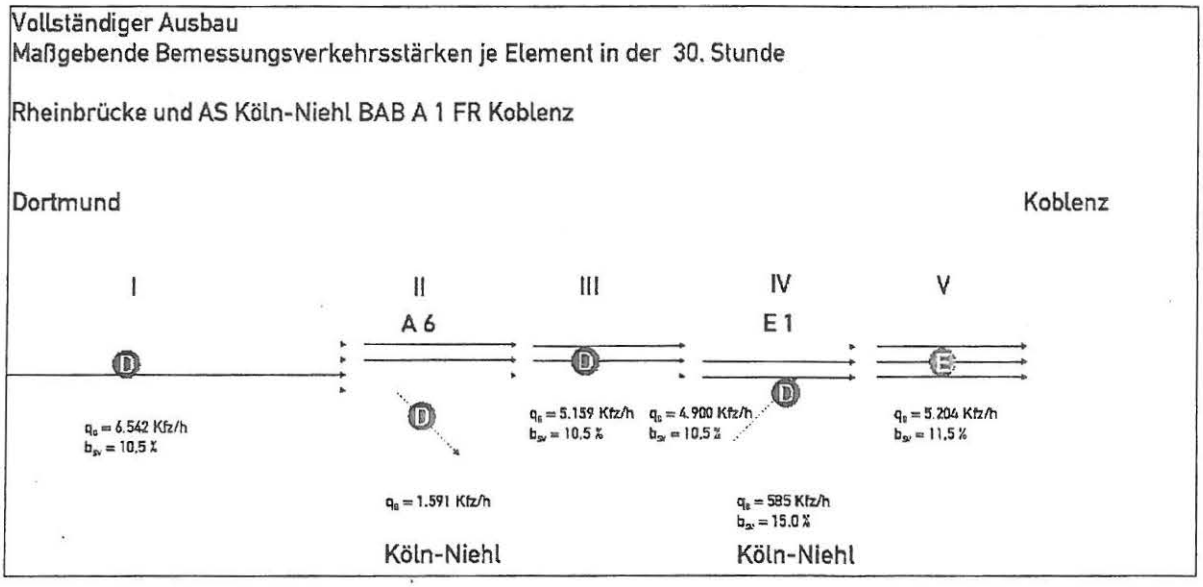


Abbildung 153: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Hauptfahrbahn auf der Rheinbrücke in Fahrtrichtung Koblenz östlich des AK Leverkusen-West ist mit 6.542 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,5 % zu bemessen. Die Kapazität der vierstreifigen Richtungsfahrbahn beträgt 7.775 Kfz/h. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,84. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 6 in Richtung Köln-Niehl hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.591 Kfz/h. Diese ist kleiner als 1.620 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

III. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Koblenz stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 5.159 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,5 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.588 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,92. Bei Einsatz einer Streckenbeeinflussungsanlage kann die Qualitätsstufe D (ausreichend) erreicht werden.

IV. Die Einfahrt vom Typ E1 aus Richtung Köln-Niehl hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 585 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 15,0 %. Bei einer gleichzeitigen Belastung der Hauptfahrbahn mit 4.900 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,5 % ergibt sich die Qualitätsstufe D (ausreichend).

V. Die Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Koblenz westlich der AS Köln-Niehl ist mit 5.204 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 11,5 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.540 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,94. Dies entspricht der Qualitätsstufe E (mangelhaft). In Anbetracht der hohen Auslastung ist zu überlegen, in diesem Bereich die Möglichkeit einer zusätzlichen temporären Seitestreifenfreigabe zu schaffen.

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-13 enthalten.

8.6.2 BAB A 1 Fahrtrichtung Dortmund

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund von der Rheinbrücke bis westlich der AS Köln-Niehl dargestellt.

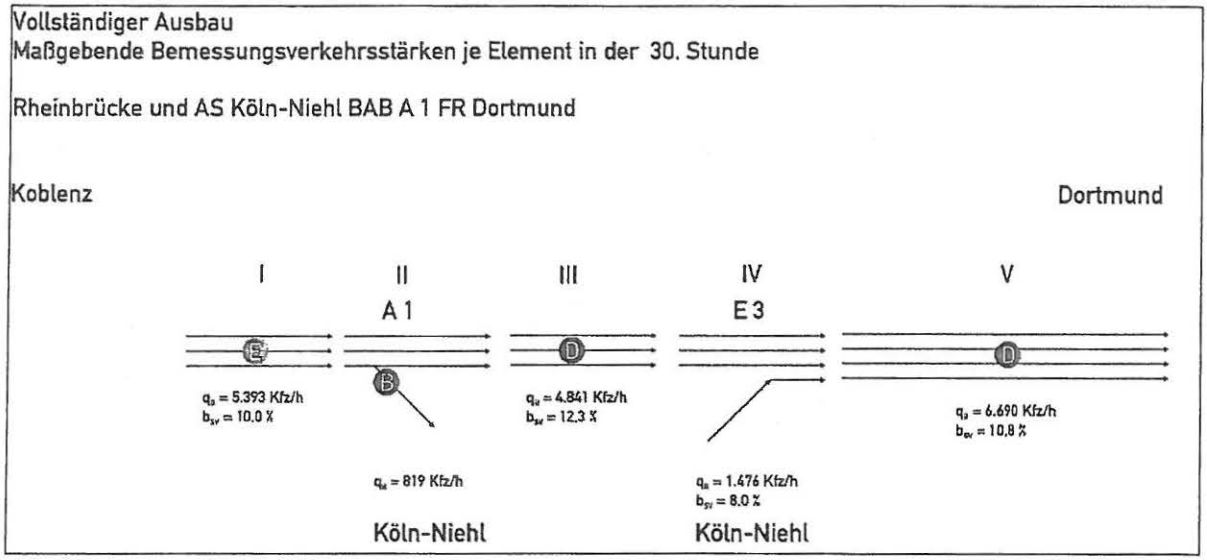


Abbildung 154: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Dortmund westlich der AS Köln-Niehl ist mit 5.393 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,0 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.620 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,96. Dies entspricht der Qualitätsstufe E (mangelhaft). In Anbetracht der hohen Auslastung ist zu überlegen, in diesem Bereich die Möglichkeit einer zusätzlichen temporären Seitestreifenfreigabe zu schaffen.

II. Die Ausfahrt vom Typ A 1 in Richtung Köln-Niehl hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 819 Kfz/h. Diese ist kleiner als 830 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

III. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Dortmund stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 4.841 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 12,3 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.440 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,89. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

IV. Die Einfahrt vom Typ E3 aus Richtung Köln-Niehl hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.476 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 8,0 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen.

V. Die Hauptfahrbahn auf der Rheinbrücke in Fahrtrichtung Dortmund westlich des AK Leverkusen-West ist mit 6.690 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 10,8 % zu bemessen. Die Kapazität der vierstreifigen Richtungsfahrbahn beträgt 7.760 Kfz/h. Somit ergibt sich ein Auslastungsgrad von 0,86. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-14 enthalten.

8.7 AS Leverkusen-Opladen

Im folgenden wird der Nachweis der Verkehrsqualität für die AS Leverkusen-Opladen geführt. Abbildung 138 zeigt die Ergebnisse für diesen Bereich in der Übersicht.

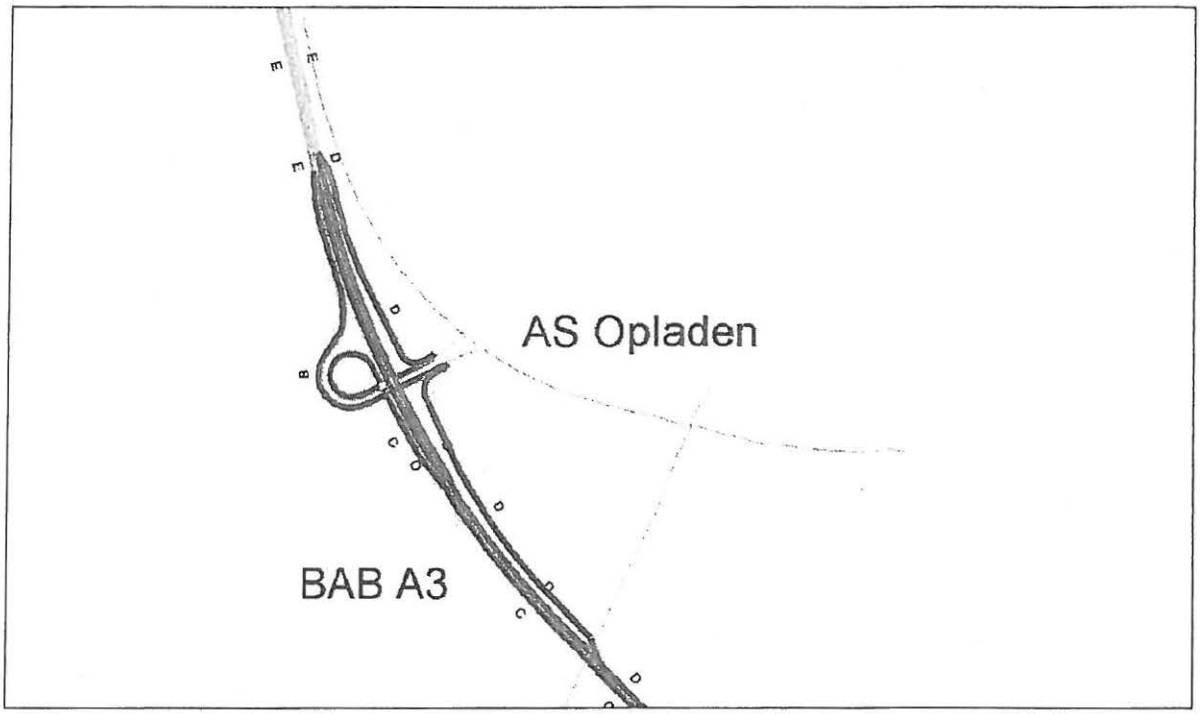


Abbildung 155: Bewertung der Verkehrsqualität 2025 für die AS Leverkusen-Opladen

8.7.1 BAB A 3 Fahrtrichtung Frankfurt a. M.

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. im Bereich der AS Leverkusen Opladen dargestellt.

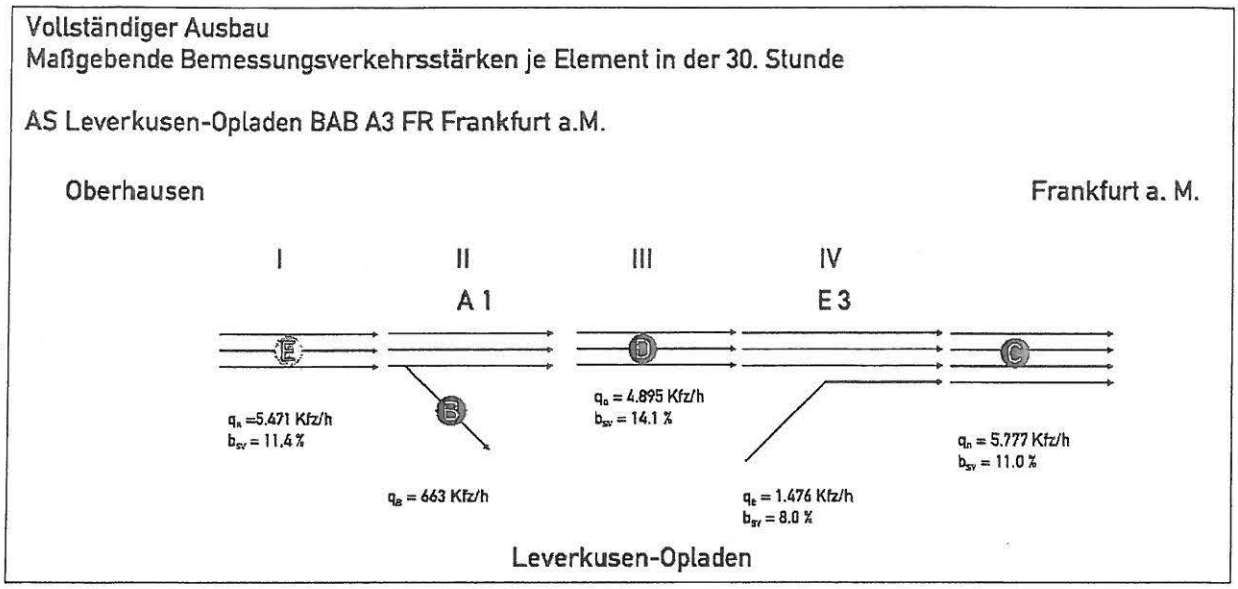


Abbildung 156: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. stromaufwärts dieser Ausfahrt ist mit 5.471 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 11,4 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.558 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,98. Dies entspricht der Qualitätsstufe E (mangelhaft).

II. Die Ausfahrt vom Typ A 1 in Richtung Leverkusen-Opladen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 663 Kfz/h. Diese ist kleiner als 830 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut).

III. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 4.895 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 14,1 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.477 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,89. Dies entspricht der D (ausreichend).

IV. Die Einfahrt vom Typ E3 aus Richtung Leverkusen-Opladen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.476 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 8,0 %. Da es sich bei der Einfahrt um eine Spuraddition handelt, wird nur die Hauptfahrbahn unterhalb der Einfahrt bemessen. (siehe 8.3.2).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-5 enthalten.

8.7.2 BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen im Bereich der AS Leverkusen-Opladen dargestellt.

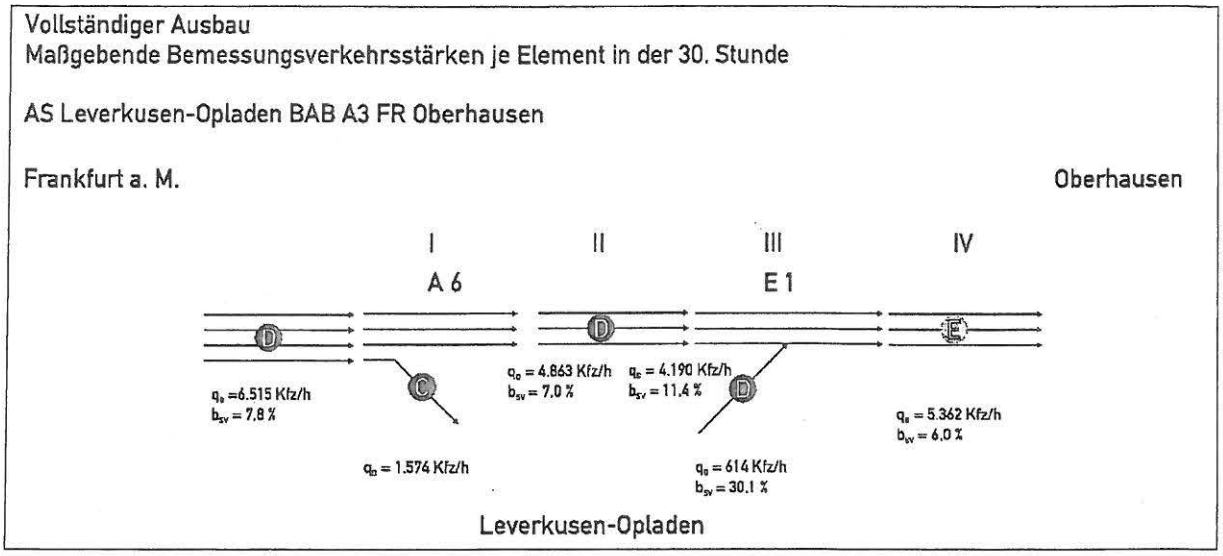


Abbildung 157: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Die Ausfahrt vom Typ A 6 in Richtung Leverkusen-Opladen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 1.574 Kfz/h. Diese ist kleiner als 1.620 Kfz/h. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

II. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Oberhausen stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 4.863 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 7,0 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.620 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,88. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend).

III. Die Einfahrt vom Typ E1 aus Richtung Leverkusen-Opladen hat eine Bemessungsverkehrsstärke von 616 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 30,10 %. Bei einer gleichzeitigen Belastung der Hauptfahrbahn mit 4.190 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 11,4 % ergibt sich die Qualitätsstufe D (ausreichend).

IV. Die dreistreifige Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Oberhausen stromabwärts dieser Ausfahrt ist mit 5.362 Kfz/h bei einem SV-Anteil von 6,0 % zu bemessen. Bei einer Kapazität von 5.760 Kfz/h ergibt sich eine Auslastung von 0,93. Dies entspricht der Qualitätsstufe E (mangelhaft).

Das Berechnungsprotokoll ist in Anlage B VII-6 enthalten.

8.7.3 Anbindung Bonner Straße, Berechnungen für die Morgenspitze

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die Lichtsignalanlage an der Bonner Straße im Bereich der AS Leverkusen-Opladen dargestellt. Den Berechnungen liegt ein Signalprogramm mit einer Umlaufzeit von 100 Sekunden zu Grunde.

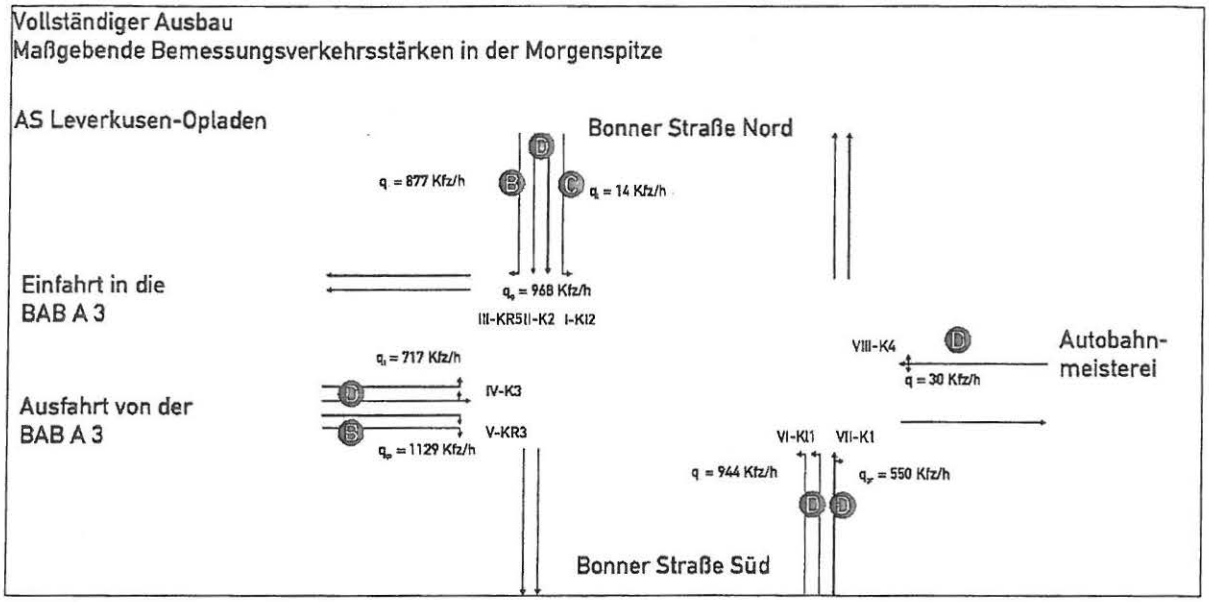


Abbildung 158: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

I. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (KL2) von der Bonner Straße zur Autobahnmeisterei ist mit einer Verkehrsstärke von 14 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 27 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 37 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 12 m.

II. Der zweistreifige signalisierte Geradeausstrom (K2) auf der Bonner Straße in Fahrtrichtung Süden ist mit einer Verkehrsstärke von 968 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 32 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 60 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 120 m.

III. Der einstreifige signalisierte Rechtsabbieger (K5R) von der Bonner Straße zu den Einfahrten der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 877 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 62 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 31 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 132 m.

IV. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K3) in der Ausfahrt der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 717 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 25 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 68 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 108 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

V. Der zweistreifige signalisierte Rechtsabbieger (KR3) in der Ausfahrt der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 1129 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 60 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 21 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 84 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

VI. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (KL1) von der Bonner Straße zu den Einfahrten der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 944 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 32 Se-

kunden beträgt die mittlere Wartezeit 60 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 120 m.

VII. Der kombinierte Geradeaus- und Rechtsabbiegefahrstreifen (K1) in der südlichen Zufahrt der Bonner Straße ist mit einer Verkehrsstärke von 550 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 38 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 52 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 126 m.

VIII. Die Ausfahrt der Autobahnmeisterei ist mit einer Verkehrsstärke von 30 Kfz/h zu bemessen. Für die Berechnungen wurde von einer Freigabe mit einer Grünzeit von 8 Sekunden in jedem zweiten Umlauf ausgegangen. Bei einer rechnerischen Grünzeit von 4 Sekunden je Umlauf beträgt die mittlere Wartezeit 57 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 18 m.

Die Berechnungen zeigen, dass der prognostizierte Verkehr mit einer mindestens ausreichenden Verkehrsqualität abgewickelt werden kann. Ein Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ist nicht gegeben

Die Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen B VII-L7 bis B VII-L9 enthalten.

8.7.4 Anbindung der Bonner Straße, Berechnungen in der Abendspitze

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die Lichtsignalanlage an der Bonner Straße im Bereich der AS Leverkusen-Opladen dargestellt. Den Berechnungen liegt ein Signalprogramm mit einer Umlaufzeit von 100 Sekunden zu Grunde.

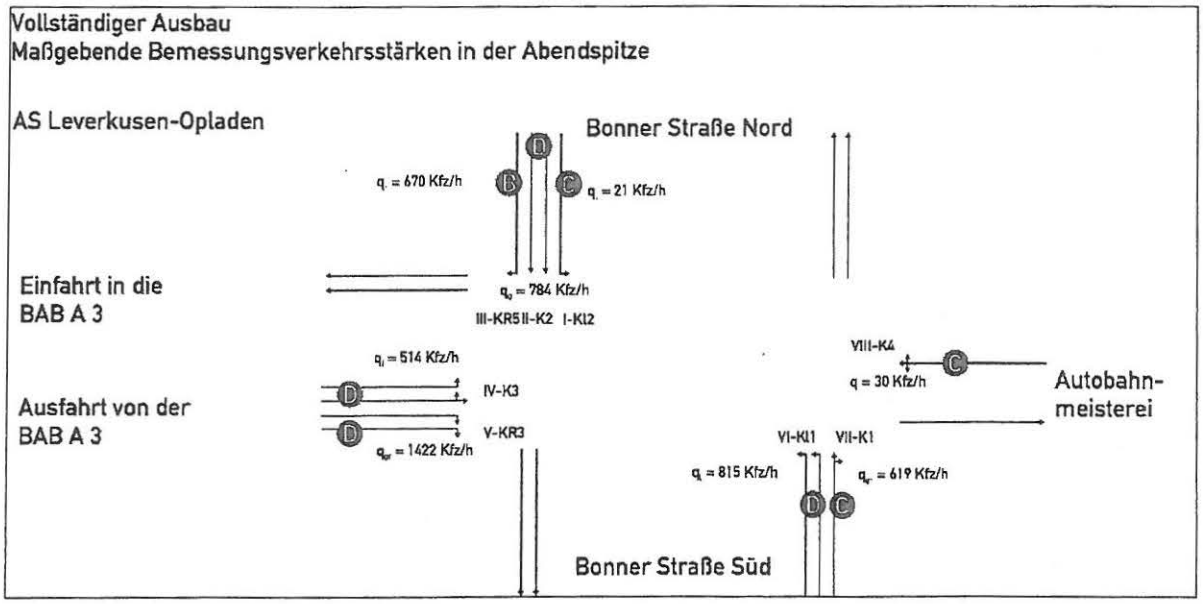


Abbildung 159: Bewertung der Verkehrsqualität 2025

IX. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (KL2) von der Bonner Straße zur Autobahnmeisterei ist mit einer Verkehrsstärke von 21 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 10 Sekunden be-

trägt die mittlere Wartezeit 41 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 12 m.

X. Der zweistreifige signalisierte Geradeausstrom (K2) auf der Bonner Straße in Fahrtrichtung Süden ist mit einer Verkehrsstärke von 784 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 22 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 62 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 108 m.

XI. Der einstreifige signalisierte Rechtsabbieger (K5R) von der Bonner Straße zu den Einfahrten der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 670 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 44 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 28 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe B (gut). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 108 m.

XII. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (K3) in der Ausfahrt der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 514 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 17 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 56 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 78 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

XIII. Der zweistreifige signalisierte Rechtsabbieger (KR3) in der Ausfahrt der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 1.412 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 38 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 55 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 150 m. Der vorhandene Aufstellbereich im Rampenbereich ist wesentlich länger, so dass sich keine Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ergibt.

XIV. Der zweistreifige signalisierte Linksabbieger (KL1) von der Bonner Straße zu den Einfahrten der BAB A 3 ist mit einer Verkehrsstärke von 815 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 24 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 54 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe D (ausreichend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 102 m.

XV. Der kombinierte Geradeaus- und Rechtsabbiegefahrstreifen (K1) in der südlichen Zufahrt der Bonner Straße ist mit einer Verkehrsstärke von 619 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 36 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 41 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 120 m.

XVI. Die Ausfahrt der Autobahnmeisterei ist mit einer Verkehrsstärke von 30 Kfz/h zu bemessen. Bei einer Grünzeit von 7 Sekunden beträgt die mittlere Wartezeit 44 Sekunden. Dies entspricht der Qualitätsstufe C (befriedigend). Die 95-% Rückstaulänge errechnet sich zu 18 m.

Die Berechnungen zeigen, dass der prognostizierte Verkehr mit einer mindestens ausreichenden Verkehrsqualität abgewickelt werden kann. Ein Beeinträchtigung der Hauptfahrbahn ist nicht gegeben

Die Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen B VII-L10 und B VII-L11 enthalten.

9 Teilbereiche und Netzfälle

9.1 Allgemeines

Das Autobahnnetz im Planungsraum (vgl. Abbildung 160) kann in Teilbereiche gegliedert werden; nachfolgend sind diejenigen Teilbereiche dargestellt, die einzeln oder in unterschiedlichen Kombinationen untersucht werden:

- Autobahnkreuz Leverkusen
- Streckenabschnitt der BAB 3 nördlich des AK Leverkusen
- Streckenabschnitt der BAB 3 südlich des AK Leverkusen
- Anschlussstelle Leverkusen
- Streckenabschnitt der BAB 1 westlich des AK Leverkusen = Hochstraße B
- Autobahnkreuz Leverkusen West und Hochstraße A und
- Rheinbrücke

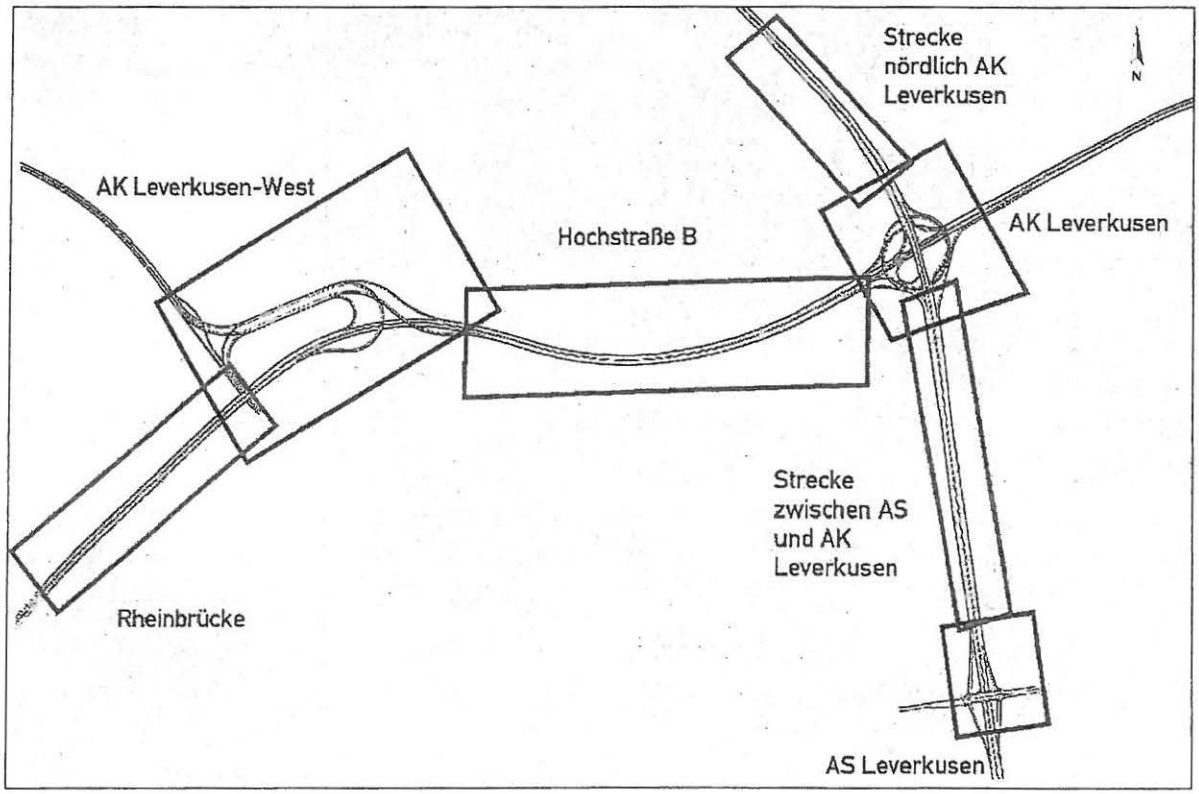


Abbildung 160: Teilbereiche

Die Festlegung eines weiteren Teilbereichs für den östlich an das Autobahnkreuz Leverkusen angrenzenden Streckenabschnitt der BAB 1 konnte unterbleiben, da aufgrund des bereits vorhandenen Ausbaustands keine wesentlichen baulichen Veränderungen dieses Streckenabschnitts erforderlich werden. Sämtliche Veränderungen der Hauptfahrbahn oder der Ein- und Ausfahrbereiche, die durch den vorge-

schlagenen Umbau des AK Leverkusen erforderlich werden, sind im Zusammenhang mit den Darstellungen für den Teilbereich Autobahnkreuz Leverkusen erläutert (vgl. 6.5).

Das AK Leverkusen stellt den Kernbereich der geplanten Ausbaumaßnahmen dar. Wie unter 6. Gesamtkonzept zum Umbau erläutert, sind hierbei umfangreiche Baumaßnamen zur Abwicklung der heutigen sowie insbesondere der zukünftigen Verkehrsbelastungen erforderlich.

Um die volle Leistungsfähigkeit des umgebauten AK Leverkusen sicher zu stellen ist es notwendig, die unmittelbar angrenzenden Streckenabschnitte in die Baumaßnahmen mit einzubeziehen. Insbesondere die entsprechende Gestaltung der Ein- und Ausfahrten spielt bei der Leistungsfähigkeit des AK eine entscheidende Rolle. Daher besteht zwischen den östlich gelegenen Teilbereichen ein enger bau- und verkehrstechnischer Zusammenhang.

Im westlichen Bereich ist der Umbau des AK Leverkusen West unerlässlich, wenn die Rheinbrücke neu gebaut wird. Andererseits konnte bei der Herleitung der erforderlichen Umbaumaßnahmen gezeigt werden, dass aus bautechnischer Sicht keine zwingende Abhängigkeit zwischen den östlichen und westlichen Teilbereichen besteht (vgl. 6.8.1).

Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, verschiedene der in Abbildung 160 definierten Teilbereiche zusammenzufassen. Zum einen betrifft dies die Rheinbrücke und das AK Leverkusen West. Zum anderen gehören der Umbau der AS Leverkusen und der Strecke der BAB A 3 südlich des AK Leverkusen zusammen. Aufgrund der schwierigen Randbedingungen (angrenzende Wohngebiete, bauliche Restriktionen) ist es aber gerechtfertigt, die Teilbereiche gesondert zu betrachten. Gleiches gilt für den Bereich der Hochstraße B, der ebenfalls problematische Randbedingungen aufweist. Dazu gehören die Lage im Bereich von Wohngebieten und das bautechnische Problem, dass die vorhandene Hochstraße nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erweitert werden kann (vgl. 6.7).

Da der Umbaubedarf der BAB A 3 nördlich des AK im Vergleich zu dem im Westen und Süden benachbarten Streckenabschnitten geringer ausfällt, ist eine Kombination des nördlichen Streckenabschnitts mit dem Ausbau des AK Leverkusen sinnvoll.

Die aus dem o. g. als zusammenhängend definierten Teilbereiche sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

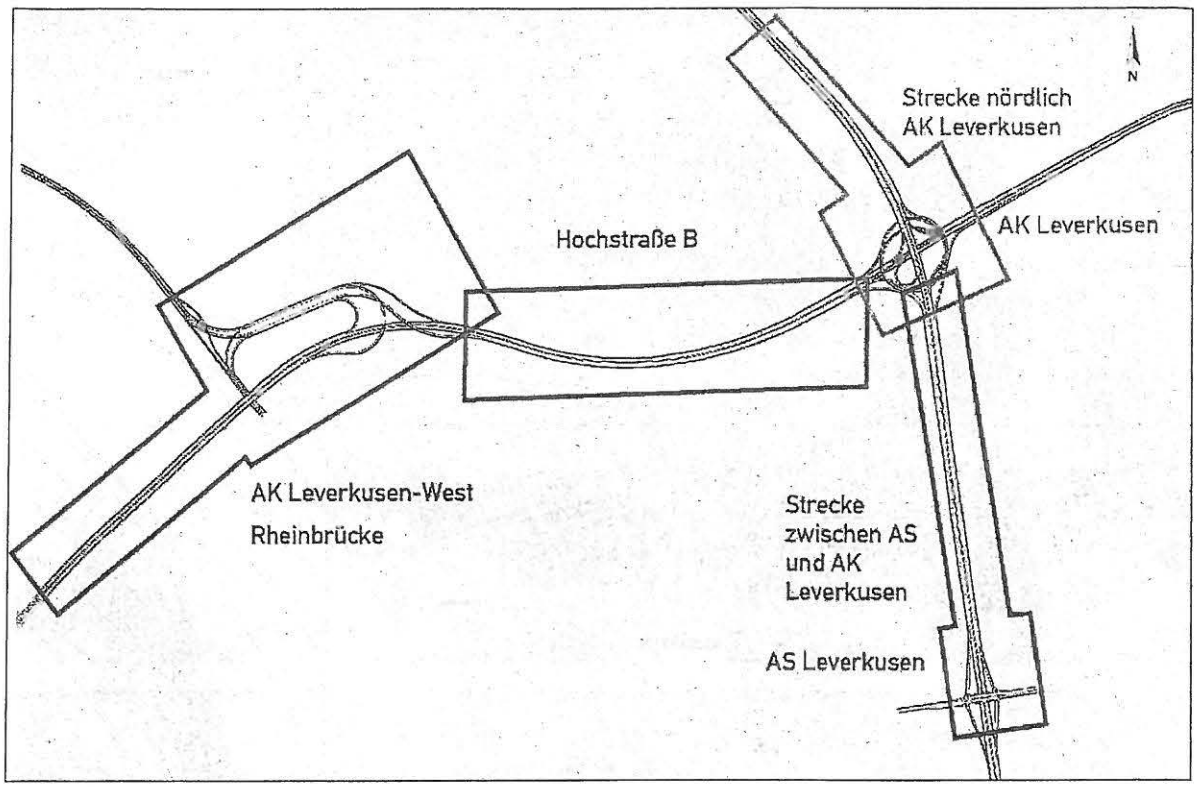


Abbildung 161: Zusammenhängende Teilbereiche

Zur Durchführung der weiteren verkehrsplanerischen Untersuchungen, in deren Verlauf insbesondere der Nutzen einzelner Umbaumaßnahmen für den Verkehrsablauf sowie für die Effizienz des betrachteten Autobahnnetzes ermittelt werden sollte (vgl. Ziffer 9.2 bis 9.7) wurden auf der Basis der in Abbildung 161 dargestellten zusammenhängenden Teilbereiche fünf Netzfälle definiert. In diesen Netzfällen sind die erforderlichen Maßnahmen in den einzelnen zusammenhängenden Teilbereichen in unterschiedlicher Weise miteinander kombiniert.

- Netzfall 1: Hierbei wird nur das Autobahnkreuz Leverkusen sowie die nördlich und östlich angrenzenden Streckenabschnitte umgebaut.
- In Netzfall 2 wird nur der Streckenabschnitt der BAB A 3 südlich des AK Leverkusen ausgebaut. Das AK Leverkusen bleibt in seiner heutigen Form bestehen.
- Netzfall 3 stellt die Kombination von Netzfall 1 und 2 dar.
- In Netzfall 4 wird zusätzlich zu den Maßnahmen des Planfalls 3 die BAB A 1 im Bereich der Hochstraße bis zum AK Leverkusen West ausgebaut.
- Netzfall 5 umfasst den kompletten Ausbau inklusive Neubau der Rheinbrücke und Anpassung des AK Leverkusen West.

Die Netzfälle 1 und 2 werden miteinander verglichen, um anhand der Auswirkungen eine Entscheidungshilfe bezüglich der Reihenfolge der Umsetzung der Maßnahmen zu entwickeln. Hintergrund ist hierbei, dass auf Grund der schwierigen städtebaulichen Verhältnisse im Süden des AK Leverkusen (angrenzende Wohngebiete) nicht ausgeschlossen werden kann, dass der südliche Ausbau erst deutlich nach einem

Umbau des AK Leverkusen erfolgen kann, obwohl es sich um eine Maßnahme des vordringlichen Bedarfs der Bundesverkehrswegeplanung handelt.

Die Reihung der Netzfälle 3 bis 5 ergibt sich dagegen aufgrund verkehrsplanerischer Überlegungen. Eine andere Reihenfolge ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht zweckmäßig und drängt sich auch nicht aufgrund von Randbedingungen auf, die außerhalb der verkehrlichen Aspekte liegen. Eine Unterteilung der Maßnahmen ist dennoch sinnvoll, da wegen der hohen Baukosten nur mit einer schrittweisen Umsetzung der Maßnahmen gerechnet werden kann.

Die einzelnen Netzfälle werden im Folgenden dargestellt.

9.2 Netzfall 1

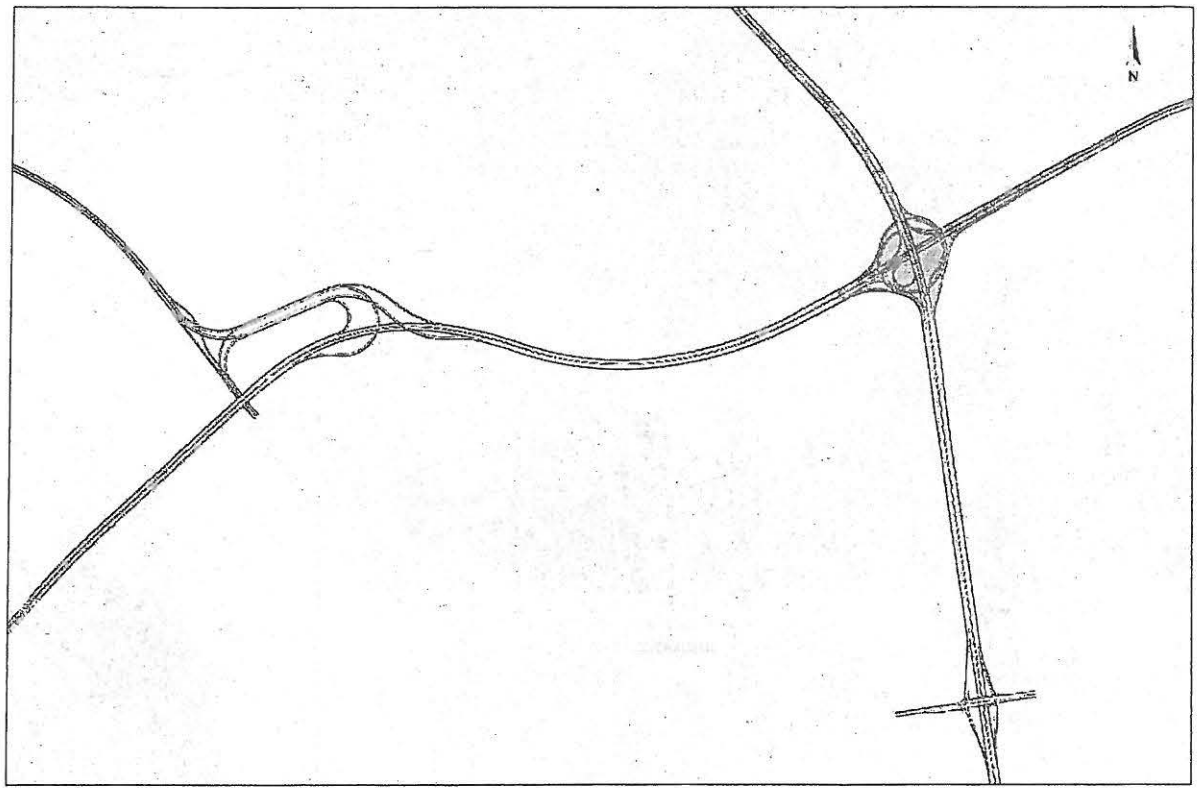


Abbildung 162: Umbaubereiche in Netzfall 1

In Netzfall 1 werden nur das AK Leverkusen und die sich anschließenden Zulaufstrecken im Norden und Osten umgestaltet. Die BAB A 1 im Westen geht östlich der unveränderten Brücke Bismarckstraße, die BAB A 3 im Süden nördlich der unveränderten Brücke über die Dhünn in den Bestand über.

Eine überschlägige Kostenschätzung ergibt für den Neubau des AK Leverkusen eine Summe von ca. 109,3 Mio. €. Den Großteil der Kosten machen die Bauwerke mit annähend 64,1 Mio. € aus. Die aufgeschlüsselte Kostenschätzung ist den Anlagen K-1 bis K-8 zu entnehmen.

Die Berechnungen nach HBS für die 30. Stunde zeigen, dass innerhalb des AK Leverkusen der Verkehr abgewickelt werden kann (vgl. Abbildung 163). Die auftretenden Kapazitätsdefizite stehen in Zusammengang mit den in diesem Netzfall noch nicht ausgebauten Ein- und Ausfahrten der angrenzenden Streckenabschnitten.

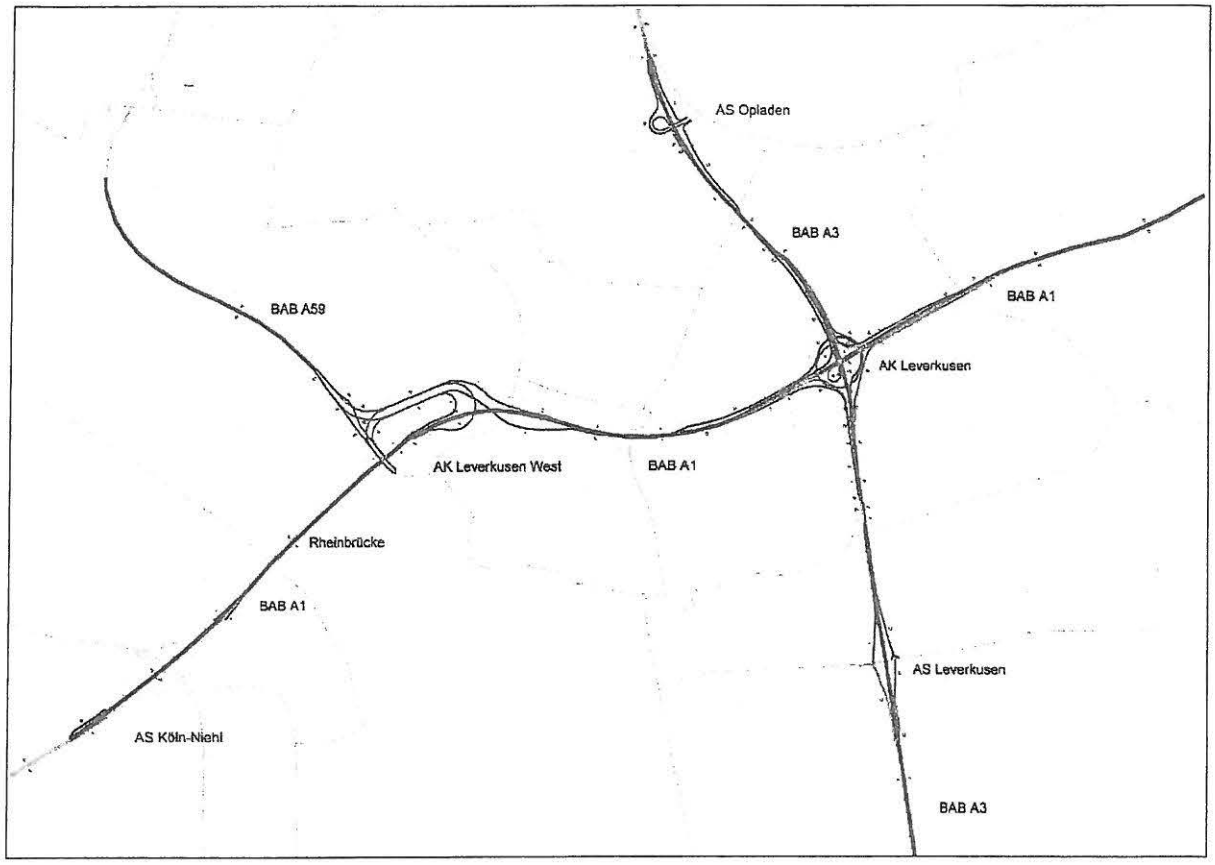


Abbildung 163: : Verkehrsqualität gemäß HBS im Netzfall 1

Die detaillierten Berechnungen sind in den Anlagen B III dargestellt.

Die Berechnungen zeigen für die Ganzjahresbetrachtung ebenfalls erhebliche Kapazitätsdefizite. Hierbei sind vor allem folgende Engpässe zu nennen:

- 3-str. Hauptfahrbahn der BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen südlich des Leverkusener Kreuzes
- Rampe von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz mit der einstreifigen Einfahrt
- Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. mit der einstreifigen Ausfahrt
- 3-str. Hauptfahrbahn der BAB A 1 zwischen AK Leverkusen und AK Leverkusen West

Einzelne der relevanten Stausituationen sind in Abbildung 164 und Abbildung 165 dargestellt.

In Abbildung 164 ist beispielhaft ein Stau auf der Rampe von der BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausen zur BAB A 1 Fahrtrichtung Koblenz zu sehen. Aufgrund des fehlenden Ausbaus der BAB A 1 in diesem Netzfall kann die zweistreifige Rampe nur mit einer einstreifigen Rampe an die Hauptfahrbahn angeschlossen werden. Hierdurch entsteht auf der Rampe im Bereich der Reduktion von zwei auf einen Fahrstreifen ein Stau, der bis auf die Hauptfahrbahn der BAB A 3 zurückreicht.

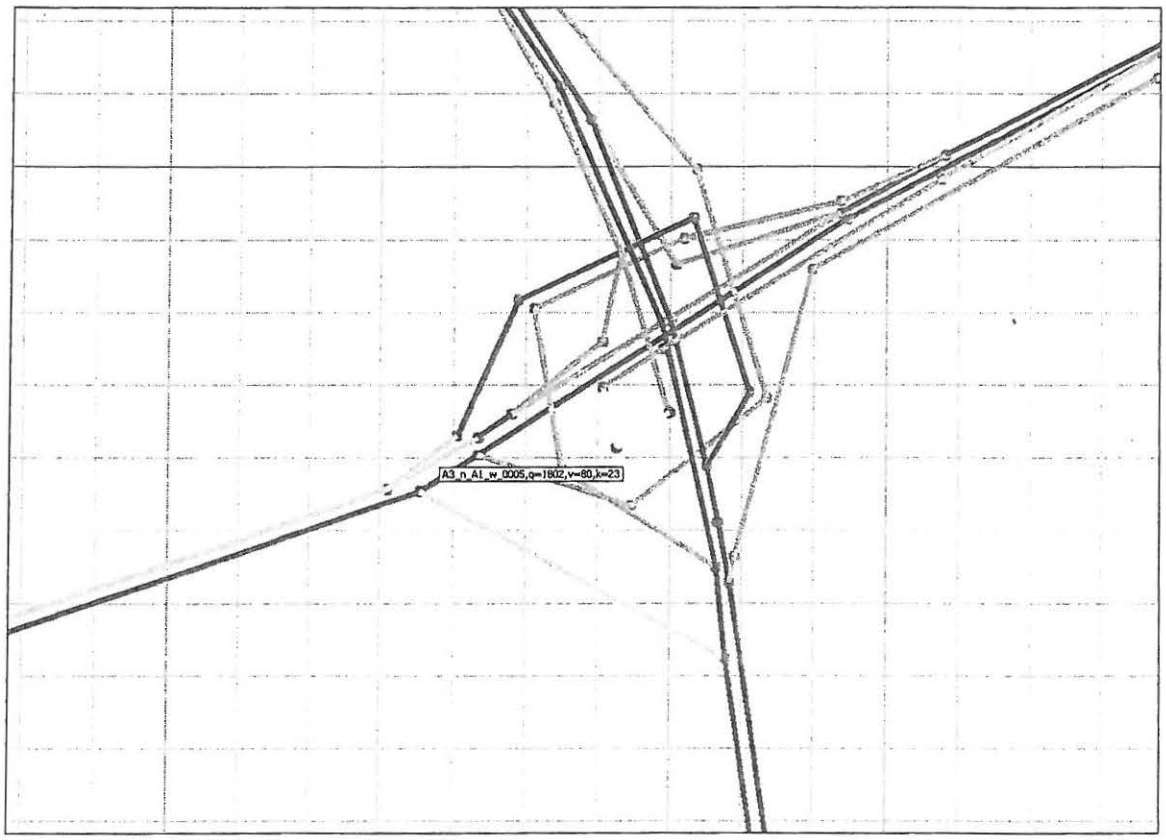


Abbildung 164: Engpass in Netzfall 1:einstreifige Einfahrt der Rampe aus Richtung Frankfurt a. M. in Fahrtrichtung Koblenz (Darstellung aus dem Programm für die Ganzjahresanalyse)

Abbildung 165 zeigt eine Situation, in der sich aufgrund der einstreifigen Ausfahrt von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur Rampe zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. ein Rückstau auf die Hauptfahrbahn der BAB A 1 bildet.

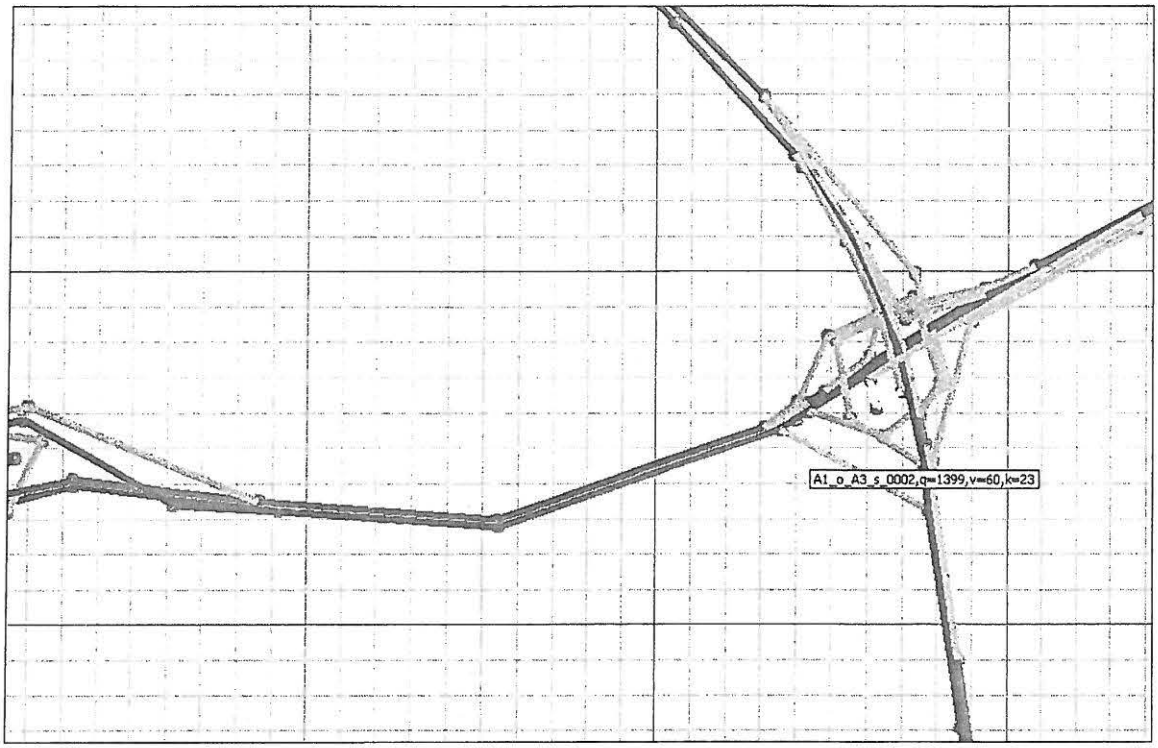


Abbildung 165: Engpass des Netzfalls 1: einstreifige Ausfahrt in die Rampe aus Richtung Koblenz in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. (Darstellung aus dem Programm für die Ganzjahresanalyse)

Die Beeinträchtigung des Verkehrsablaufs durch Staus ist verglichen mit dem Netz-Nullfall, gemessen an den Verlustzeiten der Kfz deutlich geringer (17,7 Mio. Kfz*h, -46,6 %). Entsprechend sinken auch die volkswirtschaftlichen Kosten um ca. 45 % auf 145 Mio. € pro Jahr.

	Simulationsergebnisse		
	Netz-Nullfall -2025	Netzfall 1 -2025	Differenz
Zeitverluste	[Mio. Kfz*h]	[Mio. Kfz*h]	
Pkw	29,85	15,78	-47,1 %
Lkw	3,4	1,97	-42,1 %
Summe	33,25	17,75	-46,6 %
Zeitkosten	[Mio. €]	[Mio. €]	
Pkw	167,77	88,7	-47,1 %
Lkw	98,17	56,67	-42,3 %
Summe	265,94	145,37	-45,3 %
Stauzustand	[h*km]	[h*km]	
	61880	50377	-18,6 %
Zeit im Stau	[Mio. h]	[Mio. h]	
Pkw	647,88	359,93	-44,4 %
Lkw	77,81	49,3	-36,6 %
Summe	725,69	409,23	-43,6 %

Tabelle 18: Zeitverluste und Kosten pro Jahr, Netzfall 1

9.3 Netzfall 2

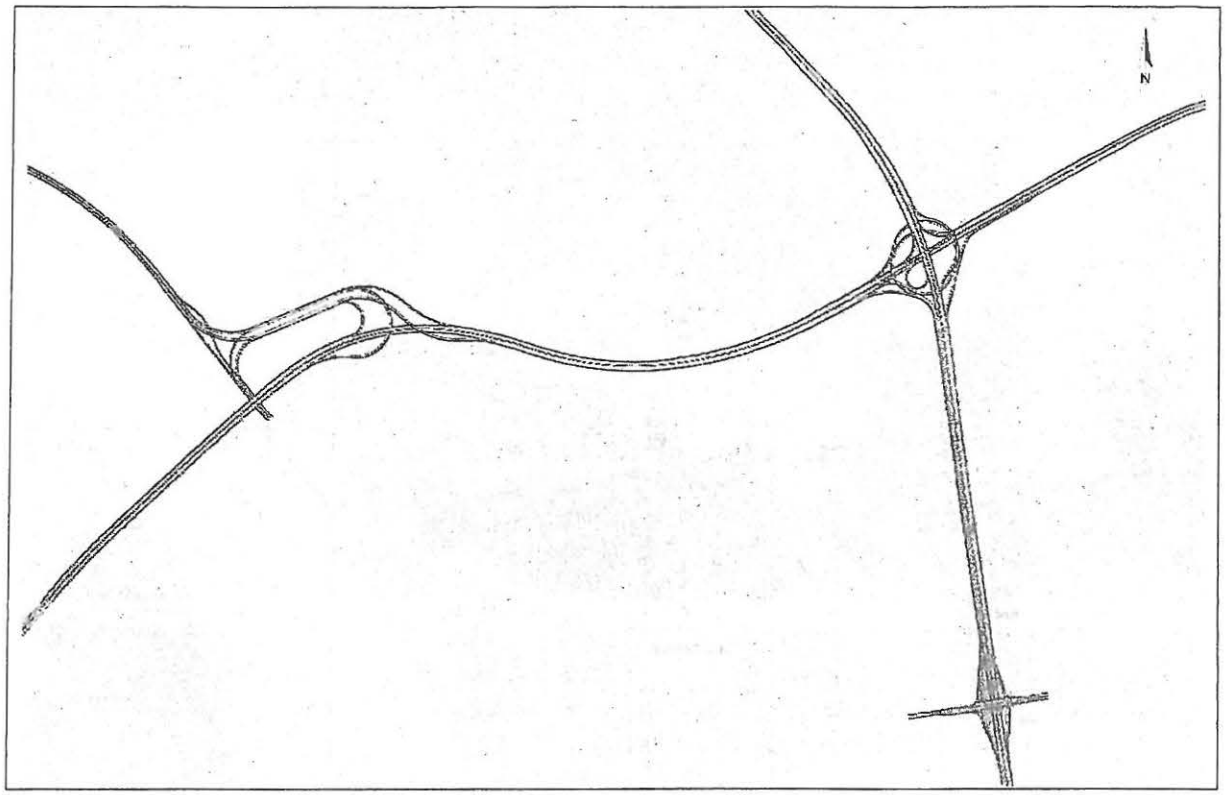


Abbildung 166: Umbaubereiche in Netzfall 2

Im Netzfall 2 wird angenommen, dass nur der südlich des AK Leverkusen gelegene Abschnitt der BAB A 3 mit der AS Leverkusen ausgebaut wird. In Höhe der Brücke über die Dhünn geht die BAB A 3 in den Bestand über.

Eine überschlägige Kostenschätzung ergibt für den Neubau der AS Leverkusen und des Zulaufs der BAB A 3 zum AK Leverkusen eine Summe von ca. 58,4 Mio. €. Auf die Anschlussstelle entfallen 20,6 Mio. €, auf die Brücke über die Gustav-Heinemann-Straße 15,1 Mio. €. Außerdem sind ca. 4,2 Mio. € für Grunderwerb enthalten. Die aufgeschlüsselte Kostenschätzung ist in den Anlagen K-1 bis K-8 zu entnehmen.

Die HBS-Berechnungen zeigen, dass nur in den ausgebauten Bereichen der BAB A 3 Verbesserungen zu verzeichnen sind (vgl. Abbildung 167).

Die detaillierten Berechnungen sind in den Anlagen B IV dargestellt.

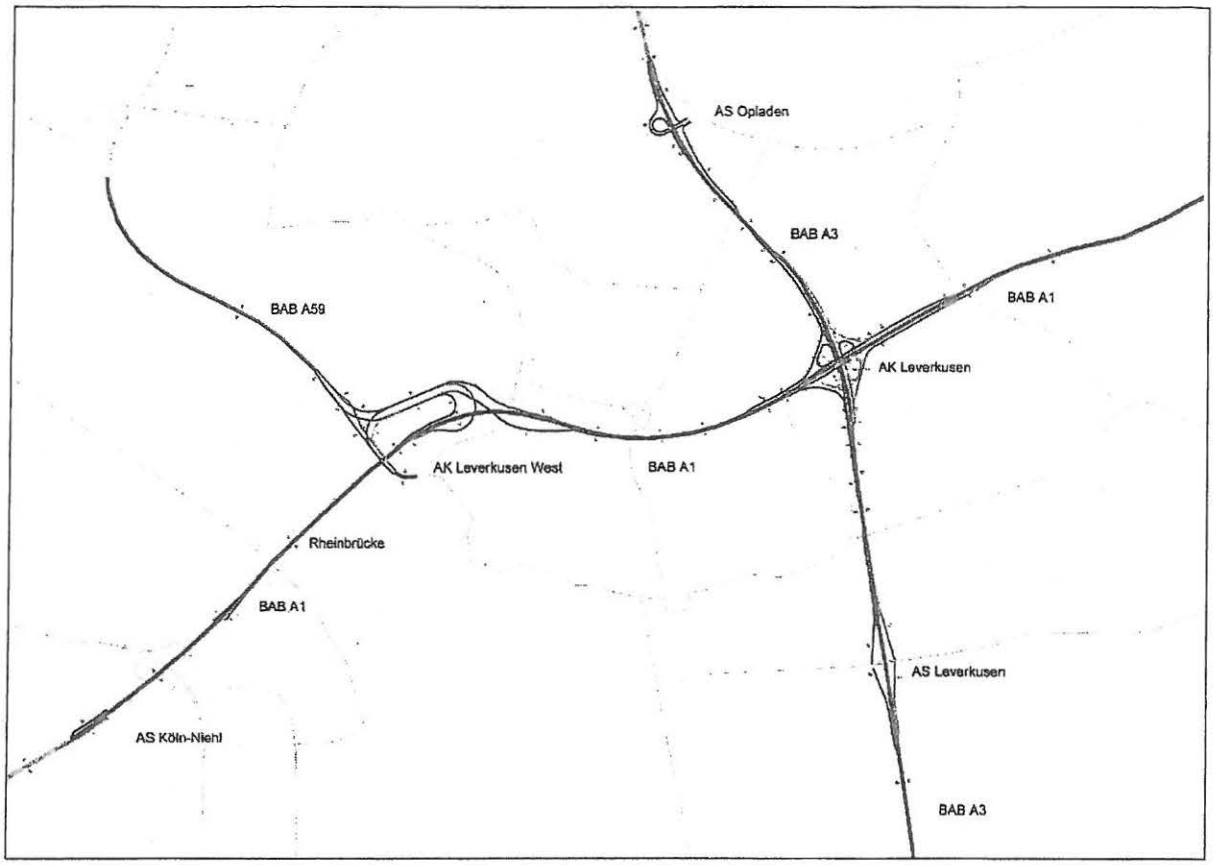


Abbildung 167: Verkehrsqualität gemäß HBS im Netzfall 2

Die Ganzjahresanalyse weist für den Netzfall 2 die gleichen Engpässe und damit die gleichen Stausituation wie im Nullfall auf. Die Ursache hierfür liegt vor allem in der Tatsache, dass der Ausbau der BAB A 3 südlich des Leverkusener Kreuzes die festgestellten Engpässe im Bereich des AK Leverkusen in keiner weise positiv beeinflusst.

Das schlägt sich auch in der detaillierten Auswertung der Stauzustände für ein Jahr nieder. Die Zeitverluste durch Staus nehmen nicht ab. Hier ergeben sich geringfügigen Zunahme der Zeitverluste um 0,1 % und der Zeit in Staus um 0,6 %.

Da vom Ausbau der BAB A 3 besonders der LKW-Verkehr profitiert, verringern sich die volkswirtschaftlichen Verluste geringfügig um 2,15 % auf immer noch 260 Mio. € jährlich.

	Simulationsergebnisse		
	Netz-Nullfall -2025	Netzfall 2 -2025	Differenz
Zeitverluste	[Mio. Kfz*h]	[Mio. Kfz*h]	
Pkw	29,85	30,11	0,9 %
Lkw	3,4	3,16	-7,1 %
Summe	33,25	33,27	0,1 %
Zeitkosten	[Mio. €]	[Mio. €]	
Pkw	167,77	169,22	0,9 %
Lkw	98,17	91,02	-7,3 %
Summe	265,94	260,24	-2,1 %
Stauzustand	[h*km]	[h*km]	
	61880	55295	-10,6 %
Zeit im Stau	[Mio. h]	[Mio. h]	
Pkw	647,88	656,17	1,3 %
Lkw	77,81	74,1	-4,8 %
Summe	725,69	730,27	0,6 %

Tabelle 19: Zeitverluste und Kosten pro Jahr, Netzfall 2

Insgesamt zeigt sich, dass durch den Ausbau der BAB A 3 lediglich ein Flaschenhals beseitigt wird. Das führt dazu, dass am nächsten Engpass, dem im Netzfall 2 nicht ausgebauten AK Leverkusen, umso mehr Staus auftreten.

Die nicht ausgebaute BAB A 3 wirkt also im Netzfall 1 als Zuflussdosierung für das AK Leverkusen.

9.4 Netzfall 3

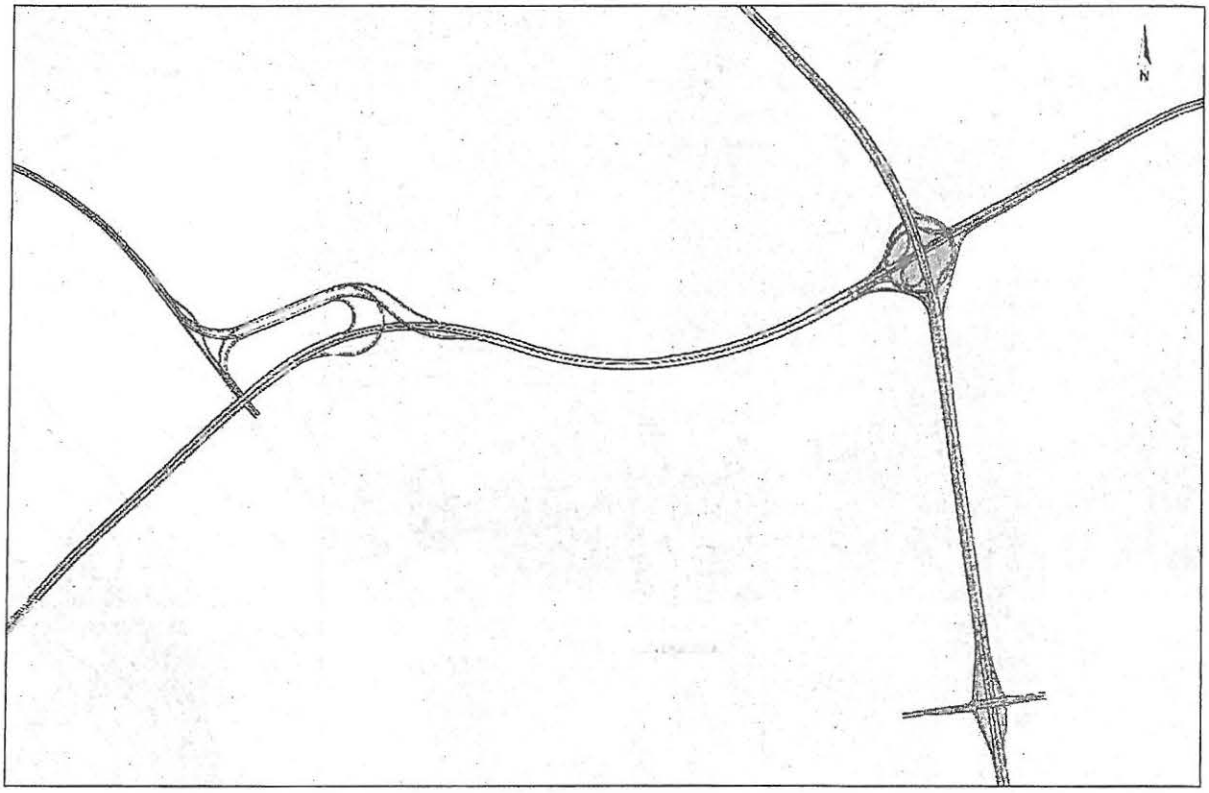


Abbildung 168: Umbaubereiche in Netzfall 3

Netzfall 3 ist eine Kombination der Maßnahmen aus Netzfall 1 und Netzfall 2. Das AK Leverkusen ist im Norden, Süden und Osten vollständig inklusive aller Ein- und Ausfahrten ausgebaut werden. Lediglich im Westen bleibt es ab dem Bereich der Bismarckbrücke beim Bestand.

Eine überschlägige Kostenschätzung ergibt für den Neubau der AS Leverkusen, des Zulaufs der BAB A 3 zum AK Leverkusen sowie des AK Leverkusen eine Summe von ca. 167,7 Mio. €. Die aufgeschlüsselte Kostenschätzung ist den Anlagen K-1 bis K-8 zu entnehmen.

Die HBS-Berechnungen zeigen, dass nur in den nicht ausgebauten Bereichen der BAB A 1 Kapazitätsdefizite zu verzeichnen sind (vgl. Abbildung 169).

Die detaillierten Berechnungen sind in den Anlagen B-V dargestellt.

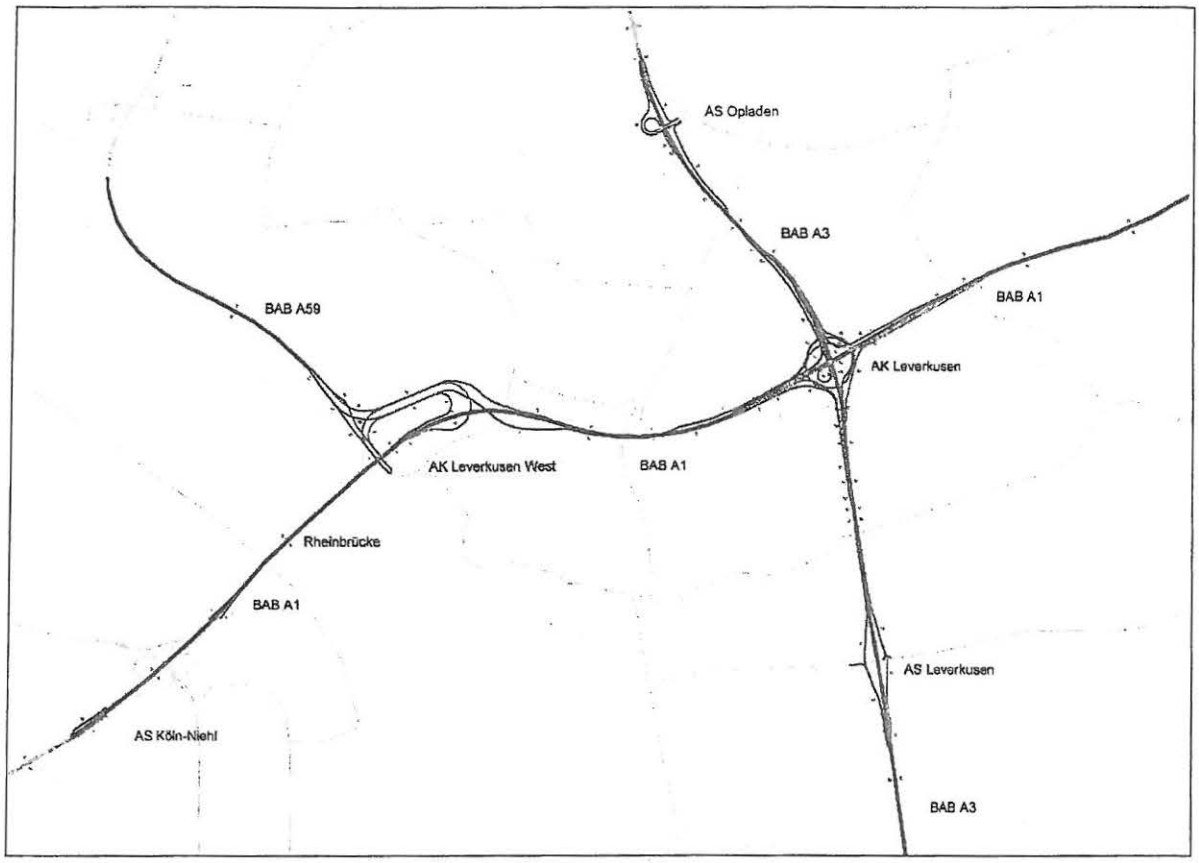


Abbildung 169: Verkehrsqualität gemäß HBS im Netzfall 3

Die Berechnungen für die Ganzjahresanalyse zeigen ein etwas differenzierteres Bild.

Auch hier stellen die unausgebauten Bereiche die eigentlichen Engpässe dar:

- Rampe von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz mit der einstreifigen Einfahrt
- Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. mit der einstreifigen Ausfahrt
- 3-streifige Hauptfahrbahn der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz vor der Rheinbrücke

Durch die Stauausbreitung zur BAB A 3 hin ist die Stausituationen des Netzfalls 3 aber nicht grundsätzlich anders als die des Netzfalls 1.

Daher zeigt die quantitative Betrachtung über ein ganzes Jahr ähnliche Ergebnisse wie im Netzfall 1. Die Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs durch Staus, gemessen an den Zeitverlusten, nimmt nicht so stark ab wie in Netzfall 1 (-33,5 % auf 22,12 Mio. Kfz*h). Entsprechend gehen auch die volkswirtschaftlichen Verluste nur um ca. 32 % auf etwa 182 Mio. € zurück.

	Simulationsergebnisse		
	Netz-Nullfall	Netzfall 3	
	-2025	-2025	Differenz
Zeitverluste	[Mio. Kfz*h]	[Mio. Kfz*h]	
Pkw	29,85	19,65	-34,2 %
Lkw	3,4	2,47	-27,4 %
Summe	33,25	22,12	-33,5 %
Zeitkosten	[Mio. €]	[Mio. €]	
Pkw	167,77	110,44	-34,2 %
Lkw	98,17	71,32	-27,4 %
Summe	265,94	181,76	-31,7 %
Stauzustand	[h*km]	[h*km]	
	61880	54824	-11,4 %
Zeit im Stau	[Mio. h]	[Mio. h]	
Pkw	647,88	442,3	-31,7 %
Lkw	77,81	59,69	-23,3 %
Summe	725,69	501,99	-30,8 %

Tabelle 20: Zeitverluste und Kosten pro Jahr, Netzfall 3

Insgesamt zeigen die Berechnungen, dass die Beseitigung des Flaschenhalses durch den Ausbau der BAB A 3 an den weiterhin nicht ausgebauten Stellen des AK Leverkusen im Übergang zur BAB A 1 West im Vergleich zu Netzfall 1 zu schwereren Stauerscheinungen führt.

9.5 Netzfall 4

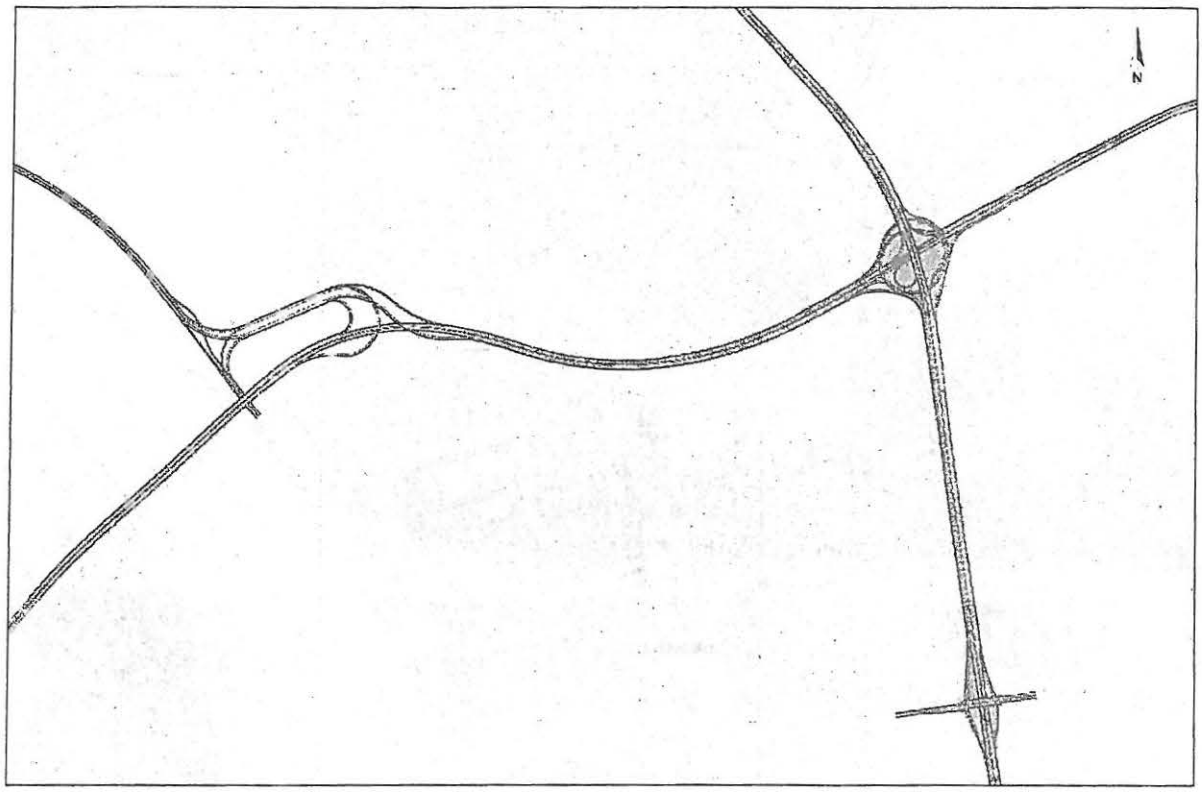


Abbildung 170: Umbaubereiche in Netzfall 4

Netzfall 4 ergänzt den Netzfall 3 um die den Ausbau der BAB A 1 im Westen. Mit diesem Netzfall ist der Ausbau des AK Leverkusen und seiner angrenzenden Streckenabschnitte abgeschlossen.

Eine überschlägige Kostenschätzung ergibt für den Ausbau der BAB A1 westlich des AK Leverkusens geschätzte Baukosten von ca. 228 Mio. €. Zusammen mit den Maßnahmen des Netzfalls 3 beläuft sich die Summe der geschätzten Baukosten auf ca. 395,5 Mio. €. Die aufgeschlüsselte Kostenschätzung ist den Anlagen K-1 bis K-8 zu entnehmen.

Die HBS-Berechnungen zeigen, dass nur noch im Bereich der Rheinbrücke Kapazitätsüberschreitungen auftreten (vgl. Abbildung 171).

Die detaillierten Berechnungen sind in den Anlagen B VI dargestellt.

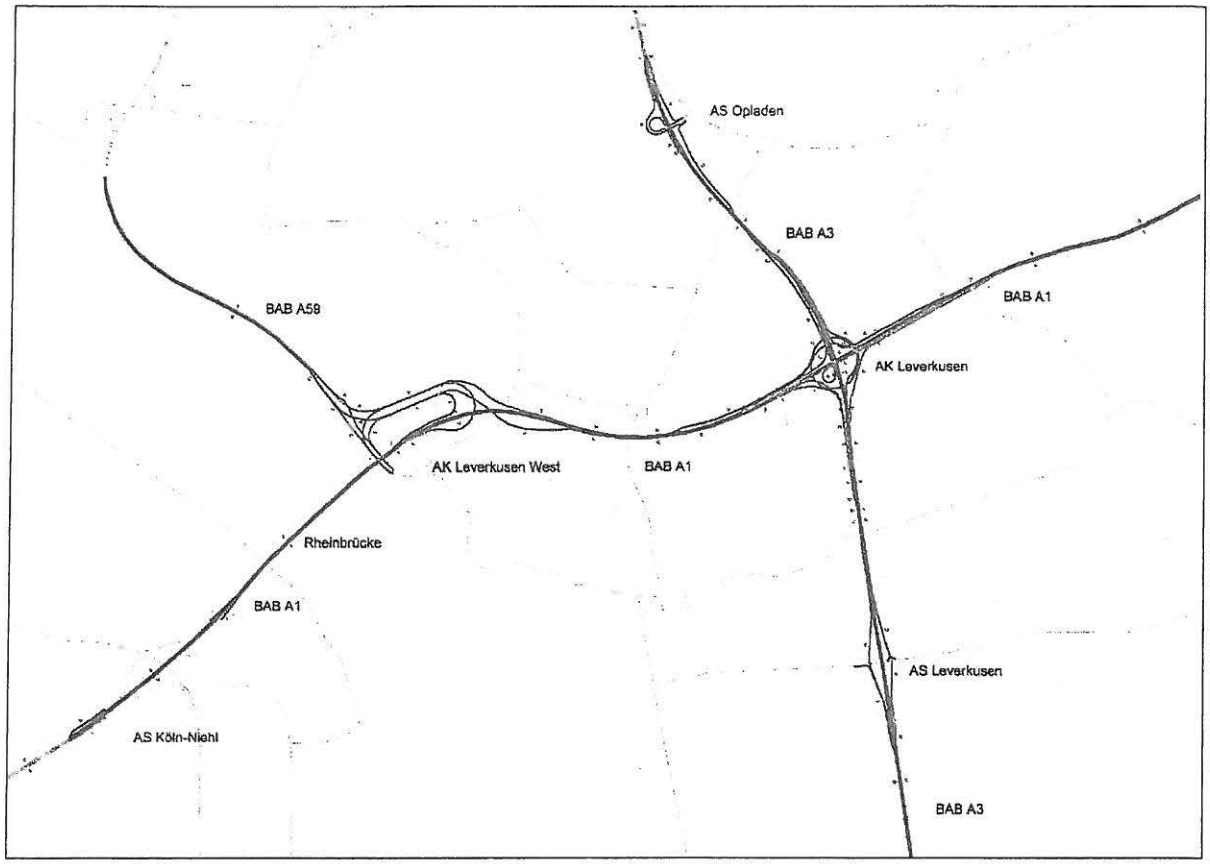


Abbildung 171: Verkehrsqualität gemäß HBS im Netzfall 4

Die Berechnungen für die Ganzjahresanalyse korrespondieren mit diesen Ergebnissen. Der wesentliche Engpass des Netzfalls 4 ist die 3-streifige Hauptfahrbahn der BAB A 1 West im Bereich der Rheinbrücke.

Eine typische Stausituationen im Netzfall 4 ist in Abbildung 172 dargestellt.

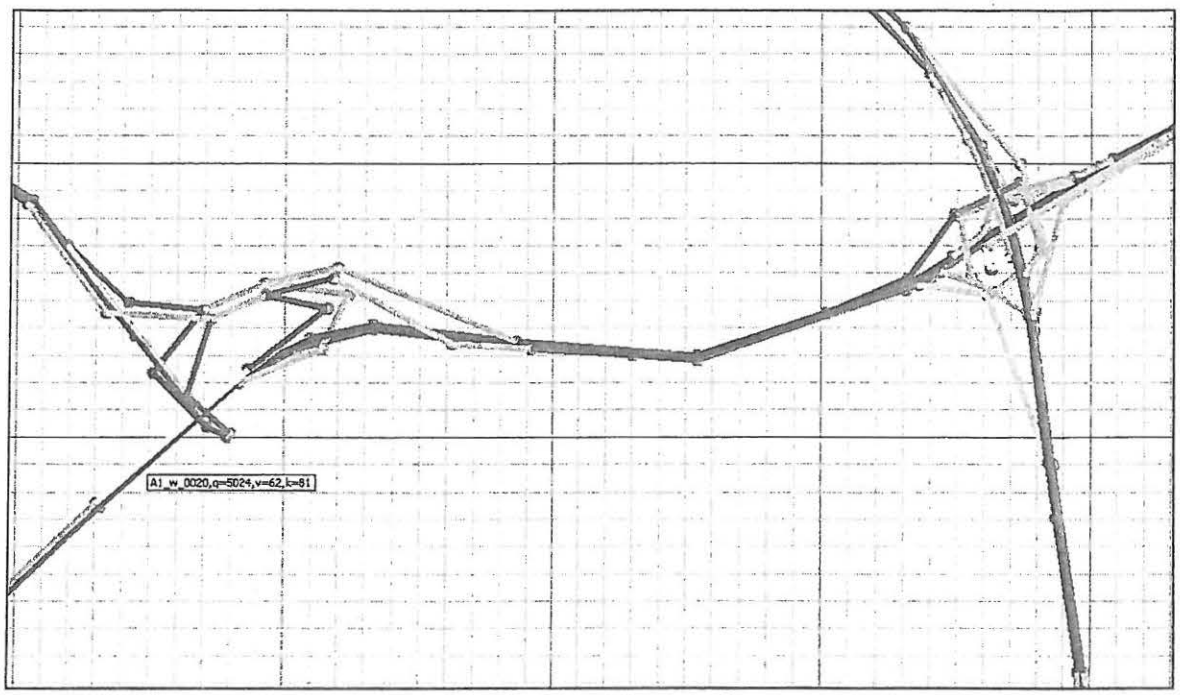


Abbildung 172: Engpass des Netzfalls 4: BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz vor der Rheinbrücke

In der Betrachtung über ein Jahr zeigt sich eine deutliche Verbesserung der Situation gegenüber sämtlichen vorher untersuchten Netzfällen. Die Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs durch Staus nimmt, gemessen im Zeitverlust der Kfz, mit einem Rückgang von über 70 % auf 9,83 Mio. Kfz*h deutlich ab.

	Simulationsergebnisse		
	Netz-Nullfall	Netzfall 4	
	-2025	-2025	Differenz
Zeitverluste	[Mio. Kfz*h]	[Mio. Kfz*h]	
Pkw	29,85	8,63	-71,1 %
Lkw	3,4	1,2	-64,7 %
Summe	33,25	9,83	-70,4 %
Zeitkosten	[Mio. €]	[Mio. €]	
Pkw	167,77	48,49	-71,1 %
Lkw	98,17	34,46	-64,9 %
Summe	265,94	82,95	-68,8 %
Stauzustand	[h*km]	[h*km]	
	61880	25305	-59,1 %
Zeit im Stau	[Mio. h]	[Mio. h]	
Pkw	647,88	194,52	-70,0 %
Lkw	77,81	33,78	-56,6 %
Summe	725,69	228,3	-68,5 %

Tabelle 21: Zeitverluste und Kosten pro Jahr, Netzfall 4

9.6 Netzfall 5

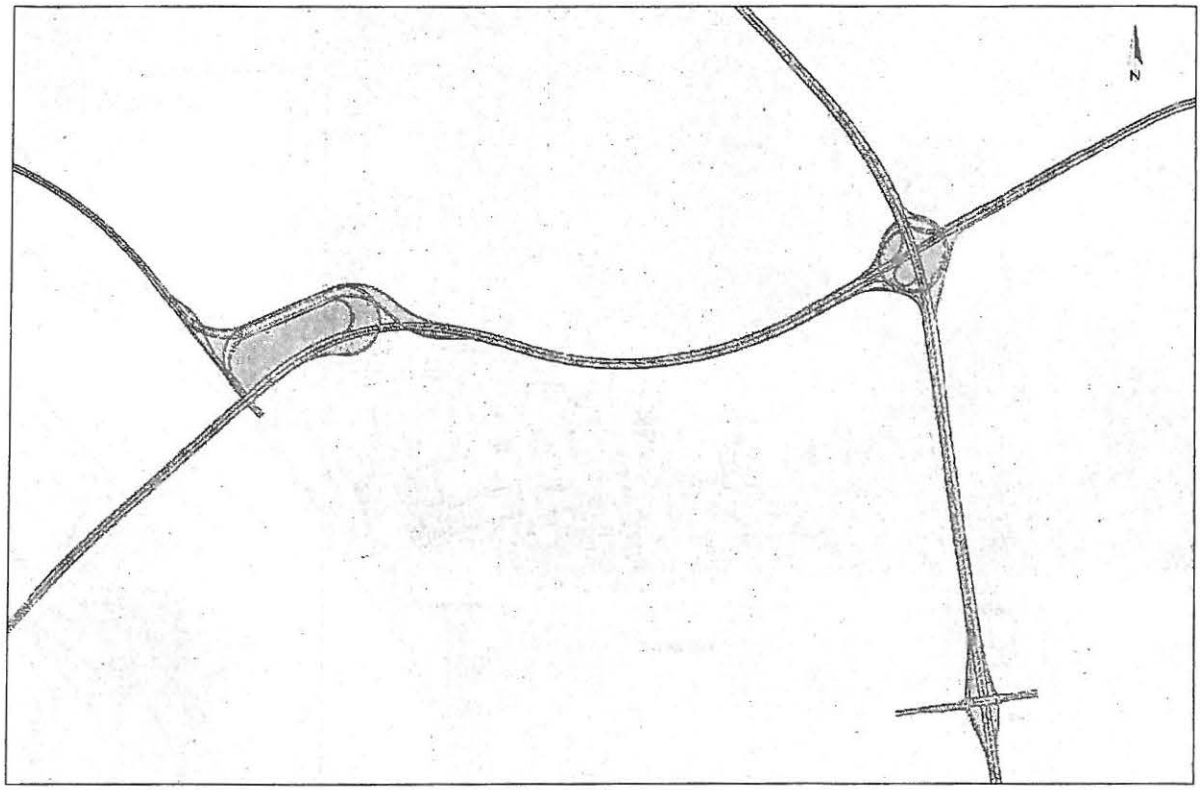


Abbildung 173: Umbaubereiche in Netzfall 5

Netzfall 5 gibt schließlich die im „Gesamtkonzept zum Umbau" (vgl. Ziffer 6.) vorgestellte Gesamtlösung wieder.

Eine überschlägige Kostenschätzung ergibt für den Neubau der Rheinbrücke und des AK Leverkusen West eine Summe von ca. 460,2 Mio. €. Darin sind Kosten für die Rheinbrücke in Höhe von 280,6 Mio. € enthalten. Zusammen mit den Maßnahmen der Netzfälle 3 und 4 beläuft sich die Summe auf ca. 855,7 Mio. €. Die aufgeschlüsselte Kostenschätzung ist den Anlage K-1 bis K-8 zu entnehmen.

Die HBS-Berechnungen zeigen nur noch an den Übergängen zu den nicht ausgebauten Bereichen im Norden der BAB A 3 und Westen der BAB A 1 gemäß HBS eine mangelhafte Verkehrsqualität (vgl. Ziffer 8. und Abbildung 174).

Die detaillierten Berechnungen sind in den Anlagen B-VII dargestellt.

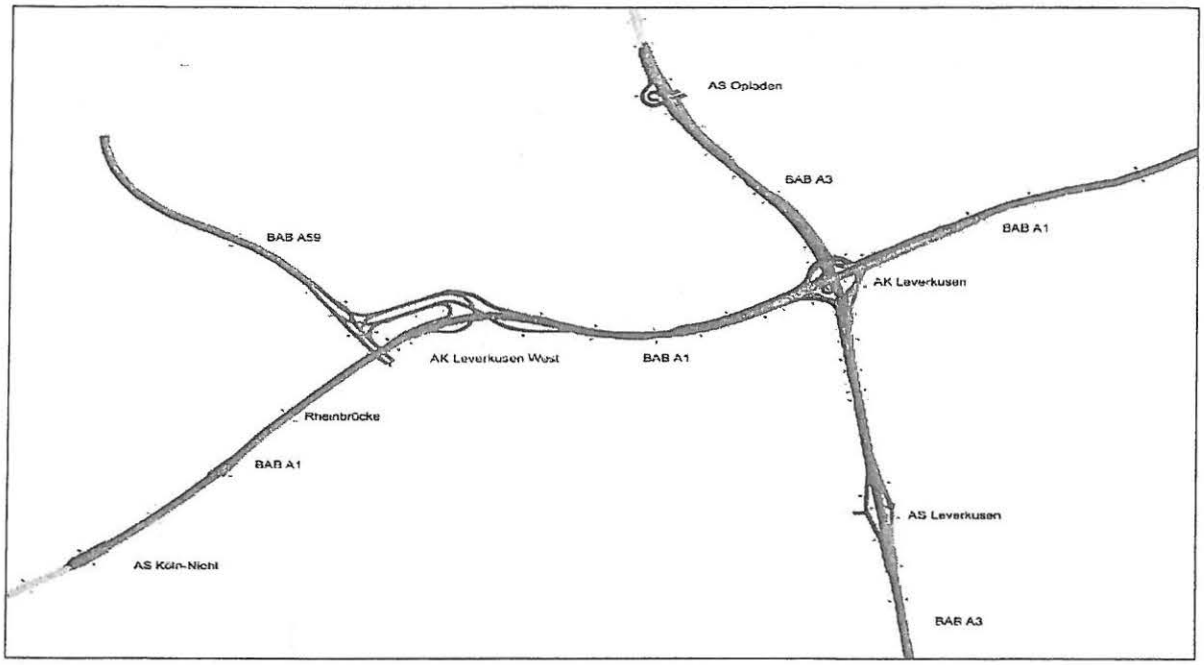


Abbildung 174: Verkehrsqualität gemäß HBS im Netzfall 5

Entsprechend zeigt auch die Ganzjahresanalyse nur noch vereinzelte Stausituationen. Sporadisch, d.h. bei Belastungen oberhalb der Verkehrsnachfrage der 30. Stunde, treten an folgenden Stellen Stauerscheinungen auf:

- einstreifige Ausfahrt der Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A59 am AK Leverkusen West
- 3-streifige Hauptfahrbahn der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz hinter der Rheinbrücke

Stauerscheinungen auf.

Beispielartigt sind die gelegentlich zu erwartenden Stausituationen im Netzfall 5 in Abbildung 175 und Abbildung 176 dargestellt.

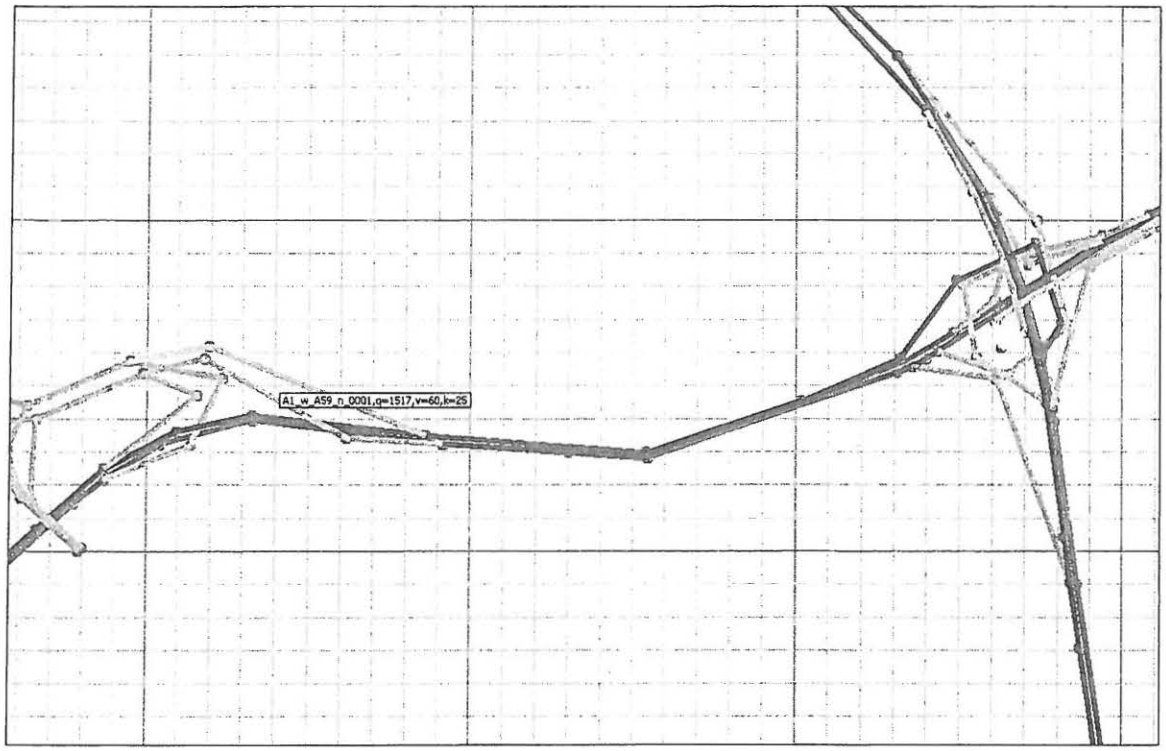


Abbildung 175: Möglicher Engpass des Netzfalls 5: Rampe von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur A59 (sporadisch)

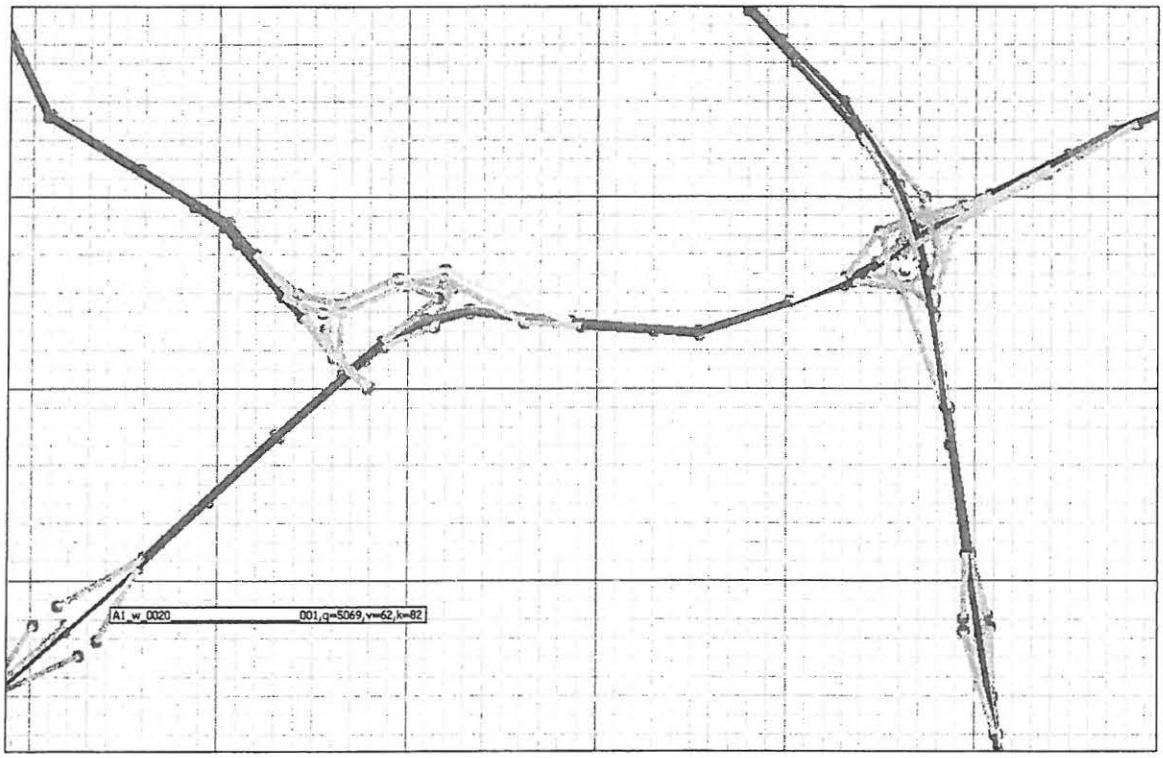


Abbildung 176: Möglicher Engpass des Netzfalls 5: BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz hinter der Rheinbrücke (sporadisch)

Bezogen auf ein ganzes Jahr gehen die Verlustzeiten um ca. 90 % auf 4 Mio. Kfz*h zurück. Die volkswirtschaftlichen Verluste sinken auf ca. 10 % oder ca. 29 Mio. € pro Jahr zurück.

	Simulationsergebnisse		
	Netz-Nullfall -2025	Netzfall 5 -2025	Differenz
Zeitverluste	[Mio. Kfz*h]	[Mio. Kfz*h]	
Pkw	29,85	3,85	-87,1 %
Lkw	3,4	0,25	-92,6 %
Summe	33,25	4,1	-87,7 %
Zeitkosten	[Mio. €]	[Mio. €]	
Pkw	167,77	21,64	-87,1 %
Lkw	98,17	7,24	-92,6 %
Summe	265,94	28,88	-89,1 %
Stauzustand	[h*km]	[h*km]	
	61880	5747	-90,7 %
Zeit im Stau	[Mio. h]	[Mio. h]	
Pkw	647,88	62,21	-90,4 %
Lkw	77,81	8,36	-89,3 %
Summe	725,69	70,57	-90,3 %

Tabelle 22: Zeitverluste und Kosten pro Jahr, Netzfall 5

9.7 Zusammenfassung und Fazit

Die ermittelten verkehrstechnischen Kenngrößen für das Gesamtnetz sind in Tabelle 23 dargestellt.

	Simulationsergebnisse					
	Netz-Nullfall (2025)	Netzfall 1 (2025)	Netzfall 2 (2025)	Netzfall 3 (2025)	Netzfall 4 (2025)	Netzfall 5 (2025)
Zeitverluste [Mio. Kfz*h]						
Pkw	29,85	15,78	30,11	19,65	8,63	3,85
Lkw	3,40	1,97	3,16	2,47	1,20	0,25
Summe	33,25	17,75	33,27	22,12	9,83	4,1
Zeitkosten [Mio. €]						
Pkw	167,77	88,70	169,22	110,44	48,49	21,64
Lkw	98,17	56,67	91,02	71,32	34,46	7,24
Summe	265,94	145,37	260,24	181,76	82,95	28,88
Stauzustand [h*km]	61.880	50.377	55.295	54.824	25.305	5.747
Zeit im Stau [Mio. h]						
Pkw	647,88	359,93	656,17	442,30	194,52	62,21
Lkw	77,81	49,30	74,10	59,69	33,78	8,36
Summe	725,69	409,23	730,27	501,99	228,3	70,57

Tabelle 23: Simulationsergebnisse im untersuchten Autobahnnetz (alle Werte bezogen auf 1 Jahr)

Die Kostenschätzung für die einzelnen Netzfälle sowie die gegenüber dem Netz-Nullfall eingesparten Zeitverluste pro Jahr sind in Tabelle 24 dargestellt.

	Kostenschätzung					
	Netz-Nullfall (2025)	Netzfall 1 (2025)	Netzfall 2 (2025)	Netzfall 3 (2025)	Netzfall 4 (2025)	Netzfall 5 (2025)
Baukosten [Mio. €]	0	109,3	58,4	167,7	395,5	855,7
Gegenüber dem Netz-Nullfall eingesparte Zeitkosten [Mio. € / a]	0	121	6	84	183	237

Tabelle 24: Kostenschätzung

Im **Netz-Nullfall** ist das Untersuchungsnetz wegen der Zunahme der Verkehrsbelastungen offensichtlich überlastet. Die Zeitverluste und die damit entstehenden volkswirtschaftlichen Verluste sind mit 266 Mio. € jährlich sehr hoch. Die HBS-Berechnungen zeigen an zahlreichen Stellen Kapazitätsüberschreitungen.

Der **Netzfall 1** weist weniger Staustunden (409 Mio. h) im Vergleich zum Netz-Nullfall (726 Mio. h) auf, obwohl hier im Zuflussbereich westlich und südlich des Leverkusener Kreuzes der Bestand beibehalten wird und die direkten Rampen aufgrund der Zu- und Ausfahrten zum Teil praktisch nur einstreifig nutzbar sind. Außerdem bildet die 3-streifige Hauptfahrbahn der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz vor der Rheinbrücke einen Engpass. Die Zeitverluste und die damit entstehenden volkswirtschaftlichen Verluste gehen jedoch erheblich zurück, um über 45 % oder über 120 Mio. € jährlich.

Der **Netzfall 2** zeigt eine annähernd gleiche Situation der Staustunden (730 Mio. h) wie im Netz-Nullfall (726 Mio. h). Der Ausbau der Autobahnstrecke in Fahrtrichtung Oberhausen südlich des Leverkusener Kreuzes bewirkt zwar die Entflechtung der kritischen Verkehrsströme, die einstreifigen Rampen und die Verflechtungsbereiche bilden aber weiterhin die Hauptengpässe am Leverkusener Kreuz. Das schlägt sich auch in den Zeitverlusten und den damit entstehenden volkswirtschaftlichen Kosten nieder, die nur geringfügig (um etwa 5 Mio. € jährlich) zurück gehen. Die HBS-Berechnungen zeigen entsprechend, dass nur in den ausgebauten Bereichen die Kapazitätsengpässe beseitigt sind.

Der **Netzfall 3** weist mehr Staustunden (502 Mio. h) als der Netzfall 1 (409 Mio. h) auf. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass beim Netzfall 2 die dreistreifige Autobahnstrecke südlich des Leverkusener Kreuzes (BAB A 3 Fahrtrichtung Oberhausend) für den Verkehr in den Spitzenstunden eine Art „Zuflussregelung" darstellt. Die Spitzen der Belastung werden dadurch abgeschnitten. In Bezug auf die Zeitverluste und die damit entstehenden volkswirtschaftlichen Verluste ergibt sich gegenüber dem Netz-Nullfall aber immer noch eine Verbesserung um über 30 % oder 84 Mio. € pro Jahr. Die HBS-Berechnungen zeigen entsprechend, dass in den ausgebauten Bereichen die Kapazitätsengpässe beseitigt sind.

Der **Netzfall 4** weist erheblich weniger Staustunden (228 Mio. h) als der Netzfall 3 (502 Mio. h) und der Netzfall 2 (730 Mio. h) auf. Auch die Zeitverluste und die damit entstehenden volkswirtschaftlichen Verluste gehen im Vergleich mit dem Netz-Nullfall deutlich um ca. 70 % oder 183 Mio. € pro Jahr zurück. Die durch den Ausbau der Hochstraße B vollständig nutzbare zweistreifige Führung der Rampen am Leverkusener Kreuz reduziert die Staus deutlich. Die dreistreifige BAB A 1 auf der Rheinbrücke stellt allerdings weiter einen Engpass dar. Die HBS-Berechnungen zeigen entsprechend, dass in den ausgebauten Bereichen die Kapazitätsengpässe beseitigt sind.

Der **Netzfall 5** zeigt nur noch wenige Staustunden (71 Mio. h), da alle identifizierten Engpässe beseitigt sind. Der im Vergleich zum heutigen Bestand sogar etwas reduzierte Ausbaustand des Kreuzes Leverkusen West wirkt sich nicht negativ auf die Stausituation aus. Die Kapazität dort ist gewährleistet. Nur die einstreifige Rampe von BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz zur BAB A59 und die 3-streifige Hauptfahrbahn der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz verursachen noch sporadische Staus auf der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. Die Zeitverluste und die damit verbundenen volkswirtschaftlichen Kosten können um fast 90 % oder 237 Mio. € jährlich reduziert werden. Die HBS-Berechnungen zeigen keine Kapazitätsüberschreitungen mehr.

Es zeigt sich, dass jeder Ausbau in Bezug auf die Berechnungen gemäß HBS eine Verbesserung der Qualität des Verkehrsablaufs bringt.

Bezogen auf die Stauerscheinungen pro Jahr lassen sich folgende eindeutige Empfehlungen für einen Ausbau geben:

- Schon der alleinige Ausbau des AK Leverkusen führt zu erheblichen Verbesserungen (Netzfall 1).
- Ein ausschließlicher Ausbau der südlichen Zufahrt zum AK Leverkusen ohne Ausbau des Kreuzes bringt dagegen nur geringe Verbesserungen (Netzfall 2).
- Erst in Verbindung mit dem Ausbau des AK Leverkusen (Netzfall 3) entfaltet sich eine spürbare Wirkung des Ausbaus der BAB A 3. Allerdings verursacht dieser Schritt durch die Aufhebung der zuflussdosierenden Wirkung der BAB A 3 südlich des Kreuzes im Vergleich zu Netzfall 1 mehr Stauerscheinungen.
- Daher sollte im Anschluss an den Ausbau des AK Leverkusen und der BAB A 3 möglichst schnell der Ausbau der BAB A 1 westlich des Kreuzes in Angriff genommen werden (Netzfall 4).

Durch Umsetzung des Gesamtlösung kann der für das Jahr 2025 prognostizierte Verkehr im Planungsraum weitgehend störungsfrei abgewickelt werden.

10 Zusammenfassung

10.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Das Autobahnkreuz Leverkusen gehört als nordöstlicher „Eckpunkt" des Kölner Rings zu den am stärksten belasteten Autobahnknotenpunkten in Europa. Die hier miteinander verknüpften Bundesautobahnen A 1 und A 3 führen zu einer durchschnittlichen tägliche Verkehrsbelastung des Autobahnkreuzes von mehr als 200.000 Kfz/24 h (davon 20.000 Fahrzeuge des Schwerverkehrs), die sich aus einem überregionalen und einem regionalen Verkehrsaufkommen zusammensetzt.

Mit dem derzeitigen Ausbaustand des Autobahnkreuzes in der Grundform eines Kleeblatts können bereits die heute auftretenden Verkehrsbelastungen nicht mehr jederzeit leistungsfähig abgewickelt werden. Dies führt zu häufigen und langen Stauungen, die erhebliche Zeitverluste für den Kfz-Verkehr verursachen. Ein großer Teil der im Umfeld des Autobahnkreuzes Leverkusen auftretenden Verkehrsunfälle kommt durch das Auffahren auf einen Stau zustande.

Für die Zukunft werden weitere Zunahmen des Verkehrsaufkommens prognostiziert.

Im Zusammenhang mit den bereits laufenden Ausbaumaßnahmen und weiteren Ausbauplanungen für den Kölner Ring sollen das Autobahnkreuz Leverkusen sowie mehrere benachbarte Streckenabschnitte und Knotenpunkte daher ebenfalls ausgebaut werden. Im Verlauf der nächsten 10 Jahre ist darüber hinaus ein Neubau der Rheinbrücke bei Leverkusen erforderlich, deren prognostizierte Lebensdauer bald erreicht sein wird.

Im Rahmen der vorliegenden Verkehrsuntersuchung im Auftrag des Landesbetriebs Straßenbau NRW wurde eine im Hinblick auf die Ziele der Planung vorteilhafte Gesamtlösung für den anstehenden Ausbau des Autobahnnetzes im Umfeld des Autobahnkreuzes Leverkusen entwickelt. Die wesentlichen Arbeitsschritte der Verkehrsuntersuchung waren

- eine Analyse und Bewertung der Verkehrssituation im Jahr 2009,
- der Aufbau eines Verkehrsplanungsmodells,
- die Prognose des Verkehrsaufkommens im Jahr 2025,
- eine ganzjährige Analyse des Verkehrsablaufs im Prognosefall,
- die Herleitung geeigneter Ausbaumaßnahmen und eines Gesamtkonzepts,
- Nachweise der Verkehrsqualität der entwickelten Lösungen,
- die Ermittlung sinnvoller Umbaustufen sowie
- ganzjährige Analysen des Verkehrsablaufs für verschiedene Netzfälle.

Das wesentliche Ziel der Planung war die Herleitung einer Gesamtlösung für den Ausbau des Autobahnkreuzes und der benachbarten Streckenabschnitte und Knotenpunkte, mit der das bis zum Jahr 2025 prognostizierte Verkehrsaufkommen leistungsfähig und mit einer hohen Verkehrssicherheit abgewickelt werden kann.

Selbstverständlich sollten aber auch darüber hinaus weitere wichtige Ziele erreicht werden, insbesondere

- eine Minimierung der Eingriffe in das zum Teil dicht bebaute Umfeld,

- eine Reduzierung der Belastungen für die Anwohner und die benachbarten Nutzungen,
- die Möglichkeit zur Realisierung des Ausbaus unter Betrieb und
- eine hohe Wirtschaftlichkeit.

10.2 Methodik

Die Untersuchung bedient sich zahlreicher etablierter Methoden, die in der Verkehrsplanung und der Verkehrstechnik entwickelt wurden und als umfassend erprobt gelten können. Darüber hinaus wurden aber auch die in der jüngeren Vergangenheit gewonnenen Erkenntnisse aus der Forschung und der Entwicklung von technischen Regelwerken berücksichtigt, zum Teil auch solche, die nach übereinstimmender Auffassung in der Fachwelt als Stand der Forschung anzusehen sind, aber noch nicht veröffentlicht sind.

Eine besondere Rolle spielt in diesem Zusammenhang das neue und bislang nur in anderen Bundesländern angewandte Verfahren der Ganzjahresanalyse des Verkehrsablaufs. Mit diesem Instrument kann ein wesentliches Problem bei der Bewertung des Verkehrsablaufs und bei der Bemessung von Straßenverkehrsanlagen überwunden werden: Bei den bislang üblichen Berechnungen zur Kapazität und zur Qualität des Verkehrsablauf besteht ein großer Nachteil darin, dass aufgrund der Berücksichtigung einer ganz bestimmten, stündlichen Verkehrsstärke (der sog. Bemessungsverkehrsstärke) nur eine Aussage zur Verkehrsqualität bei genau dieser Verkehrsstärke möglich ist.

Da hierfür üblicherweise die Verkehrsstärke einer Stunde zur Bemessung herangezogen wird, die im Jahresvergleich überdurchschnittlich hoch ausfällt (die sogenannte 30. Stunde, deren Verkehrsstärken definitionsgemäß nur während 29 Stunden des Jahres übertroffen wird), kann aus einem erfolgreichen Nachweis der Verkehrsqualität immerhin abgeleitet werden, dass die Verkehrsanlage nur selten überlastet sein wird. Aus einem gescheiterten Nachweis der Verkehrsqualität kann aber nicht geschlossen werden, in wie vielen Stunden des Jahres ein funktionierender bzw. nicht funktionierender Verkehrsablauf zu erwarten ist und wie schwerwiegend die auftretenden Überlastungserscheinungen sind.

Dieses Defizit kann mit der Ganzjahresanalyse, die den Verkehrsablauf über alle Stunden eines Jahres beschreibt, überwunden werden. Dieses in anderen Bundesländern bereits mit Erfolg erprobte Verfahren wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung angewendet, um die Verbesserungen für den Verkehrsablauf und deren volkswirtschaftlichen Auswirkungen zu quantifizieren, die mit verschiedenen Stufen des Ausbaus bis zur entwickelten Gesamtlösung erreicht werden können. Dazu wurde eine speziell für solche Anwendungsfälle an der Ruhr-Universität Bochum entwickelte Software-Lösung eingesetzt, die neben den verkehrstechnischen Kennwerten auch eine monetäre Bewertung des durch die Vermeidung von Stauzuständen entstehenden volkswirtschaftlichen Nutzens ausgibt.

10.3 Erfassung der Verkehrssituation 2009

Als Untersuchungsraum wurden der gesamte Kölner Autobahnring, der sich im wesentlichen aus den Bundesautobahnen A 1, A 4 und A 3 mit ihren einzelnen Streckenabschnitten, Anschlussstellen und Knotenpunkten zusammensetzt, sowie weiteren BAB-Abschnitten, Autobahnkreuzen und Anschlussstellen nördlich und östlich des AK Leverkusen definiert. Zum Planungsraum, für dessen Bestandteile des Auto-

bahnnetzes Maßnahmen entwickelt werden sollten, gehören das AK Leverkusen mit seinen angrenzenden Streckenabschnitten sowie die benachbarten Anschlussstellen und Knotenpunkte.

Zur Analyse der Verkehrssituation im Jahr 2009 wurden im Planungsraum an zwei Tagen umfangreiche Verkehrszählungen inkl. Verfolgungszählungen mit Kennzeichen-Erfassung durchgeführt. Aufgrund dieser Verfolgungszählungen liegen detaillierte Kenntnisse der Verkehrsbeziehungen zwischen den Ein- und Ausfahrten im Planungsraum vor. So ist nunmehr z.B. bekannt, wie viele der Kraftfahrzeuge, die an der Anschlussstelle (AS) Leverkusen in Fahrtrichtung Oberhausen auf die BAB A 3 auffahren, diese am AK Leverkusen wieder verlassen und in welcher Richtung sie ihre Fahrt fortsetzen.

Für den gesamten Untersuchungsraum wurden alle für einen Zeitraum von 12 Monaten verfügbaren Daten der im Autobahnnetz vorhandenen Dauerzähleinrichtungen beschafft und hinsichtlich der Verkehrsnachfrage und der Ganglinien des Verkehrsaufkommens detailliert untersucht. Darüber hinaus wurden auch Daten über Baustellen und aufgetretene Staus sowie Unfalldaten beschafft und analysiert. Diese Informationen sind für die Bewertung der Verkehrssituation von Bedeutung. So hat sich bei der näheren Betrachtung der Staus im Bereich des AK Leverkusen gezeigt, dass ein großer Teil der dort zu verzeichnenden Staus im Jahr 2009 zeitgleich mit Staus in den vom Autobahnkreuz wegführenden Streckenabschnitten (insbesondere im Zuge der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M., aber auch im Zuge der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz) auftrat. Es ist also davon auszugehen, dass auch die im benachbarten Netz vorliegenden Kapazitätsdefizite einen wesentlichen Einfluss auf die Stausituation am AK Leverkusen gehabt haben.

Die Stausituation wirkt sich ihrerseits aber auch auf die räumliche Verteilung der Verkehrsnachfrage aus. Dies konnte anhand der Auswertung der Kennzeichenverfolgungszählungen vom 16.06.2009 gezeigt werden. An diesem Zähltag ereignete sich innerhalb des Vormittags-Zeitraums ein Unfall auf der BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M., der südlich des AK Leverkusen zu einer vorübergehenden Sperrung der Richtungsfahrbahn führte. Da der Rückstau zeitweise über das AK Leverkusen bis zur AS Opladen hinausreichte, wurde es für einen Teil der aus Richtung Oberhausen kommenden Kraftfahrer attraktiv, bereits am AK Langenfeld auf die BAB A 542 in Fahrtrichtung AK Monheim-Süd und anschließend auf die BAB A 59 in Fahrtrichtung Leverkusen zu wechseln. Dieses Verhalten war während des bestehenden Rückstaus deutlich häufiger als während des ungestörten Verkehrsablaufs vor und nach dem Stau bzw. am Nachmittag des o.g. Zähltages. Im Rahmen der weiteren Untersuchungen hat sich allerdings auch gezeigt, dass eine dauerhafte, gezielte Führung des Kraftverkehrs über die im Fall einer Störung attraktive Ausweichroute BAB 542 und BAB 59 mit mehreren gravierenden Nachteilen verbunden ist.

Während des o.g. Staus nahmen die Verkehrsstärken der am AK Leverkusen-West in das Stadtgebiet von Leverkusen ausfahrenden Fahrzeuge um fast 40 % zu, während an der AS Leverkusen 40 % weniger Fahrzeuge ausfuhren. Infolge dessen kam es auch im städtischen Straßennetz zu Verkehrsbehinderungen.

Im Rahmen der weiteren Untersuchungen hat sich allerdings auch gezeigt, dass eine dauerhafte, gezielte Führung des Kraftverkehrs über diese im Fall einer Störung attraktive Ausweichroute mit mehreren gravierenden Nachteilen verbunden ist. Aus diesem Grund sollte nicht weiter in Erwägung gezogen werden, den erforderlichen Ausbau am AK Leverkusen durch eine Stärkung der Fahrbeziehungen über die BAB A 542 und die BAB A 59 zu substituieren.

Um auch für die morgendliche Hauptverkehrszeit die Verkehrsbelastungen zu erfassen, die sich unter normalen Bedingungen im Planungsraum einstellen, wurden die Zählungen am 06.10.2009 wiederholt.

Der später durchgeführte Vergleich mit den Ergebnissen der automatischen Dauerzähleinrichtungen hat ergeben, dass dies ein Tag mit einer repräsentativen Verkehrsbelastung im Planungsraum war.

10.4 Bewertung der Verkehrssituation 2009

Aus den umfangreichen Daten zur aktuellen Verkehrssituation wurden zunächst einige methodische Entscheidungen für die weiteren Untersuchungen abgeleitet. Dies betrifft u.a. die Entscheidung, die Verkehrsstärken der 30. Stunde der Dauerlinie eines Jahres für die im Verlauf der Untersuchungen erforderlichen Berechnungen zur Kapazität und zur Verkehrsqualität der einzelnen Elemente des untersuchten Autobahnnetzes anzusetzen.

Die Verkehrsbelastungen in dieser Stunde hatten sich über den größten Teil der ausgewerteten Dauerzählstellen als geeignet erwiesen, insbesondere weil der untersuchte Teil des Autobahnnetzes an den meisten Stellen über viele Stunden des Tages hoch belastet ist. Dies führt dazu, dass die Verkehrsbelastungen in der 50. und in der 100. Stunde der Dauerlinie eines Jahres fast genauso hoch ausfallen wie die Belastungen in der 30. Stunde. In der Summe liegen die Verkehrsbelastungen am AK Leverkusen in der 50. Stunde nur um 2 % unter den Werten der 30. Stunde, nur im Einzelfall bis 5 %.

Hätte sich bei den Auswertungen gezeigt, dass zwischen den Belastungen der 30. Stunde und denen der 50. oder der 100. Stunde ein wesentlicher Unterschied besteht, wäre eine Abwägung hinsichtlich der Frage in Betracht gekommen, in welcher Anzahl von Stunden pro Jahr eine Überlastung einzelner Verkehrsanlagen als hinnehmbar eingestuft werden kann. Bei der festgestellten zeitlichen Verteilung des Verkehrsaufkommens ist solche Überlegungen aber nicht zweckmäßig. Die festgestellten Spitzenbelastungen treten so häufig auf, dass mit einer Bemessung der Verkehrsanlagen für die Belastungen in der 100. Stunde in den meisten Fällen quasi automatisch auch die leistungsfähige Abwicklung des Verkehrsaufkommens in der 30. Stunde gewährleistet ist.

Ein weiteres Ergebnisse der durchgeführten Analysen ist, dass sich die Stundenintervalle von 06:00 bis 08:00 h und von 16:00 bis 18:00 h an einem Normalwerktag als die Zeitabschnitte erwiesen haben, die am besten für die Durchführung von Umlegungsberechnungen mit dem aufgestellten Verkehrsplanungsmodell geeignet sind.

Die Verkehrsbelastungen der 30. Stunde aus der Dauerganglinie der Verkehrsstärken im Jahr 2009 wurden anschließend zur Durchführung verkehrstechnischer Berechnungen nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS (vgl. FGSV, 2009) herangezogen. Im Rahmen dieser Berechnungen wurden die einzelnen Elemente des Autobahnnetzes im Planungsraum betrachtet.

Dabei zeigte sich für das AK Leverkusen insbesondere eine deutliche Überlastung zweier Verflechtungsbereiche (Verflechtung auf der östlichen Seite der Hauptfahrbahn der BAB A 3 zwischen den Strömen aus Richtung Koblenz in Fahrtrichtung Oberhausen und aus Richtung Frankfurt a. M. in Fahrtrichtung Koblenz sowie Verflechtung auf der nördlichen Seite der Hauptfahrbahn der BAB A 1 zwischen den Strömen aus Richtung Dortmund in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. und aus Richtung Frankfurt a. M. in Fahrtrichtung Koblenz).

Auch die Hauptfahrbahn der BAB A 1 vom AK Leverkusen in Fahrtrichtung Koblenz ist bei der Verkehrsnachfrage der 30. Stunde im Jahr 2009 rechnerisch überlastet. Diese Überlastung reicht bis zum AK Leverkusen-West. Durch die dort in die Fahrtrichtungen Düsseldorf und Leverkusen abfahrenden Fahrzeuge ergibt sich zunächst eine Entlastung, durch die am AK Leverkusen-West wieder auffahrenden Fahr-

zeuge stellt sich aber im weiteren Verlauf der BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz erneut eine rechnerische Überlastung ein, die bis über die Rheinbrücke reicht.

Die Rheinbrücke ist auch in Fahrtrichtung Dortmund überlastet. Diese Überlastung reicht bis zum AK Leverkusen. Durch die dort abfahrenden Fahrzeuge ergibt sich eine Entlastung.

Für die BAB A 3 im Bereich der AS Leverkusen wurde eine Überlastung beider Hauptfahrbahnen südlich der Anschlussstelle errechnet.

Die anhand der Verfahren aus dem HBS rechnerisch ermittelten Überlastungsbereiche sind nicht in allen Fällen identisch mit den Bereichen, in denen in der Realität Stauungen zu beobachten sind. Ein möglicher Grund dafür ist, dass sich Stausituationen in der Realität schnell auf benachbarte Verkehrsanlagen auswirken. So kann es sein, dass sich ein Stau schon bald nach seinem Auftreten gar nicht mehr am Ort seiner Entstehung befindet.

Als Ergebnis der Analysen der Verkehrssituation im Jahr 2009 kann aber unabhängig davon festgestellt werden, dass die verkehrstechnische Kapazität des Autobahnkreuzes Leverkusen und seiner benachbarten Streckenabschnitte und Knotenpunkte bereits heute an mehreren Stellen nicht ausreicht, um die zur Bemessung der Verkehrsanlagen heranzuziehende Verkehrsbelastung leistungsfähig und mit einer akzeptablen Verkehrsqualität abzuwickeln.

Eine solche Verkehrssituation kann zu einer Verdrängung von Fahrten in das angrenzende, im vorliegenden Fallhauptsächlich städtische Netz führen. Bereits aus heutiger Sicht ist ein Ausbau des Autobahnnetzes im Planungsraum erforderlich.

10.5 Aufbau eines Verkehrsplanungsmodells und Prognose

Um das zukünftige Verkehrsaufkommen in einem Untersuchungsraum einschließlich seiner zeitlichen und räumlichen Differenzierung beschreiben zu können, ist ein Verkehrsplanungsmodell erforderlich.

Das im Rahmen der vorliegenden Untersuchung aufgebaute Verkehrsplanungsmodell basiert auf den Daten der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) und Vorarbeiten aus der Integrierten Gesamtverkehrsplanung (IGVP) des Landes NRW. In das Modell sind darüber hinaus Einwohnerdaten der angrenzenden Städte und Angaben zur deren absehbaren strukturellen Entwicklungen, Daten aus Prognosen zur Entwicklung der Bevölkerung und des Mobilitätsverhaltens sowie Geoinformationsdaten des Landesbetriebs Straßenbau NRW eingegangen.

Das Modell geht deutlich über den Planungsraum hinaus. Die Matrix der Verkehrsverflechtungen wurde aus der Bundesverkehrswegeplanung übernommen, aber vor Durchführung der Umlegungsberechnungen auf eine wesentlich feinere Zelleneinteilung umgerechnet. Diese Zelleneinteilung sowie die Ausgangswerte der Strukturdaten der einzelnen Zellen wurden aus der IGVP übernommen. Die Strukturdaten der Zellen wurden anschließend anhand der o.g. Daten aktualisiert.

Für die einzelnen Zellen des Verkehrsmodells wurden aus den in der BVWP als Jahreswerte vorliegenden Angaben zum Fahrtenaufkommen die entsprechenden Anteile für die Zeitabschnitte von 06:00 bis 08:00 h und von 16:00 bis 18:00 Uhr errechnet. Diese Matrizen wurden anschließend auf das Verkehrsnetz umgelegt. Zur Berechnung der für die Umlegung relevanten Anteile wurden fahrtzweckspezifische Ganglinien herangezogen.

Zur zeitlichen Differenzierung der Lkw-Fahrten, die in der BVWP ebenfalls als Jahreswerte angegeben sind, wurden die Ergebnisse der Dauerzählstellen herangezogen (s. o.). Mit Hilfe dieser Ergebnisse erfolgte auch die Kalibrierung des Modells, d.h. die schrittweise Verbesserung der Modellparameter.

Nach iterativer Umlegung des in der Fahrtenmatrix angegebenen Verkehrsaufkommens auf das Untersuchungsnetz konnte eine gute Übereinstimmung zwischen den Streckenbelastungen des Modells und den tatsächlichen Belastungen des Analysefalls 2009 aus den automatischen Dauerzähleinrichtungen erreicht werden. Dies wurde mit Hilfe verschiedener Methoden zur Prüfung der Qualität des Modells nachgewiesen.

Anschließend wurde die Prognose für das Jahr 2025 entwickelt. Dieser Prognose liegt die Verflechtungsprognose aus der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) zu Grunde. Zusätzlich wurden alle verfügbaren Informationen aus den umliegenden Städten und Gemeinden zur weiteren Entwicklung der Einwohner und der Siedlungsstruktur berücksichtigt. Im Hinblick auf das Straßennetz sind in der Prognose-Matrix die Maßnahmen des vordringlichen Bedarfs der BVWP berücksichtigt.

Bei der Umlegung der Prognose-Matrix auf das Straßennetz wurden sowohl ein Prognose-Nullfall ohne Umsetzung der im Planungsraum erforderlichen Maßnahmen zur Gewährleistung der Kapazität und einer akzeptablen Verkehrsqualität als auch ein Prognose-Planfall mit diesen Maßnahmen untersucht. Nur für den Prognose-Planfall können mit der Umlegungsrechnung diejenigen Verkehrsbelastungen im Planungsraum prognostiziert werden, die sich mutmaßlich einstellen, wenn die gravierenden Engpässe behoben sind. Diese Verkehrsbelastungen werden zur Bemessung der Verkehrsanlagen benötigt. Die Abweichungen zwischen den beiden Prognosefällen zeigen dagegen die Anzahl der Fahrten, die bei einem Verzicht auf diese Ausbaumaßnahmen aus dem Autobahnnetz heraus ins untergeordnete Netz verdrängt werden.

So kommt es beim Vergleich der Verkehrsbelastungen im Planungsraum zwischen dem Analysezustand im Jahr 2009 und dem Prognose-Nullfall 2025 ohne Ausbau zu Zuwächsen der Verkehrsbelastungen zwischen ca. 4 % und ca. 15 %, beim Vergleich mit dem Prognose-Planfall zu Zuwächsen zwischen 7 % und 25 %. Aufgrund der modelltechnischen Voraussetzungen ist ausgeschlossen, dass die höheren Zuwächse im Prognose-Planfall auf ein zusätzlich generiertes Fahrtenaufkommen zurückzuführen sind. Es kann sich daher nur um Fahrten handeln, die im Prognose-Nullfall aus dem Autobahnnetz heraus ins untergeordnete Straßennetz verdrängt werden, im Prognose-Planfall dagegen auf den Autobahnen abgewickelt werden.

Die Umlegungsergebnisse zeigen, dass im gesamten Bereich des Kölner Rings mit deutlichen Zunahmen der Verkehrsbelastungen gerechnet werden muss. Dies gilt sowohl für den Kraftfahrzeugverkehr allgemein als auch für den Schwerverkehr im Besonderen.

10.6 Ganzjahresanalyse des Verkehrsablaufs

Zur Durchführung einer ganzjährigen Analyse des Verkehrsablaufs, deren Vorteile gegenüber herkömmlichen Bemessungsverfahren bereits unter Ziffer 1.2 dargestellt wurden, stand ein am Lehrstuhl für Verkehrswesen an der Ruhr-Universität Bochum entwickeltes Programm zur Verfügung. Damit wurde ein makroskopisches Simulationsmodell aufgebaut, mit dem der Verkehrsablauf in größeren Ausschnitten des Autobahnnetzes detailliert nachgebildet werden konnte.

Im Gegensatz zu mikroskopischen Simulationsmodellen, in denen einzelne Fahrzeuge nachgebildet und dargestellt werden, betrachtet dieses Modell die Kennwerte Verkehrsstärke q [Kfz/h], Verkehrsdichte k [Kfz/km] und mittlere momentane Geschwindigkeit v_m [km/h] innerhalb der untersuchten Streckenabschnitte. Die Streckenabschnitte können mit Ihren die Kapazität bestimmenden Eigenschaften (Anzahl der Fahrstreifen, Länge und Grad von Steigungen, Geschwindigkeitsbeschränkungen etc.) eingegeben werden. Außer Hauptfahrbahnen können auch Ein- und Ausfahrten, Rampen sowie Verflechtungsstrecken und Verteilerfahrbahnen als Streckenabschnitte definiert werden.

Zur Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den o.g. Kennwerte werden bewährte und anerkannte Modelle des Verkehrsablaufs für den freien (fließenden) Verkehr sowie für den gebundenen (gestauten) Verkehr verwendet. Im Fall von Überlastungen ist das Modell in der Lage, die Auswirkungen auf die benachbarten Streckenabschnitte dazustellen. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für eine realistische Einschätzung der Zeitverluste, die durch Überlastungen im Autobahnnetz hervorgerufen werden.

Die Verkehrsstärken werden in Form von Werten für den durchschnittlichen täglichen Verkehr DTV eingegeben. Zur Aufteilung des Verkehrs über den Tag können individuelle Ganglinien der untersuchenden Verkehrsanlagen und / oder standardisierte Ganglinien verwendet werden. Die Schwerverkehrsanteile werden ebenfalls über Ganglinien erzeugt. Auch für die Abbiegeanteile an Verzeigungspunkten (Ausfahrten) werden Ganglinien eingegeben.

Das Modell berücksichtigt die aktuellsten Erkenntnisse zur Zufälligkeit der Kapazität von Verkehrsanlagen. Die mittleren Kapazitäten der Streckenabschnitte entsprechen den aktuellen Forschungsergebnissen, die mutmaßlich in der nächsten Fassung des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen angegeben sein werden.

Die Ergebnisse des Modells können in sehr vielfältiger Weise ausgegeben werden. Für die vorliegende Untersuchung wurde insbesondere die Möglichkeit genutzt, die über ein ganzes Jahr im gesamten Planungsraum aufgetretenen Stau- und Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden volkswirtschaftlichen Kosten, errechnet anhand der Zeitkostenansätze der EWS (vgl. FGSV, 1997), anzugeben.

Für den so genannten Netz-Nullfall (Verkehrsumlegung des Prognosefalls, jedoch ohne einen Ausbau des Straßennetzes im Planungsraum) wurden mit dem Programm Zeitverluste von ca. 33,3 Mio. Kfz*h pro Jahr ermittelt. Dies entspricht in Anlehnung an die EWS 97 jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten in Höhe von 266 Mio. €.

10.7 Herleitung geeigneter Ausbaumaßnahmen, Gesamtkonzept

Bereits die Berechnungen zur Verkehrsqualität für die heutige Verkehrsnachfrage hatten deutliche Überlastungen des Autobahnkreuzes insbesondere in den vorhandenen Verflechtungsbereichen gezeigt. Die vorliegenden Prognosen gehen davon aus, dass im Planungsraum bis zum Jahr 2025 mit nennenswerten weiteren Steigerungen des Verkehrsaufkommens und einer Zunahme des Schwerverkehrsanteils zu rechnen ist. Die zu entwickelnden Ausbaumaßnahmen müssen darauf abgestimmt sind.

Die fachtechnische Grundlage für die Betrachtungen zum Ausbau des Autobahnnetzes im Planungsraum stellen die Richtlinien für die Anlage von Autobahnen RAA (vgl. FGSV, 2008) dar. Nach diesen Richtlinien sind die am AK Leverkusen ankommenden Bundesautobahnen A 1 und A 3 der Entwurfsklasse EKA 1 für großräumige Verbindungen zuzuordnen. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an die Parameter

(Mindestradien, Längen von Ein- und Ausfahrten etc.) der Entwurfselemente. Diese Anforderungen sind mit den Restriktionen aus dem Umfeld und den weiteren Planungszielen in Einklang zu bringen.

Bei den Überlegungen zur Herleitung einer geeigneten Lösung für das AK Leverkusen ist zu berücksichtigen, dass die im heutigen Ausbaustand vorhandenen Verflechtungsbereiche bereits heute überlastet sind. Ein Ausbau der Verflechtungsbereiche auf mehr Fahrstreifen erzeugt keine zusätzliche Kapazität, weil aufgrund der sehr geringen Länge der Verflechtungsbereiche auch bei einer größeren Anzahl von Fahrstreifen alle verflechtenden Fahrzeuge ihre Fahrstreifenwechsel auf sehr begrenztem Raum durchführen müssen.

Ein Ausbau des AK Leverkusen in seiner heutigen Form als Kleeblatt ist daher nicht zielführend.

Als naheliegender Lösungsansatz wurde ein abgewandeltes Kleeblatt mit separaten, indirekt geführten, in drei von vier Fällen zweistreifigen Rampen für die „Linksabbieger" im Autobahnkreuz untersucht. Mit einer solchen Lösung könnte die erforderliche Kapazität zwar gewährleistet werden. Durch die vorhandenen Restriktionen aus dem Umfeld ergibt sich aber die Notwendigkeit, die Rampen im Lageplan und im Höhenplan mit Mindestparametern zu trassieren. Dies führt aus der Perspektive der Kraftfahrer zu einer schnellen Abfolge von engen Kreisbögen (in den Schleifenrampen) und Zwischengeraden sowie von Wannen und Kuppen mit geringen Halbmessern (in den übrigen Bereichen der Rampen), verbunden mit den sich daraus ergebenden Einschränkungen der Sichtweiten. Ausdrücklich wird in den RAA auf die „Eingeschränkte Qualität des Verkehrsablaufs im Überwerfungsbereich der Rampen" sowie auf die geringeren Sichtweiten aufgrund der ungünstigen Schleifenrampenführung verwiesen. Die vorhandene Sichtweite stellt in Hinblick auf die Sicherheit einer Verkehrsanlage stets ein besonders wichtiges Kriterium dar.

Trotz der Verwendung von Mindestparametern ergibt sich aber mit dem hier diskutierten Lösungsansatz ein erhöhter Flächenbedarf, der im nordöstlichen Quadranten zu erheblichen Eingriffen in die bestehende Bebauung führen würde. Die Planungsziele Minimierung der Eingriffe in das zum Teil dicht bebaute Umfeld und Reduzierung der Belastungen für die Anwohner und die benachbarten Nutzungen können mit diesem Ansatz nicht erreicht werden.

Das abgewandelte Kleeblatt wurde daher in den weiteren Betrachtungen nicht mehr berücksichtigt.

Als nächster Lösungsansatz wurde die Knotenpunktgrundform Malteserkreuz in einer leicht abgewandelten Form (ohne direkte Rampe für die Fahrbeziehung von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen auf die BAB A 1 in Fahrtrichtung Dortmund) untersucht. Kennzeichnend für diese sehr leistungsfähige Lösung ist, dass der Verkehr im Bereich des zentralen Bauwerks in vier Ebenen geführt wird.

Daraus ergeben sich entweder (bei oberirdischer Anordnung zusätzlicher Ebenen) erhebliche Nachteile für die Emissionsausbreitung oder (bei unterirdischer Anordnung zusätzlicher Ebenen) hohe zusätzliche Baukosten. Für beide Formen der Führung gilt, dass bei der Herstellung einer solchen Lösung große Anforderungen an die Einrichtung und den Betrieb der Baustelle bestehen. Möglicherweise ist ein Bau des Autobahnkreuzes unter Betrieb sogar ausgeschlossen.

Der Lösungsansatz Malteserkreuz ist mit erheblichen Nachteilen verbunden. Da eine andere, weniger problematische Lösung gefunden wurde, sollte von einer Realisierung eines Malteserkreuzes Abstand genommen werden.

Als nächstes wurde die Knotenpunktgrundform Windmühle (ebenfalls in einer leicht abgewandelten Form ohne direkte Rampe für die Fahrbeziehung von der BAB A 3 aus Richtung Oberhausen auf die BAB A 1

in Fahrtrichtung Dortmund) untersucht. Diese Lösung weist drei halbdirekt geführte, zweistreifige Rampen auf. Es kann daher ein leistungsfähiger Verkehrsablauf erwartet werden.

Um die vorhandenen Restriktionen aus dem Umfeld zu berücksichtigen, ergibt sich aber die Notwendigkeit, mehrere Rampen im Lageplan und im Höhenplan mit Mindestparametern zu trassieren. Dies wirkt sich ungünstig auf den Verkehrsablauf sowie auf die Verkehrssicherheit aus. Nur mit der Verwendung von Mindestparametern können aber Eingriffe in die bestehende Bebauung vermieden werden.

Mit der abgewandelten Windmühle können die Planungsziele im Wesentlichen erreicht werden. Es muss jedoch eingeräumt werden, dass die halbdirekte Führung der „Linksabbieger" über teilweise mit Mindestparametern trassierte Rampen nicht dem Ziel entspricht, die höchstmögliche Verkehrssicherheit zu erreichen. Die Windmühle stellt aber einen geeigneten Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen zur Optimierung dar.

Als optimierter Autobahnknotenpunkt auf der Basis einer abgewandelten Windmühle wurde die in Abbildung 151 dargestellte Lösung entwickelt. Im Unterschied zur Windmühle werden die halbdirekt geführten Rampen darin soweit nach außen gelegt, wie es die vorhandenen Flächen des Autobahnkreuzes - begrenzt durch die heutige Lage der Tangentialrampen - zulässt. Dies ermöglicht eine annähernd kreisförmige äußere Begrenzung des Autobahnkreuzes, die ohne Beanspruchung zusätzlicher Flächen hergestellt werden kann. Im Gegenteil: Im besonders kritischen nordöstlichen Quadranten mit unmittelbar an das heutige AK Leverkusen angrenzender Wohnbebauung sowie im nordwestlicher Quadranten kann durch eine Verlegung der Tangentialrampen nach innen eine Verringerung der von den Verkehrsanlagen beanspruchten Flächen erreicht werden.

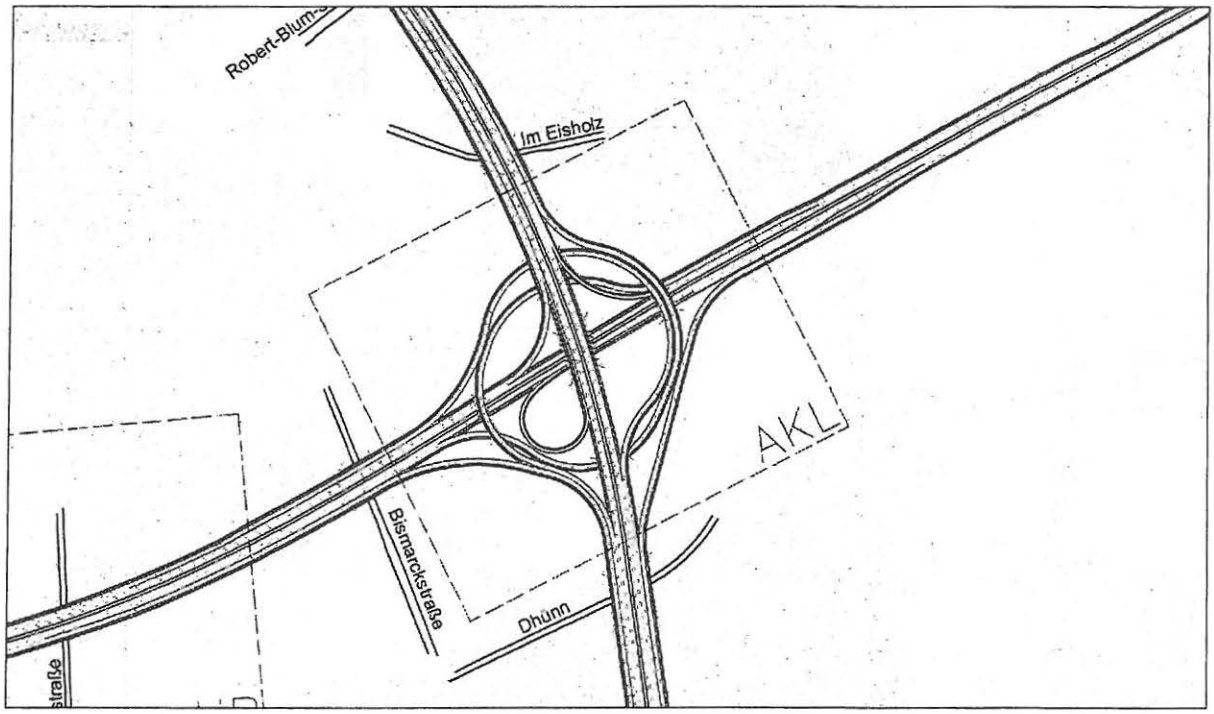


Abbildung 151: Optimierte Lösung auf der Basis einer abgewandelten Windmühle

Außer durch die zweistreifigen Rampen wird auch durch die Trennung der in verschiedenen Zielrichtungen ausfahrenden Ströme eine hohe Kapazität erzielt. Als besonders vorteilhaft für den Verkehrsablauf sowie vor allem für die Verkehrssicherheit sind die großen Radien insbesondere der außen liegenden Rampen anzusehen. Die Mindestparameter der Entwurfselemente gemäß RAA (vgl. FGSV, 2008) werden überall eingehalten, in den meisten Fällen aber deutlich überschritten. Im Hinblick auf die Lärmsituation stellt der optimierte Entwurf eine vorteilhafte Lösung dar. Der Umbau kann unter Betrieb erfolgen (vgl. hierzu Ziffer 10.8).

Mit der optimierten Lösung auf Basis einer abgewandelten Windmühle können die Planungsziele in bestmöglicher Weise erreicht werden. Der Ausbaubedarf innerhalb des Autobahnkreuzes kann nach heutigem Stand der Kenntnisse ohne besondere Schwierigkeiten realisiert werden. Bei den weiteren Untersuchungen wurde daher davon ausgegangen, dass für das AK Leverkusen ein Ausbau zu der hier diskutierten optimierten Lösung erfolgt.

Nach der Herleitung der vorteilhaftesten Lösung für das Autobahnkreuz Leverkusen wurde der Ausbaubedarf für die sich anschließenden Streckenabschnitte ermittelt. Nennenswerter Ausbaubedarf ergibt sich dort insbesondere für den westlich des AK Leverkusen liegenden Abschnitt der BAB A 1 sowie für den südlich des AK Leverkusen liegenden Abschnitt der BAB A 3.

Als grundsätzlich denkbare Alternative zum Ausbau dieser beiden Streckenabschnitte, dem jeweils erhebliche Restriktionen aus dem Umfeld gegenüberstehen, wurde auch die Möglichkeit geprüft, den Verkehr in Tunnelbauwerken zu führen. Abgesehen von den außergewöhnlich hohen Baukosten, die mit einer Führung von bis zu sechs Fahrstreifen je Richtungsfahrbahn im Tunnel verbunden wären, schließen aber auch die vorhandenen Zwangspunkte eine sinnvolle Führung der Hauptfahrbahnen im Tunnel aus. Unter Berücksichtigung der Höhenverhältnisse vorhandener Gewässer, Straßen, Bahnlinien und Bauwerke sowie unter Beachtung der zulässigen Höchstlängsneigungen sowie anderer wichtiger, für die Verkehrssicherheit relevanter Bedingungen der technischen Richtlinien könnten in der vorliegenden Situation höchstens kurze Abschnitte der Hauptfahrbahn in Tunnellage verlaufen. Eine Führung der Hauptfahrbahnen im Tunnel wurde daher nicht weiter in Betracht gezogen.

Die AS Leverkusen ist unabhängig vom beabsichtigten Ausbau der AK Leverkusen schon aufgrund des geplanten Ausbaus der BAB A 3 auf vier Fahrstreifen je Richtung umzubauen. Damit ist sowohl eine Verbreiterung des Brückbauwerks als auch eine Erhöhung seiner lichten Weite verbunden. Den hier angestellten Untersuchungen wurden eine Bau- und Betriebsform sowie ein Ausbaustand der AS Leverkusen zu Grunde gelegt, der bereits im Rahmen einer vorangegangenen Untersuchung (vgl. PTV, 2006) hergeleitet wurde. Ein darüber hinausgehender Ausbaubedarf durch die hier untersuchten Maßnahme am AK Leverkusen oder durch den Ausbau der BAB A 3 zwischen dem AK Leverkusen und der AS Leverkusen besteht nicht.

Allerdings sollten aufgrund der engen Abfolge der einzelnen Elemente zusätzlich zu den hier durchgeführten Berechnungen zur Kapazität und Verkehrsqualität mit Hilfe der Verfahren aus dem HBS noch zusätzliche Untersuchungen mit Hilfe einer mikroskopischen Simulation des Verkehrsablaufs durchgeführt werden, um eine noch größere Sicherheit hinsichtlich der Funktionsfähigkeit der Anlagen bzw. eine weitere Optimierung des Entwurfs zu erreichen.

Auch am AK Leverkusen-West ergibt sich aus den Planungen für das AK Leverkusen sowie für den zwischen den Autobahnkreuzen liegenden Streckenabschnitt der BAB A 1 kein Ausbaubedarf. Allerdings hatten die Berechnungen für die Verkehrsbelastungen in der 30. Stunde der Dauerlinie des Jahres 2009

gezeigt, dass die Kapazität der Hauptfahrbahnen gemäß HBS im Bereich der Rheinbrücke bereits überschritten wird. Zur Abwicklung der für das Jahr 2025 prognostizierten Verkehrsbelastungen sind im Bereich der Rheinbrücke vier Fahrstreifen je Richtung erforderlich. In diesem Zusammenhang ist auch ein Umbau des AK Leverkusen-West erforderlich, der sich jedoch eher durch Anpassungen an die zwangsläufig leicht veränderte Lage einer neuen, je Richtung vierstreifigen Rheinbrücke als durch kapazitätssteigernde Maßnahmen auszeichnet.

10.8 Entwicklung von Modulen zur stufenweisen Realisierung des Ausbaus

Zu den Zielen der Planung gehört, dass die entwickelten Lösungen stufenweise in sinnvollen Modulen sowie unter Betrieb (d.h. ohne länger andauernde Sperrungen von Fahrbeziehungen) hergestellt werden können. Ebenso sollten (abgesehen von provisorischen Lösungen während der Bauphasen) keine Zwischenzustände des Ausbaus entstehen, die bei einer Wiederaufnahme der Bauarbeiten nach ggf. längerer Unterbrechung wieder zurückgebaut werden müssten.

Mit jedem realisierten Modul sollte darüber hinaus bereits eine Verbesserung für den Verkehrsablauf erreicht werden.

Für das AK Leverkusen wurde daher ein Bauablauf entwickelt, der sich in vier Module gliedert, die in insgesamt acht Baustufen hergestellt werden können. Die Reihenfolge der Module ergibt sich zum Teil zwingend aus dem Platzbedarf der einzelnen Elemente des geplanten Autobahnknotenpunktes bzw. aus den vorhandenen geometrischen Ausgangsbedingungen. Für einzelne Module besteht aber auch die Möglichkeit, die Reihenfolge der Umsetzung zu verändern. Nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse sollte die Abfolge der Module wie folgt geplant werden:

Modul 1: Herstellung der halbdirekten, zweistreifigen Rampe für die Fahrbeziehung von der BAB A 3 aus Richtung Frankfurt a. M. zur BAB A 1 in Fahrtrichtung Koblenz. Mit der Realisierung dieses Moduls, die in zwei Baustufen gegliedert werden kann, werden die beiden bereits heute überlasteten Verflechtungsbereiche entlastet. Die positive Wirkung dieses Moduls auf den Verkehrsablauf ist daher erheblich.

Modul 2: Herstellung einer einstreifigen Schleifenrampe im südwestlichen Quadranten sowie einer neuen, von der vorhandenen Bebauung der Hufeisensiedlung abgerückten, einstreifigen Rampe im nordöstlichen Quadranten des Autobahnknotenpunktes sowie der halbdirekten, zweistreifigen Rampe für die Fahrbeziehung von der BAB A 1 aus Richtung Koblenz zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Oberhausen. Die positive Wirkung dieses Moduls, das in drei Baustufen realisiert werden kann, ist ebenfalls groß.

Modul 3: Herstellung der halbdirekten, zweistreifigen Rampe für die Fahrbeziehung von der BAB A 1 aus Richtung Dortmund zur BAB A 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M.. Mit diesem Modul, das in zwei Baustufen realisiert werden kann, werden die letzten Engpässe innerhalb des Autobahnknotenpunktes beseitigt. Um die volle Leistungsfähigkeit der Verkehrsanlagen abrufen zu können, sind jedoch noch weitere Maßnahmen erforderlich, die nur im Zusammenhang mit dem Ausbau der westlich und südlich angrenzenden Steckenabschnitte realisiert werden können.

Modul 4: Herstellung der zwei jeweils zweistreifigen Rampen für die Fahrbeziehungen von der BAB 1 aus Richtung Koblenz zur BAB 3 in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. und von der BAB 3 aus Richtung Oberhausen in Fahrtrichtung Koblenz. Die Realisierung dieses Moduls, die in einer Baustufe erfolgen kann, setzt voraus, dass die westlich und südlich an das Autobahnkreuz Leverkusen angrenzenden Streckenabschnitte der BAB A 1 und der BAB A 3 zeitgleich oder im Vorlauf gemäß der hier entwickelten Lösung ausgebaut werden.

Für den Ausbau der westlich an das Autobahnkreuz Leverkusen angrenzenden Streckenabschnitte im Zuge der BAB A 1 (Hochstraße B, AK Leverkusen-West, Rheinbrücke) wurden ebenfalls Lösungen entwickelt, die einen Ausbau unter Betrieb ermöglichen.

10.9 Bewertung des Verkehrsablaufs in verschiedenen Netzfällen

Als Netzfälle wurden verschiedene Stufen des Ausbaus des Autobahnnetzes im Untersuchungsraum definiert. Mit dieser räumlichen und zeitlichen Unterteilung soll gezeigt werden, welche einzelnen Schritte auf dem Weg zur Realisierung der für den Planungsraum entwickelten Gesamtlösung besonders wirksam sind bzw. welche gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen den Planfällen ggf. bestehen. Damit sollen die Voraussetzungen für die strategischen Entscheidungen zur Umsetzung der Maßnahme verbessert werden, die wegen unterschiedlicher planungsrechtlicher Voraussetzungen, wegen unterschiedlicher Restriktionen aus dem Umfeld sowie wegen bau- und finanzierungstechnischer Aspekte voraussichtlich nicht in einem Zuge, sondern nur abschnittsweise (mit ggf. über Jahre andauernden Pausen) wird abgewickelt werden können.

Für jeden Netzfall wurden -ebenso wie bei der Bewertung der Verkehrssituation im Jahr 2009- verkehrstechnische Berechnungen nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS (vgl. FGSV, 2009) durchgeführt, in deren Rahmen die einzelnen Elemente des Autobahnnetzes im Untersuchungsraum betrachtet wurden. Dabei wurden der empfohlene Ausbau des Autobahnnetzes sowie die Verkehrsbelastungen der 30. Stunde aus der Dauerganglinie der für das Jahr 2025 prognostizierten Verkehrsstärken zu Grunde gelegt. Über diese Berechnungen hinaus sollten im weiteren Verlauf der Planungen zusätzliche Untersuchungen mit Hilfe einer mikroskopischen Simulation des Verkehrsablaufs durchgeführt werden, um eine noch größere Sicherheit hinsichtlich der Funktionsfähigkeit der Anlagen bzw. eine weitere Optimierung des Entwurfs zu erreichen.

Außer den Berechnungen zur Kapazität und zur Verkehrsqualität mit Hilfe der Verfahren aus dem HBS wurde für jeden Netzfall eine Ganzjahresanalyse des Verkehrsablaufs durchgeführt, anhand deren Ergebnisse der volkswirtschaftliche Nutzen und die positiven Umweltwirkungen der in den Netzfällen zusammengefassten Maßnahmen gezeigt werden kann.

- Im **Netzfall 1** wird davon ausgegangen, dass nur das AK Leverkusen sowie die nördlich und östlich angrenzenden Streckenabschnitte gemäß dem entwickelten Vorschlag ausgebaut sind. Für die Umsetzung der damit verbundenen Maßnahmen wurden im Rahmen einer überschlägigen Betrachtung Baukosten in Höhe von netto ca. 109 Mio. €, mit MwSt. ca. 130 Mio. € geschätzt.

  Die für die Bemessungsverkehrsstärken durchgeführten verkehrstechnischen Berechnungen zeigen, dass im AK Leverkusen eine leistungsfähige Verkehrsabwicklung erwartet werden darf. Es treten aber noch Überlastungen in mehreren angrenzenden Streckenabschnitten auf, für die im Netzfall 1 noch kein Ausbau angenommen wurde.

  Im Rahmen der Ganzjahresanalyse hat sich gezeigt, dass die Zeitverluste der Verkehrsteilnehmer von ca. 33,3 Mio. Kfz x h pro Jahr im Netz-Nullfall um fast die Hälfte (47 %) auf ca. 17,8 Mio. Kfz x h pro Jahr zurückgehen. Diese Zeitverluste entsprechen jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten in Höhe von ca. 145 Mio. € (Netz-Nullfall: ca. 266 Mio. €).

- Im **Netzfall 2** wird angenommen, dass nur der Streckenabschnitt der BAB A 3 zwischen dem AK Leverkusen und der AS Leverkusen ausgebaut wird. Maßnahmen am AK Leverkusen sind in die-

sem Netzfall nicht enthalten. Für die im Netzfall 2 enthaltenen Maßnahmen wurden im Rahmen einer überschlägigen Betrachtung Baukosten in Höhe von netto ca. 58 Mio. € , mit MwSt. ca. 70 Mio. € geschätzt.

Die für die Bemessungsverkehrsstärken durchgeführten verkehrstechnischen Berechnungen zeigen, dass gegenüber dem Netz-Nullfall nur im Zuge der ausgebauten BAB A 3 Verbesserungen der Verkehrsabwicklung zu erwarten sind. In vielen anderen Abschnitten des Autobahnnetzes im Planungsraum treten dagegen weiterhin deutliche Überlastungen auf.

Im Rahmen der Ganzjahresanalyse hat sich gezeigt, dass die Zeitverluste der Verkehrsteilnehmer gegenüber dem Netz-Nullfall unverändert bei ca. 33,3 Mio. Kfz x h pro Jahr liegen. Aufgrund einer anderen Aufteilung der anfallenden Zeitverluste zu Lasten der Pkw und zu Gunsten der Lkw sinken die daraus resultierenden jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten aber geringfügig auf ca. 260 Mio. €.

- **Netzfall 3** stellt eine Kombination der Maßnahmen aus den Netzfällen 1 und 2 dar. Die im Rahmen einer überschlägigen Betrachtung ermittelten Baukosten liegen bei ca. netto 168 Mio. € , mit MwSt. ca. 200 Mio. €.

  Die für die Bemessungsverkehrsstärken durchgeführten verkehrstechnischen Berechnungen zeigen, dass ähnliche Verbesserungen gegenüber dem Prognose-Nullfall zu erwarten sind wie im Netzfall 1. Anstelle von Überlastungen im Zuge der BAB A 3 zwischen dem AK Leverkusen und der AS Leverkusen in Fahrtrichtung Frankfurt a. M. sind Überlastungen im Bereich der BAB A 1 zwischen dem AK Leverkusen und dem AK Leverkusen-West zu erwarten.

  Im Rahmen der Ganzjahresanalyse ergibt sich eine etwas geringe Abnahme der Zeitverluste der Verkehrsteilnehmer gegenüber dem Prognose-Nullfall als im Netzfall 1. Die Summe der Zeitverluste liegt bei ca. 22,1 Mio. Kfz x h pro Jahr, dies entspricht jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten in Höhe von ca. 182 Mio. €. Die geringere Abnahme der Zeitverluste als im Netzfall 1 ist darauf zurückzuführen, dass im Netzfall 3 die zuflussdosierende Wirkung der BAB A 3 im in südlichen Zulauf das Autobahnkreuzes entfällt.

- Im **Netzfall 4** wird davon ausgegangen, dass zusätzlich zu den Maßnahmen des Netzfalls 3 die Hochstraße B im Zuge der BAB A 3 zwischen dem AK Leverkusen und dem AK Leverkusen-West ausgebaut ist. Damit ist der Ausbau im Planungsraum (mit Ausnahme des Neubaus einer Rheinbrücke mit je vier Fahrstreifen pro Richtungsfahrbahn) abgeschlossen. Für die Umsetzung aller Maßnahmen wurden im Rahmen einer überschlägigen Betrachtung Baukosten in Höhe von netto ca. 396 Mio. € , mit MwSt. ca. 470 Mio. € geschätzt.

  Die für die Bemessungsverkehrsstärken durchgeführten verkehrstechnischen Berechnungen zeigen, dass nur noch im Bereich der Rheinbrücke Überlastungen zu verzeichnen sind. Eine mangelhafte Verkehrsqualität tritt außerhalb des Planungsraums auf den Streckenabschnitten der BAB A 1 westlich der AS Köln-Niehl und der BAB A 3 nördlich des AS Leverkusen-Opladen auf, für die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keine Ausbaumaßnahmen vorgesehen wurden.

  In der Ganzjahresanalyse ergibt sich eine erhebliche Abnahme der Zeitverluste der Verkehrsteilnehmer gegenüber dem Prognose-Nullfall, aber auch gegenüber den anderen Planfällen. Die Summe der Zeitverluste liegt nur noch bei ca. 9,8 Mio. Kfz x h pro Jahr, dies entspricht einer pro-

zentualen Abnahme gegenüber dem Prognose-Nullfall von ca. 70 % und verbleibenden jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten aufgrund von Zeitverlusten in Höhe von ca. 83 Mio. €.

- **Netzfall 5** umfasst den vollständigen Ausbau des Autobahnnetzes im Planungsraum einschließlich einer neuen Rheinbrücke mit je vier Fahrstreifen pro Fahrtrichtung und die erforderlichen Anpassungen im Bereich des AK Leverkusen-West. Für den Neubau der Rheinbrücke und des AK Leverkusen West wurden im Rahmen einer überschlägigen Betrachtung Baukosten in Höhe von ca. 460 Mio. € geschätzt. Die Summe der Baukosten für die Realisierung sämtlicher Maßnahmen steigt damit auf ca. netto ca. 856 Mio. € , mit MwSt. ca. 1 Mrd. €.

  Die Ergebnisse der verkehrstechnischen Berechnungen zeigen, dass die für das Jahr 2025 prognostizierten Bemessungsverkehrsstärken bei einer Realisierung der empfohlenen Ausbaumaßnahmen sowohl am AK Leverkusen als auch in den übrigen Bereichen des Planungsraums leistungsfähig und mit einer mindestens ausreichenden Qualität des Verkehrsablaufs abgewickelt werden können. Eine mangelhafte Verkehrsqualität tritt außerhalb des Planungsraums auf den Streckenabschnitten der BAB A 1 westlich der AS Köln-Niehl und der BAB A 3 nördlich des AS Leverkusen-Opladen auf, für die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keine Ausbaumaßnahmen vorgesehen wurden. Über die Berechnungen gemäß HBS hinaus sollten im weiteren Verlauf der Planungen zusätzliche Untersuchungen mit Hilfe einer mikroskopischen Simulation des Verkehrsablaufs durchgeführt werden, um eine noch größere Sicherheit hinsichtlich der Funktionsfähigkeit der Anlagen bzw. eine weitere Optimierung des Entwurfs zu erreichen

  In der Ganzjahresanalyse ergibt sich eine erhebliche Abnahme der Zeitverluste der Verkehrsteilnehmer gegenüber dem Prognose-Nullfall sowie mehr als eine Halbierung gegenüber den Zeitverlusten im Netzfall 4. Die Summe der Zeitverluste liegt nur noch bei ca. 4,1 Mio. Kfz x h pro Jahr, dies entspricht einer prozentualen Abnahme gegenüber dem Prognose-Nullfall von ca. 88 % und jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten aufgrund von Zeitverlusten in Höhe von ca. 29 Mio. €.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die deutlichsten Verbesserungen für den Verkehrsablauf im Sinne der Verkehrsqualität in den Spitzenstunden des Prognosezieljahres 2025, aber vor allem im Sinne einer Reduzierung der für die Verkehrsteilnehmer durch Stau anfallenden Zeitverluste und der damit verbundenen volkswirtschaftlichen Kosten, mit der Realisierung der Netzfälle 1 sowie 4 und 5 erreicht werden können.

Bochum, Mai 2013

Brilon Bondzio Weiser - Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH
Universitätsstraße 142
44799 Bochum

Literaturverzeichnis

Bezirksregierung Arnsberg, Regionale Verkehrsleitzentrale (Hrsg.):

Staudaten 2007 und 2008

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS (Hrsg.):

Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025

Weiser, Sillus, Lippold (2006):

Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 936, Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf an planfreien Knotenpunkten mit Fahrstreifensubtraktion, Bonn 2006

Brilon, Geistefeldt (2007):

Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 967, Autobahnen und Autobahnknotenpunkte mit vierstreifigen Richtungsfahrbahnen –Gestaltung und Bemessung-, Bonn 2007

Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaften GmbH, DLR Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. Institut für Verkehrsforschung im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS:

Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.):

Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS). Ausgabe 2009

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.):

Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen. Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten. Ausgabe 1998

Ingenieurbüro Dr. Trapp (Hrsg.):

Untersuchung von Planungsvarianten im AK Leverkusen mittels mikroskopischer Verkehrsflusssimulation. Aachen 2007

Ingenieurgesellschaft Stolz mbH (Hrsg.):

Verkehr in Langenfeld. Kaarst 2007

Anlagenverzeichnis

	Berechnungen
Anlage B-I	HBS Berechnungen der 30. Stunde in der Analyse
Anlage B-II	HBS Berechnungen der 30. Stunde im Prognose-Nullfall
Anlage B-III	HBS Berechnungen der 30. Stunde im Planfall 1
Anlage B-IV	HBS Berechnungen der 30. Stunde im Planfall 2
Anlage B-V	HBS Berechnungen der 30. Stunde im Planfall 3
Anlage B-VI	HBS Berechnungen der 30. Stunde im Planfall 4
Anlage B-VII	HBS Berechnungen der 30. Stunde im Planfall 5
Anlage B-VII-L1-L4	HBS Berechnung AS Leverkusen
Anlage B-VII-L5-L6	HBS Berechnung AS Leverkusen West
Anlage B-VII-L7-L11	HBS Berechnung AS Leverkusen Opladen
	Darstellung der Ergebnisse der Dauerzählstellen
Anlage D-1 – D-21	A 3 Fahrtrichtung Frankfurt
Anlage D-22 – D-42	A 3 Fahrtrichtung Oberhausen
Anlage D-43 – D-63	A 1 Fahrtrichtung Euskirchen
Anlage D-64 – D-78	A 1 Fahrtrichtung Wuppertal
	Kalibration
Anlage G1 – G3	Kalibrationsstellen
	Kosten
Anlage K-1 – K-8	Kostenübersicht
	Lageplan
Anlage L-1	Übersichtslageplan
	Strukturdaten für das Verkehrsmodell
Anlage M-1- M-2	Angaben der angrenzenden Städte
	Querschnitte
Anlage Q-1	Ausbauquerschnitt BAB A 3 Nord
Anlage Q-2	Ausbauquerschnitt BAB A 3 Süd
Anlage Q-3	Ausbauquerschnitt A 1
Anlage Q-4	Rampenquerschnitte

	Stunden
Anlage S-1 – S-17	Darstellung der Verkehrsbelastungen in der 30., 50. und 100. Stunde im Kreuz Leverkusen
	Umlegung
Anlage U-1	DTV 2025 in Kfz/24h und psv in % im Planungsraum
Anlage U-1a	DTV 2025 in Kfz/24h und psv >2,8t in % im Planungsraum
Anlage U-2	DTV 2025 in Kfz/24h und psv in % am AK Leverkusen
Anlage U-2a	DTV 2025 in Kfz/24h und psv > 2,8t in % am AK Leverkusen
Anlage U-3	DTVw 2025 in Kfz/24h im Planungsraum
Anlage U-4	SVw 2025 in SV/24h im Planungsraum
Anlage U-5	DTVw 2025 in Kfz/24h am AK Leverkusen
Anlage U-6	SVw 2025 in SV/24h am AK Leverkusen
Anlage U-7	MT in Kfz/h und pt in % im Planungsraum
Anlage U-8	MN in Kfz/h und pn in % im Planungsraum
Anlage U-9	MT in Kfz/h und pt in % am AK Leverkusen
Anlage U-10	MN in Kfz/h und pn in % am AK Leverkusen
Anlage U-11	Prognose-Nullfall DTV 2025 in Kfz/24h und SV Untersuchungsraum
Anlage U-12	Prognose-Planfall DTV 2025 in Kfz/24h und SV Untersuchungsraum
Anlage U-13	Differnzbelastung zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall in Kfz/24h
Anlage U-14	Differnzbelastung zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall in SV/24h
	Gesamtkonzept Umbau
Anlage Ü-1 – Ü-2	Übersichtspläne Umbau
	Darstellung der Ergebnisse der Verfolgungszählung
Anlage V-1 – V-18	Dokumentation der Verfolgungszählung vom 16.06.2009
Anlage V-19 – V-28	Dokumentation der Verfolgungszählung vom 06.10.2009
Anlage V-29 – V-32	Verkehrsbelastungen am Kreuz Leverkusen vom 16.06.2009 und 06.10.2009