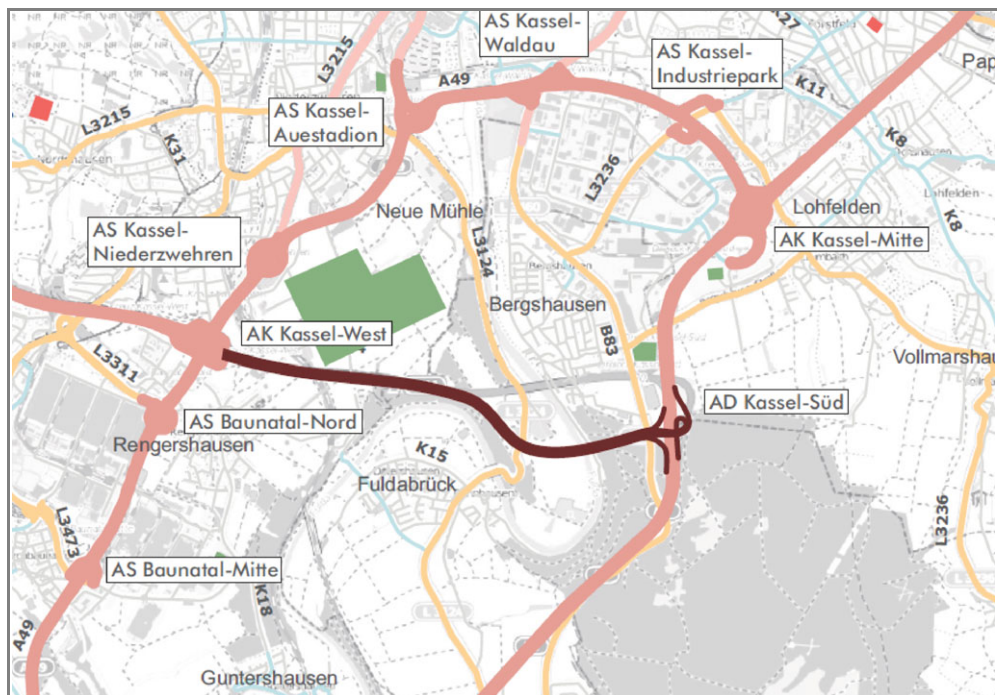


Deges

A 44 – Bergshäuser Brücke

Verkehrsuntersuchung - Fortschreibung 2035

Bericht



Karlsruhe
Juli 2023

Deges

A 44 – Bergshäuser Brücke

Verkehrsuntersuchung - Fortschreibung 2035

Bericht

Bearbeiter

Dr.-Ing. Frank Gericke (Projektleiter)

B. Sc. Maximilian Gericke (Bauingenieur)

B.-Eng. Kathrin Mettmann (Verkehrsingenieur)

Verfasser

MODUS CONSULT Gericke GmbH & Co. KG

Pforzheimer Straße 15b

76227 Karlsruhe

0721 / 86009-0

Erstellt im Auftrag der Deges

im Juli 2023

Inhalt

1. Aufgabenstellung	7
1.1 Allgemeines	7
1.2 Methodische Vorgehensweise	7
2. Datengrundlagen	9
2.1 Räumliche Lage	9
2.2 Verkehrserhebungen	9
2.3 Verkehrsnachfrage	9
2.4 Aufbau und Struktur des EDV-Modells	9
2.5 Verkehrsmengen Analyse 2021	11
3. Prognose 2035	13
3.1 Struktur- und Mobilitätsentwicklungen	13
3.2 Prognose Nullfall 2035	14
3.3 Prognose Planfall 2035	15
3.4 Schalltechnische Grundlagen	16
4. Leistungsfähigkeitsbewertung	18
4.1 Vorgehensweise	18
4.2 Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsbewertung Nullfall 2035	21
4.3 Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsbewertung Planfall 2035	21
5. Zusammenfassung	22

Tabellen

Tab. 1: Verkehrsmengen Analyse 2021 [DTVw3] (11)

Tab. 2: Verkehrsmengen Prognose-Nullfall 2035 und Differenzen zu Analyse 2021 (15)

Tab. 3: Verkehrsmengen Prognose Planfall 2035 und Differenzen zu Prognose Nullfall 2035 (16)

Pläne

- Plan 1 Netzkonzzept Analyse 2021
- Plan 2 Querschnittsbelastungen Analyse 2021 – Kfz/d
- Plan 3 Querschnittsbelastungen Analyse 2021 – SV>3,5t/d
- Plan 4 Netzkonzepction Prognose Nullfall 2035
- Plan 5 Querschnittsbelastungen Prognose Nullfall 2035 – Kfz/d
- Plan 6 Differenzen Prognose Nullfall 2035 zu Analyse 2021 – Kfz/d
- Plan 7 Querschnittsbelastungen Prognose Nullfall 2035 – SV>3,5t/d
- Plan 8 Differenzen Prognose Nullfall 2035 zu Analyse 2021 – SV>3,5t/d
- Plan 9 Netzkonzepction Prognose Planfall 2035
- Plan 10 Querschnittsbelastungen Prognose Planfall 2035 – Kfz/d
- Plan 11 Differenzen Prognose Planfall 2035 zu Prognose Nullfall 2035 – Kfz/d
- Plan 12 Querschnittsbelastungen Prognose Planfall 2035 – SV>3,5t/d
- Plan 13 Differenzen Prognose Planfall 2035 zu Prognose Nullfall 2035 – SV>3,5t/d
- Plan 14 Qualität des Verkehrsablaufs Prognose Nullfall 2035 – MSV 50
- Plan 15 Qualität des Verkehrsablaufs Prognose Planfall 2035 – MSV 50
- Plan 16 Qualität des Verkehrsablaufs Prognose Planfall 2035 – MSV 50 [w3]

Anlagen

- Anlage 1-0 Lageplan der Querschnitte für Schallgrundlagen Nullfall und Planfall
- Anlage 1-1 Schallgrundlagen-RLS-19 und RLS-90_A44 Bergshäuser Brücke - Nullfall 2035
- Anlage 1-2 Schallgrundlagen-RLS-19 und RLS-90_A44 Bergshäuser Brücke - Planfall 2035

1. Aufgabenstellung

1.1 Allgemeines

Die DEGES GmbH plant im Auftrag des Bundes die Sanierung und den Ausbau der A 44 im Bereich der Bergshäuser Brücke zwischen den Anschlussstellen AD Kassel Süd und AK Kassel West. Für das aktuell geplante Planfeststellungsverfahren wird eine Verkehrsprognose für das Jahr 2035 erforderlich.

Bislang wurde die Prognose für 2030 erstellt und mit den erforderlichen Nachweisen zur Leistungsfähigkeit dokumentiert. Es werden nun gesicherte Aussagen zur Verkehrsentwicklung und Leistungsfähigkeit der geplanten Veränderungen sowie aktualisierte Verkehrskenndaten für die schalltechnische und die Luftschadstoffuntersuchung benötigt, um rechtssicher durch die Verfahren zu kommen. Nach aktueller Planung ist nur die Vorzugsvariante zu beurteilen, nachdem die Variantenauswahl bereits mit der Untersuchung im Planungshorizont 2030 erfolgt ist.

Modus Consult hat die früheren Untersuchungen durchgeführt und zwischenzeitlich aktuelle Fortschreibungen in den regionalen Straßenverkehrsmodellierungen in der Umgebung vorgenommen, welche als Grundlage für die hier angebotene Verkehrsuntersuchung herangezogen werden. Als Modellgrundlage wird das Jahr 2019 vor der Pandemie gewählt, wobei weitere Zählungen von der Stadt Kassel sowie der Autobahn GmbH zur Verfügung stehen.

1.2 Methodische Vorgehensweise

Die Untersuchung baut auf wesentlichen, Modus Consult bereits vorliegenden Grundlagen auf. Aus den Vorgängeruntersuchungen liegen bereits das großräumige Verkehrsnetz und die Verkehrsnachfrage getrennt nach Leicht- und Schwerverkehr für das Analysejahr und die Prognose 2030 vor. Diese Modellbasis muss im Zuge der Verkehrsuntersuchung auf das Basisjahr 2019/2021 überprüft bzw. aufgabenspezifisch fortgeschrieben werden und auf dieser Basis das Prognosejahr 2035 neu berechnet werden. Die vorhandene Modellbasis weist die Modellzeiträume Vormittag (6-10 Uhr), Nachmittag (15-19 Uhr) und Nacht (22-6 Uhr) auf, so dass die Anforderungen an die gestellte Planungsaufgabe mit geringem Aufwand zur Fortschreibung und Eichung im Planungsbereich erfüllt werden können. Lediglich die Trennung in die zwei nach RLS-19 geforderten Schwerverkehrsgruppen muss auf der Ebene der Verkehrsnachfrage noch ergänzt werden.

Die Verkehrsprognose 2035 wird unter Berücksichtigung der geplanten Entwicklungen im Nahbereich in den Querschnitten und Knotenströmen für die morgendliche und nachmittägliche Spitzenstunde für die maßgeblichen Knotenpunkte dokumentiert (Nullfall / Bezugsfall). Für das geplante Verkehrsangebot des Untersuchungsabschnittes (Planfall) wird die Verkehrsbelastung prognostiziert und als Differenz zum Prognose-Nullfall als Querschnittbelastungen dargestellt sowie hinsichtlich der Spitzenstunden im Knotenstrom getrennt nach Kfz und SV dokumentiert.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird ein methodisches Konzept angewendet, das von einer detaillierten Analyse der Verkehrsströme im motorisierten Verkehr (KFZ) bzw. Schwerverkehr (SV1 über 3,5t, SV2 mit Anhänger) unter modelltechnischer Beachtung der tageszeitlichen Richtungsübergewichte im Vormittags- und im Nachmittagszeitraum ausgeht und die Verkehrsmengen für die vormittägliche und nachmittägliche Spitzenstunde (50. Stunde) daraus ermittelt sowie die Hochrechnung auf den Tag als Querschnittbelastung zweifelsfrei getrennt nach Kfz und Schwerverkehr dokumentiert. Der Nachtverkehr wird gesondert berechnet und für die schalltechnischen Bewertungen getrennt nach LV, SV1 und SV2 im DTV dokumentiert.

In Bezug auf die Bewertung der Leistungsfähigkeit der Knoten werden für den Nullfall und den zu untersuchenden Planfall die Verflechtungen an den Anschlussstellen unter Beachtung der bestehenden oder gewählten Dimensionierung bewertet sowie die Streckenabschnitte vor und nach dem Planungsabschnitt. Basis für die Bewertung ist das Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015).

Abgerundet wird das Untersuchungsergebnis durch die komprimierte Auswertung und Darstellung der Ergebnisse in Querschnittbelastungen, Differenzbelastungen sowie in Tabellen mit relevanten Vergleichsgrößen, zu denen auch die Strukturdaten gehören. Alle Ergebnisse und Strukturdaten etc. werden so dokumentiert und übergeben, dass sie nachvollziehbar weiter verwendet werden können. Dazu gehören auch die Datengrundlagen für schalltechnische Berechnungen mit Angabe des Schwerverkehrs.

2. Datengrundlagen

2.1 Räumliche Lage

Das Planungsgebiet umfasst die A 44 zwischen AD Kassel Süd und AK Kassel West sowie die angrenzenden Streckenabschnitte bis zur nächsten Anschlussstelle und die parallele A 49 (Stadtautobahn Kassel). Der Untersuchungsraum umfasst einen Bereich von mindestens 60 km im Umkreis.

2.2 Verkehrserhebungen

Um die heutigen Verkehrsbelastungen für den Planungsraum der A 44 und der A 49 aufzeigen zu können, werden aktuelle Verkehrsdaten benötigt. Die Autobahn GmbH des Bundes hat zu diesem Zweck Schleifenzähldaten aus den Anschlussstellen der A 44, A 7 und A 49 sowie der freien Strecke der A 49 bereitgestellt, die für dieses Projekt auf die 4h-Intervalle vor- und nachmittags hin ausgewertet wurden.

2.3 Verkehrsnachfrage

Die Fahrtrelationen im Leichtverkehr bis 3,5t und im Schwerverkehr bilden in Form einer Fahrtenmatrix die Verkehrsnachfrage für das Verkehrsmodell ab. Als Grundlage der Verflechtungen im Untersuchungsraum wird das zum Analysehorizont 2015 angelegte Verkehrsmodell das für die A 44 im Raum Kassel erstellt wurde verwendet. Dieses wird mit Hilfe der Zähldaten des Jahres 2021, der veränderten Strukturdaten in der Umgebung und den allgemeinen Mobilitätsentwicklungen in dieser Zeit hochgerechnet.

Die auf das Analysejahr 2021 fortgeschriebenen Verkehrsstrommatrizen liegen im Bereich des Planungsraums aus der Voruntersuchung bereits räumlich verfeinert vor. Die Verkehrsnachfrage wird abschließend in einem iterativen Eichprozess an die real beobachtete Verkehrssituation angepasst. Hierfür finden neben den im Zuge der hier erläuterten Verkehrsuntersuchung durchgeführten Verkehrszählungen 2021 auch die Dauerzählstellen des Bundesamtes für Straßenwesen Verwendung.

2.4 Aufbau und Struktur des EDV-Modells

Das Verkehrsmodell setzt sich aus verschiedenen Elementen zusammen, die im folgenden kurz erläutert werden. Zentrales Element ist das Umlegungsverfahren.

Verwendet wird das Programmsystem CUBE Version 6 der Firma Bentley. Das Straßennetz und die Knotenpunkte werden als Basis und ortstreu verwendet. In den Knotenpunkten werden die Abbiegeverbote verwaltet und in den Strecken richtungsgetreuen die Länge, die Grundgeschwindigkeit für Pkw und Lkw, Kapazität sowie Zählungswerte eingegeben, sofern vorhanden.

Auf diese Weise können Einbahnstraßen und unterschiedliche Ausbauzustände nachgebildet werden. Bei der Parametrisierung des Streckennetzes wird in der Regel so vorgegangen, dass es pauschalisierte Parameter für ähnliche Straßen gibt, die im gesamten Stadtnetz verwendet werden. So wird eine Hauptverkehrsstraße z.B. unterteilt in eine:

- ▶ Straße mit geringem Widerstand, wenn keine besonderen Störungen durch Grundstückszufahrten oder eine breitere Fahrbahn zur Verfügung steht, oder in eine
- ▶ Straße mit höherem Widerstand, wenn Überstauungen auftreten oder wenn die Kurvigkeit oder Steigung besonders ist.

Die Straße wird je nach Lage im Netz und der Bedeutung ihrer Verbindungsfunktion ggf. in der Grundgeschwindigkeit variiert, um so die Attraktivität im Vergleich zu anderen Hauptverkehrsstraßen zu steuern. Je nach gewähltem Streckentyp werden standardisierte Streckenparameter verwendet, die bei der Kalibrierung des Netzes dann gegebenenfalls an die örtlichen Randbedingungen angepasst werden.

Plan 1 Außerhalb des Planungsraums der A 44 und A 49 sind die Orte in der Regel mit einer Verkehrszelle im Verkehrsmodell abgebildet. Innerhalb des Planungsraums ist aufgrund der Aufgabenstellung eine feinere Zelleinteilung vorhanden, um die Feinverteilung des Quell- und Zielverkehrs in Abhängigkeit zu der zu untersuchenden Netzvariante richtig abbilden zu können. Jede Verkehrszelle wird an einer geeigneten Stelle an das Verkehrsnetz über Anbindungsstrecken angebunden, die keine realen Straßen sind und somit die Nachvollziehbarkeit der Fahrtrouten bis zur Verkehrszelle ermöglichen. Das Verkehrsnetz liegt im Planungsraum aufgabenspezifisch bereits verfeinert vor. Das im Planungsraum verwendete Verkehrsnetz ist im Plan 1 als Straßenhierarchieplan dargestellt.

Für die Umlegung der Nachfrage auf das Verkehrsnetz wird ein Mehr-Weg-Verfahren mit Kapazitätsbeschränkung verwendet, das ein Gleichgewicht der Fahrzeit auf mehreren Routen zwischen zwei Verkehrszellen herstellt (Stochastic User Equilibrium - SUE). Die Formel für die Kapazitätsbeschränkung sieht dabei wie folgt aus:

$$t_{cr} = t_0 \cdot \{1 + a \cdot [q / (c \cdot q_{max})]^b\}$$

t _{cr}	Fahrzeit mit Belastung
t ₀	Fahrzeit ohne Belastung
a	Parameter
q	Verkehrsbelastung
c	Parameter
q _{max}	Kapazität des Netzelementes
b	Parameter

2.5 Verkehrsmengen Analyse 2021

Die Darstellung der Analyseverkehrsmengen für das Jahr 2021 ist das Ergebnis der Modellberechnung, die für die beiden Zeitbereiche 6-10 Uhr und 15-19 Uhr aufgebaut ist und in die alle relevanten Straßennetzelemente und die Verkehrsnachfrage eingehen. Die Modellberechnung wird anhand der Verkehrszählungen für den Vormittag und Nachmittag kalibriert. Aufgrund der im Verkehrsmodell zwar für die Autobahnen und das nachgeordnete Netz unterschiedlich angesetzt, jedoch ansonsten einheitlichen Hochrechnungsfaktoren von 8 Stunden auf 24 Stunden (für Leicht- und Schwerverkehr getrennt), können bei den Tageswerten geringfügige Abweichungen gegenüber den erhobenen Tagesmengen auftreten.

Plan 2-3 Die Belastungsdarstellungen in den Plänen 2 und 3 zeigen jeweils einen Teilausschnitt des Verkehrsmodells für den Planungsraum im Bereich der Bergshäuser Brücke. Die Belastungen sind als Querschnittswerte in Tausend Kfz/d bzw. SV/d (Fahrzeuge über 3,5t) als DTV_{w3} (Durchschnitt aller Werkstage Dienstag bis Donnerstag eines Jahres) wiedergegeben.

Folgende Querschnitte werden für die Beschreibung der Bestandssituation als maßgeblich herausgegriffen:

Analyse 2021		Analyse 2021 Kfz Kfz/d	Analyse 2021 SV SV/d	Analyse 2021 SV-Anteil Tagesdurchschnitt
1	A 44 Bergshäuser Brücke	47.700	12.320	26%
2	A 44 westl. AK Kassel-West	66.000	19.470	30%
3	A 49 südl. AK Kassel-West	52.700	8.360	16%
4	A 49 zw. B 3 und L 3460	65.400	14.640	22%
5	A 49 westl. AK Kassel-Mitte	36.700	12.370	34%
6	A 7 südl. AK Kassel-Süd	72.600	22.270	31%
7	A 7 nördl. AK Kassel-Süd	65.300	18.860	29%
8	A 7 nördl. AK Kassel-Mitte	82.600	26.510	32%

Tab. 1: Verkehrsmengen Analyse 2021 [DTV_{w3}]

Die A 44 wird auf der Bergshäuser Brücke trotz der Fahrstreifenreduzierung und Einschränkungen im Schwerverkehr mit 47.700 Kfz/d (12.320 SV>3,5t/d) täglich befahren. Der SV-Anteil liegt mit 26% eher im unteren Bereich des Planungsraums. Am stärksten belastet ist die A 7 nördlich des AK Kassel Mitte mit 82.600 Kfz/d (26.510 SV>3,5t/d).

3. Prognose 2035

3.1 Struktur- und Mobilitätsentwicklungen

3.1.1 Siedlungsstrukturelle Entwicklungen

Bezüglich der Modellierung der Verkehrsprognose wird auf siedlungsstrukturelle Größen zurückgegriffen, die als unverzichtbar einzustufen sind und die sich aufgrund verfügbarer Entwicklungsvorstellungen als prognosefähig erweisen. In der hier erläuterten Verkehrsuntersuchung wird hierfür auf die Einwohner- und die Beschäftigtenzahlen der von GGR erstellten Strukturentwicklung von Kassel zurückgegriffen. Daraus liegen die Einwohner und Arbeitsplätze auf Verkehrszellen für die Jahre 2021 und 2035 vor.

3.1.2 Prognose der Verkehrsnachfrage

Die Fortschreibung der Verkehrsnachfrage vom Analysejahr 2021 auf den Prognosehorizont 2035 orientiert sich an der aktuellen bundesweiten Verflechtungsprognose 2030 des ehemaligen Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Aus den Verflechtungsmatrizen des BMVI lassen sich für sämtliche Verkehrsrelationen fahrzeugartspezifische Entwicklungsfaktoren ableiten, die pro Verkehrsrelation eine verkehrliche Entwicklung definieren. Die siedlungsstrukturellen Entwicklungen basieren auf den oben dargestellten Prognoseannahmen des Statistischen Landesamtes bzw. auf den Beschäftigtenvorausrechnungen in Analogie zur Straßenverkehrsprognose Baden-Württemberg. Das Verfahren zur Fortschreibung der Verkehrsnachfrage beinhaltet somit zwei getrennte Arbeitsschritte:

1. Umsetzung der siedlungsstrukturellen Entwicklung bei konstantem Mobilitätsverhalten.
2. Umsetzen des veränderten Mobilitätsverhaltens.

Im ersten Schritt ist zunächst die siedlungsstrukturelle Entwicklung der einzelnen Verkehrsbezirke verkehrlich umgesetzt. Hierbei wird für den Bereich des Planungs- und des Untersuchungsraums unter Berücksichtigung von einwohner- und beschäftigten-spezifischen Erzeugungsparametern (abgeleitet aus der Verkehrsnachfrage des Analysejahres 2021) auf Grundlage der prognostizierten Einwohner- und Beschäftigtenzahlen das der Siedlungsstruktur 2035 entsprechende Verkehrsaufkommen erzeugt und über das Verfahren des Randsummenausgleichs räumlich verteilt. Ergebnis ist eine veränderte Verkehrsnachfrage, die die zukünftige Siedlungsstruktur berücksichtigt, aber zunächst noch ein gegenüber der

Verkehrsanalyse unverändertes Mobilitätsverhalten unterstellt. Die für die siedlungsspezifische Verkehrserzeugung erforderlichen Mobilitätsparameter resultieren aus einer Regressionsanalyse. Die fahrzeugartspezifischen Verkehrsmengen aus der kalibrierten Verkehrsnachfrage 2021 werden hierfür in Relation zu den verkehrszellenspezifischen Strukturgrößen Einwohner und Beschäftigte gesetzt.

Der anschließende zweite Schritt berücksichtigt auf Basis der Prognoseansätze der Verflechtungsprognose die allgemeine Mobilitätsentwicklung. Aus den Matrizen der Verflechtungsprognose 2010 und 2030 werden für sämtliche Verkehrsrelationen (räumliche Gliederung hier Kreisregionen) fahrzeugartspezifische Entwicklungsfaktoren ermittelt und linear auf den in der Straßenverkehrsprognose betrachteten Zeitbereich von 2021 bis 2035 übertragen.

Über eine Multiplikation der im ersten Arbeitsschritt entwickelten Verkehrstrommatrizen (mit prognostizierter Siedlungsstruktur 2035 und konstantem Mobilitätsverhalten) mit diesen angepassten Faktorenmatrizen, lassen sich die endgültigen Prognosematrizen 2035 ableiten. Dabei entsprechen die Entwicklungsfaktoren zwischen den feinen Verkehrszellen der Straßenverkehrsprognose den Faktoren der jeweils zugehörigen Stadt- oder Kreisregion.

3.2 Prognose Nullfall 2035

Plan 4 Im Straßennetz des Prognose-Nullfalls sind alle als realistisch bis 2035 realisierten Maßnahmen enthalten. Es werden alle Maßnahmen des Bundes berücksichtigt, die im Bedarfsplan für Bundesfernstraßen (2016) fest disponiert, oder im Vordringlichen Bedarf (VB) genannt sind. Das sich daraus ergebende Netzkonzept des Prognose Nullfalls 2035 ist im Plan 4 für den Ausschnitt des Planungsraums dargestellt. Die maßgeblichen Netzveränderungen mit starken Auswirkungen auf großräumige Verkehrsströme im Planungsraum sind:

- ▶ Neubau der A 44 östlich von Kassel,
- ▶ Fertigstellung der A 49 südlich von Kassel,
- ▶ Instandsetzung der A 44 Bergshäuser Brücke auf 4 FS ohne Einschränkungen.

Da die Bergshäuser Brücke im derzeitigen Zustand nicht realistisch bis 2035 betrieben werden kann, ist in Abstimmung mit der Deges für den Prognose Nullfall eine Instandsetzung der Bergshäuser Brücke angesetzt.

Plan 5-8 Die Belastungsdarstellung zeigt einen Teilausschnitt des Verkehrsmodells für den Planungsraum in den Plänen 5 (Kfz) und 7 (SV>3,5t). Die Belastungen sind als Querschnittswerte in 1.000 Kfz/d bzw. SV/d (Fahrzeuge über 3,5t) als DTV_{w3}

(Durchschnitt aller Werktage Dienstag bis Donnerstag eines Jahres) wiedergegeben. Die Differenzdarstellung zur Analyse 2021 wird in Plan 6 für Kfz sowie in Plan 8 für SV abgebildet. Folgende Querschnitte werden für den Vergleich mit der Analyse 2021 als maßgeblich herausgegriffen.

Prognose Nullfall 2035	2021	2021	2035	2035	2035	Veränd. 21 zu 35 Kfz in %	Veränd. 21 zu 35 SV in %
	Kfz	SV	Kfz	SV	SV-Anteil		
	Kfz/d	SV/d	Kfz/d	SV/d			
1 A 44 Bergshäuser Brücke	47.700	12.320	74.200	25.590	34%	56%	108%
2 A 44 westl. AK Kassel-West	66.000	19.470	76.200	24.400	32%	15%	25%
3 A 49 südl. AK Kassel-West	52.700	8.360	88.500	18.730	21%	68%	124%
4 A 49 zw. B 3 und L 3460	65.400	14.640	65.400	10.040	15%	0%	-31%
5 A 49 westl. AK Kassel-Mitte	36.700	12.370	33.200	7.560	23%	-10%	-39%
6 A 7 südl. AK Kassel-Süd	72.600	22.270	53.400	18.460	35%	-26%	-17%
7 A 7 nördl. AK Kassel-Süd	65.300	18.860	83.000	30.850	37%	27%	64%
8 A 7 nördl. AK Kassel-Mitte	82.600	26.510	98.700	33.830	34%	19%	28%

Tab. 2: Verkehrsmengen Prognose-Nullfall 2035 und Differenzen zu Analyse 2021

In Folge der Instandsetzung der Bergshäuser Brücke, die wieder Kapazitäten schafft, und dem Ausbau der A 49 zwischen Kassel und der A 5 bei Homberg steigt die Belastung auf der Bergshäuser Brücke um + 56% auf 74.200 Kfz/d (25.590 SV/d) an. Der Anstieg beim Schwerverkehr rührt auch daher, dass im Bestand eine deutliche Einschränkung für Lkw in einer Fahrtrichtung vorliegt, die nun weg fällt.

Die Fertigstellung der A 49 entlastet die A 7 südlich des AK Kassel-Süd um 19.200 Kfz/d (-3.800 SV/d), die nun die kürzere großräumige Route in Richtung Frankfurt wählen. Die Belastung auf der A 49 südlich des AK Kassel-West steigt dadurch sogar um +35.700 Kfz/d (+10.370 SV/d) an. Die Schwerverkehrsanteile steigen zur Prognose 2035 leicht und liegen nun in der Größenordnung von 35% auf den meisten Abschnitten der A 7 und A 44, lediglich auf der A 49 kommt es durch die Instandsetzung der Bergshäuser Brücke, und der damit einhergehenden SV-Verlagerung, zu einer Reduktion der SV-Anteile.

3.3 Prognose Planfall 2035

- Plan 9 Das Netzprinzip, welches dem Prognose-Planfall zu Grunde liegt, wird in Plan 9 gezeigt. Die A 44 Bergshäuser Brücke wird südlich der bestehenden Fahrbahn mit 6-streifiger Fahrbahn neu gebaut und die Fahrbahn sowie der Anschluss an die A 7 in diesem Zuge etwas verschoben.
- Plan 10-13 Die Verkehrsbelastung, die sich für den Prognose Planfall ergibt, ist in den Plänen 10 bis 13 dokumentiert. Die Belastungsdarstellungen zeigen einen Teilausschnitt des Verkehrsmodells für den Planungsraum. Plan 10 dokumentiert die

Kfz-Belastung als Querschnittswerte in 1.000 Kfz/d als DTV_{W3} , Plan 12 die Belastung im DTV_{W3} durch den $SV > 3,5t$. Die Differenzen zum Prognose-Nullfall 2035 sind für Kfz in Plan 11 und für $SV > 3,5t$ in Plan 13 abgebildet. Folgende Querschnitte werden in dem Planfall 2035 für den Vergleich mit dem Prognose-Nullfall 2035 als maßgeblich herausgegriffen.

Prognose Planfall 2035		NF	NF	PF	PF	PF	Veränd. NF zu PF Kfz in %	Veränd. NF zu PF SV in %
		Kfz Kfz/d	SV SV/d	Kfz Kfz/d	SV SV/d	SV-Anteil		
1	A 44 Bergshäuser Brücke	74.200	25.590	74.700	25.820	35%	1%	1%
2	A 44 westl. AK Kassel-West	76.200	24.400	76.100	24.410	32%	0%	0%
3	A 49 südl. AK Kassel-West	88.500	18.730	88.400	18.730	21%	0%	0%
4	A 49 zw. B 3 und L 3460	65.400	10.040	64.900	9.820	15%	-1%	-2%
5	A 49 westl. AK Kassel-Mitte	33.200	7.560	32.900	7.350	22%	-1%	-3%
6	A 7 südl. AK Kassel-Süd	53.400	18.460	53.300	18.470	35%	0%	0%
7	A 7 nördl. AK Kassel-Süd	83.000	30.850	83.400	31.060	37%	0%	1%
8	A 7 nördl. AK Kassel-Mitte	98.700	33.830	98.900	33.830	34%	0%	0%

Tab. 3: Verkehrsmengen Prognose Planfall 2035 und Differenzen zu Prognose Nullfall 2035

Der 6-streifige Ausbau der A 44 zwischen der A 7 und der A 49 führt zu keinen relevanten Verkehrsverlagerungen im umliegenden Straßennetz. Lediglich 500 Kfz/d (220 SV/d) werden von der A 49 auf die A 44 bzw. A 7 angezogen. Die Veränderungen im nachgeordneten Streckennetz betragen maximal 200 Kfz/d und sind daher vernachlässigbar. Im Schwerverkehr betragen die Belastungsveränderungen im nachgeordneten Netz sogar weniger als 10 SV/d.

3.4 Schalltechnische Grundlagen

Für schalltechnische Berechnungen werden die Verkehrsmengen bezogen auf den DTV zugrunde gelegt, das heißt für einen durchschnittlichen täglichen Verkehr aller Tage eines Jahres. Damit liegt dieser Wert in der Regel unter dem ermittelten DTV_{W3} für einen durchschnittlichen Werktag eines Jahres (Dienstag, Mittwoch und Donnerstag). Die Umrechnung der mit dem Verkehrsmodell ermittelten Verkehrsmengen im DTV_{W3} auf den DTV wird für die Autobahn A 44 aufgrund der verkehrlichen Einschränkungen auf der Bergshäuser Brücke unter Verwendung der Ergebnisse der Dauerzählstelle auf der A 44 Bergshäuser Brücke aus dem Jahr 2018 (noch ohne verkehrliche Einschränkungen) vorgenommen. Der Umrechnungsfaktor beträgt für die A 44 im Bereich Bergshäuser Brücke 0,97 für Kfz und 0,76 für den Schwerverkehr.

Die für die Angabe der schalltechnischen Grundlagen nach RLS-19 notwendige Aufteilung des Schwerverkehrs in SV 1 und SV 2 sowie die Anteile der Krafträder (Kräder) am Gesamtverkehr, jeweils getrennt nach tags (6-22 Uhr) und nachts (22-

6 Uhr), erfolgen anhand der Ergebnisse der Dauerzählstelle auf der Bergshäuser Brücke aus der Jahresganglinie von 2018.

Für den Nachtzeitraum werden die Verkehrsmengen direkt im Verkehrsmodell durch eine gesonderte Umlegung anhand der Verkehrsnachfrage für den Nachtzeitraum zwischen 22 und 6 Uhr für Kfz und Schwerverkehr im DTV ermittelt, so dass auch der Schwerverkehrsanteil in der Nacht ein Ergebnis einer Verkehrsumlegung im Verkehrsmodell ist.

Anlage 1 In der Anlage 1-1 und 1-2 sind die einzelnen schalltechnisch relevanten Kenngrößen für den Prognose Nullfall 2035 und den Prognose Planfall 2035 für den Tageszeitraum (6 bis 22 Uhr) und Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr) für jeden relevanten Straßenquerschnitt im Bereich der Neubaustrecke dokumentiert, die von Mehrbelastungen betroffen sind. Die ausgewiesenen Werte enthalten den DTV aller Tage und gemäß Definition der RLS-19 die maßgebliche Tagstunde (M_t) und Nachtstunde (M_n) sowie den jeweiligen Schwerverkehrsanteil im Tagzeitraum (p_t) und im Nachtzeitraum (p_n).

Zusätzlich werden zu den Angaben nach RLS-19 die einzelnen relevanten Kenngrößen nach RLS-90 in der unteren Tabelle angegeben, die u.a. für Luftschadstoffberechnungen bzw. für Artenschutzgutachten die Angaben des Schwerverkehrs >2,8t (also inkl. Lieferwagen) benötigen. In Anlage 1-0 ist die Lage der einzelnen gewählten Querschnitte dokumentiert.

4. Leistungsfähigkeitsbewertung

4.1 Vorgehensweise

Plan 14-16 Die Prüfung der Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte sowie der freien Strecke wird nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015) für den Bereich der A 44 zwischen AK Kassel-West und AD Kassel-Süd durchgeführt. Grundlage für die Bewertung bilden hier der Prognose-Nullfall 2035 und der Planfall 2035. Die maßgeblichen Spitzenstundenbelastungen mit jeweiligem Schwerverkehrs-Anteil (Kfz>3,5t) sind in den Plänen 14 bis 16 dokumentiert. Da die Bemessung der Verkehrsanlage richtungsgetreunt erfolgt, sind die dargestellten Verkehrsmengen auch so zu betrachten. Die Summe aller Ströme stellt insofern keine reale Stunde dar und sie können auch nicht im Nebennetz über Knotenpunkte zusammengeführt werden, da die betrachteten Richtungsbelastungen in Realität nicht zeitgleich auftreten.

Dabei wird für den Nullfall das bestehende Streckennetz und für den Planfall 2035 der aktuell geplante Ausbauzustand im Vorentwurf der DEGES (Stand 05/2022) zu Grunde gelegt. Für die einzelnen Streckenabschnitte sowie die Ein- und Ausfahrten werden für den Planfall 2035 zunächst die Bemessungsverkehrsstärken ermittelt und dokumentiert. Anschließend wird die aus den Verkehrsmengen und den aktuellen Planungen zu Knotenpunktsform und Ausbauzustand resultierende Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs ermittelt und wiedergegeben.

Zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken werden, als Ergebnis der Modellrechnung, die Verkehrsmengen eines Tages richtungsgetreunt herangezogen. Die Umrechnung der 24h-Werte aus dem Verkehrsmodell auf die Bemessungsverkehrsstärke erfolgt über Faktoren, die aus den Dauerzählstellendaten des Jahres 2018 im Planungsraum an der A 44 und der A 7 separat ermittelt werden.

Dazu wird zunächst die Verkehrsmenge der 50. Stunde des Jahres (MSV 50) je Fahrtrichtung aus der jeweiligen Dauerzählstelle des Jahres 2018 ermittelt. Diese werden ins Verhältnis zum DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke eines Jahres) der betrachteten Fahrtrichtung des jeweiligen Autobahnabschnitts gesetzt. Somit ergeben sich für die Umrechnung der richtungsbezogenen Verkehrsmengen von 24 Modell-Stunden auf eine Stunde folgende Faktoren im Kfz-Verkehr:

- ▶ A 44 - Fahrtrichtung AD Kassel-Süd (A 7): 0,0853,
- ▶ A 44 - Fahrtrichtung AK Kassel-West (A 49) bzw. Dortmund: 0,1081,
- ▶ A 7 - Fahrtrichtung AD Kassel-Süd (A 44) bzw. Hannover: 0,0912 und
- ▶ A 7 - Fahrtrichtung AS Guxhagen bzw. Fulda: 0,0991.

Um den bemessungsrelevanten SV-Anteil zu ermitteln, kann das Verfahren analog für den Schwerverkehr angewendet werden, indem die Schwerverkehrsmenge der 50. Stunde ins Verhältnis zum DTV gesetzt wird. Im Schwerverkehr ergeben sich darüber folgende Faktoren:

- ▶ A 44 - Fahrtrichtung AD Kassel-Süd (A 7): 0,0054,
- ▶ A 44 - Fahrtrichtung AK Kassel-West (A 49) bzw. Dortmund: 0,0076,
- ▶ A 7 - Fahrtrichtung AD Kassel-Süd (A 44) bzw. Hannover: 0,0045 und
- ▶ A 7 - Fahrtrichtung AS Guxhagen bzw. Fulda: 0,0395.

Die Auswertungen zeigen jedoch, dass an den ausgewerteten Dauerzählstellen der Schwerverkehrsanteil in der 50. Stunde in der jeweiligen Fahrtrichtung mit <5% sehr niedrig ist und daher keinen durchschnittlichen Werktag abbildet. In der Detailauswertung zeigt sich, dass an der A 44 in Fahrtrichtung A 7 die 50. Stunde an einem Feiertag (Ostermontag) zwischen 10:00 und 11:00 Uhr liegt, in der Gegenrichtung an einem Sonntag zwischen 16:00 und 17:00 Uhr. An der A 7 in Richtung Hannover liegt die 50. Stunde ebenfalls an einem Feiertag (Karfreitag), lediglich in der Gegenrichtung auf der A 7 liegt die 50. Stunde an einem Freitag zwischen 16:00 und 17:00 Uhr und damit an einem Werktag. Das nach HBS 2015 beschriebene Verfahren zur Ermittlung des bemessungsrelevanten SV-Anteils über den Median der SV-Anteile, die in der Dauerlinie im Bereich von +/- 5 Stunden um die jeweilige Bemessungsstunde auftreten, liefert daher ähnliche Ergebnisse.

Da bei der Leistungsfähigkeitsbewertung von Autobahnen und den dazugehörigen Ein- / Ausfahrten der SV-Anteil einen maßgeblichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit hat, wird für den Planfall zusätzlich zur 50. Stunde aller Tage eines Jahres, die 50. Stunde der Werktage (Dienstag bis Donnerstag) eines Jahres ermittelt und ins Verhältnis zum DTV_{W3} gesetzt. So ergeben sich für die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke an Werktagen $MSV50_{W3}$ (mit deutlich höheren SV-Anteil) folgende Faktoren:

- ▶ A 44 - Fahrtrichtung AD Kassel-Süd (A 7): Kfz: 0,0723 | SV: 0,0320,
- ▶ A 44 - Fahrtrichtung AK Kassel-West (A 49): Kfz: 0,0944 | SV: 0,0482
- ▶ A 7 - Fahrtrichtung AD Kassel-Süd: Kfz: 0,0793 | SV: 0,0478
- ▶ A 7 - Fahrtrichtung AS Guxhagen: Kfz: 0,0819 | SV: 0,0564.

Die Umrechnung der erhobenen Spitzenstundenbelastungen der verschiedenen Fahrzeugarten auf Pkw-Einheiten basiert auf den Umrechnungsfaktoren des HBS. Die darin enthaltenen Bemessungsvorschriften werden für die nachfolgenden Bewertungen angewendet.

Plan 14-16 Für den Kraftfahrzeugverkehr wird die Qualität des Verkehrsablaufs an Verflechtungsbereichen der Anschlussstellen nach dem Auslastungsgrad beurteilt und damit in sogenannte Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) eingeteilt. In den Plänen 14 bis 16 wird das Ergebnis für die Bemessungsverkehrsstärke der MSV 50 für den Nullfall bzw. der MSV 50 und MSV 50_{w3} im Planfall sowie die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnung zusammen mit der Fahrstreifenanzahl und Ein-/Ausfahrttyp dokumentiert. Die einzelnen Qualitätsstufen bedeuten:

Stufe A: Die Qualität des Verkehrsablaufs ist sehr gut. Die Kraftfahrer werden äußerst selten von anderen beeinflusst. Der Auslastungsgrad ist sehr gering. Die Fahrer können ihre Geschwindigkeit weitgehend frei wählen und die notwendigen Fahrstreifenwechsel weitgehend ungehindert durchführen. Der Verkehrsfluss ist nahezu frei.

Stufe B: Die Verkehrsbedingungen sind gut. Es treten geringfügige Einflüsse durch andere Kraftfahrer auf, die das individuelle Fahrverhalten jedoch nur unwesentlich bestimmen. Der Auslastungsgrad ist gering. Die Fahrer können ihre Geschwindigkeit weitgehend frei wählen und die notwendigen Fahrstreifenwechsel weitgehend ungehindert durchführen. Der Verkehrsfluss ist nahezu frei.

Stufe C: Der Verkehrsablauf hat eine zufriedenstellende Qualität. Die Anwesenheit anderer Kraftfahrzeuge macht sich deutlich bemerkbar. Der Auslastungsgrad liegt im mittleren Bereich. Die individuellen Geschwindigkeiten sind nicht mehr frei wählbar. Fahrstreifenwechsel bedürfen der wechselseitigen Abstimmung mit anderen Kraftfahrern. Der Verkehrszustand ist stabil.

Stufe D: Die Verkehrsqualität ist ausreichend. Es treten ständige Interaktionen zwischen den Kraftfahrern auf, bis hin zu gegenseitigen Behinderungen. Der Auslastungsgrad ist hoch. Die individuelle Geschwindigkeitswahl ist erheblich eingeschränkt. Notwendige Fahrstreifenwechsel können nur nach sorgfältiger Abstimmung mit anderen Verkehrsteilnehmern durchgeführt werden. Der Verkehrszustand ist noch stabil.

Stufe E: Die Kraftfahrzeuge bewegen sich weitestgehend in Kolonnen. Notwendige Fahrstreifenwechsel können nur durchgeführt werden, wenn in den Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen auf dem benachbarten Fahrstreifen hineingefahren wird. Der Auslastungsgrad ist sehr hoch. Geringe oder kurzfristige Zunahmen der Verkehrsstärke können zu Staubildung und Stillstand führen. Der Verkehrszustand ist instabil.

Stufe F: Die zufließende Verkehrsstärke ist größer als die Kapazität. Der Verkehr bricht zusammen, d.h. es kommt zu Stillstand und Stau im Wechsel mit Stop-and-Go-Verkehr. Die Situation löst sich erst nach deutlichem Rückgang der Verkehrsnachfrage wieder auf. Die Qualität des Verkehrsablaufs ist ungenügend.

4.2 Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsbewertung Nullfall 2035

Plan 14 Zur Berechnung der Leistungsfähigkeit wird die ermittelte Bemessungsverkehrsstärke der MSV_{50} verwendet. Dazu werden die im Verkehrsmodell umgelegten Verkehrsmengen (DTV_{W3}) wie oben beschrieben auf die jeweilige Bemessungsverkehrsstärke je Fahrtrichtung umgerechnet. Die Bemessungsverkehrsstärke des Nullfalls 2035 ist im Plan 14 dokumentiert. Die Prüfung der Leistungsfähigkeit der freien Strecke entlang der A 44 erfolgt im Nullfall 2035 für den Bestandsausbau zwischen dem Autobahnkreuz Kassel-West und dem AD Kassel-Süd nach Fahrtrichtung getrennt. Für den Untersuchungsabschnitt ergibt sich in beiden Fahrtrichtungen eine ungenügende Qualitätsstufe "E" und damit keine ausreichende Leistungsfähigkeit.

Die Ein- und Ausfahrten am Dreieck Kassel-Süd sind mit den Qualitätsstufen "E" und "F" ebenfalls nicht leistungsfähig. Lediglich die Ein- und Ausfahrt an der A 7 Richtung Süd (AS Guxhagen) wird mit den Qualitätsstufen "B" und "C" als gut bis befriedigend eingestuft. Am Kreuz Kassel-West werden die Ein- und Ausfahrt im Verteilersystem von / zur Bergshäuser Brücke mit QSV "C" ebenfalls als befriedigend eingestuft, während die Ein- und Ausfahrt an der Hauptfahrbahn der A 44 jedoch mit "E" und "F" als nicht leistungsfähig eingestuft werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsbewertung für den Nullfall 2035 zeigen damit deutlich den Ausbaubedarf an der A 44 Bergshäuser Brücke auf.

4.3 Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsbewertung Planfall 2035

Plan 15, 16 Zur Berechnung der Leistungsfähigkeit wird die ermittelte Bemessungsverkehrsstärke der MSV_{50} verwendet. Da diese, wie zuvor beschrieben, einen geringen SV-Anteil aufweist, wird zusätzlich die Bemessungsverkehrsstärke der $MSV_{50,W3}$ verwendet. Dazu werden die im Verkehrsmodell umgelegten Verkehrsmengen (DTV_{W3}) wie oben beschrieben auf die jeweilige Bemessungsverkehrsstärke je Fahrtrichtung umgerechnet. Die Bemessungsverkehrsstärke des Planfall 2035 ist im Plan 15 für die MSV_{50} und im Plan 16 für die $MSV_{50,W3}$ dokumentiert.

Die Leistungsfähigkeitsbewertung im Planfall 2035 zeigt, dass der geplante Ausbau den Verkehrsfluss deutlich verbessert und in beiden Bemessungsfällen die Strecke an der A 44 zwischen AK Kassel-West und AD Kassel-Süd in beide Fahrtrichtungen eine befriedigende Qualitätsstufe "C" erreicht. Die Ein- und Ausfahrten am AD Kassel-Süd werden im schlechtesten Fall ebenfalls mit einer Qualitätsstufe "C" als befriedigend in beiden Bemessungsfällen eingestuft. Die Ein- und Ausfahrt am AK Kassel-West an der A 44 sind mit QSV "D" ebenfalls ausreichend leistungsfähig.

5. Zusammenfassung

Die DEGES GmbH plant im Auftrag des Bundes die Sanierung und den Ausbau der A 44 im Bereich der Bergshäuser Brücke zwischen den Anschlussstellen AD Kassel Süd und AK Kassel West. Für das aktuell geplante Planfeststellungsverfahren wird eine Verkehrsprognose für das Jahr 2035 erforderlich.

Da die A 44 in ihrem derzeitigen Zustand voraussichtlich nicht bis 2035 weiter betrieben werden kann, wird bereits im Prognose Nullfall 2035 eine Instandsetzung auf einen vierstreifigen Querschnitt ohne Einschränkungen angesetzt. Daraus folgt ein Anstieg der Belastung auf der Bergshäuser Brücke um + 56% auf 74.200 Kfz/d (25.590 SV/d). Die Fertigstellung der am AK Kassel West anschließenden A 49 entlastet die A 7 südlich des AK Kassel-Süd deutlich und verlagert im Planungsraum insbesondere großräumige Verkehrsströme in Richtung Süden.

Der sechsstreifige Ausbau der A 44 zwischen dem AK Kassel West und dem AD Kassel Süd erfordert den Neubau der Bergshäuser Brücke, südlich des bestehenden Bauwerks. So kann der Bau ohne weitere Einschränkungen auf der A 44 verkehrsverträglicher und schneller durchgeführt werden. Die verkehrliche Wirkung des Planfalls fällt hingegen gering aus. Lediglich wenige hundert Fahrzeuge verlagern sich von der A 49 auf die A 44, sodass dort ein deutlich besserer Verkehrszustand als im Prognose Nullfall zu erwarten ist.

Die Leistungsfähigkeitsbewertung der Ein- und Ausfahrten zeigt im Prognose Nullfall deutlichen Handlungsbedarf auf der A 44 im Bereich Bergshäuser Brücke. Die freie Strecke ist mit QSV **E** überlastet und die Einfahrten mit QSV **F** ebenfalls nicht leistungsfähig. Im Prognose Planfall kann durch den Ausbau hingegen eine Verbesserung auf die leistungsfähige Qualitätsstufe **D** für die Einfahrten und sogar eine QSV **C** für die Strecke erreicht werden.