

Diploma Thesis

# Automated assessment of the load-bearing capacity of existing road bridges for special transports

submitted in satisfaction of the requirements for the degree of  
Diplom-Ingenieur  
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

---

Diplomarbeit

## Automatisierte Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Straßenbrücken für Sondertransporte

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines  
Diplom-Ingenieurs  
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

**Benjamin Anibas, BSc**

Matr.Nr.: 1125408

**Bernhard Ramsauer**

Matr.Nr.: 1128011

unter der Anleitung von

O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. **Johann Kollegger, M.Eng.**

Institut für Tragkonstruktionen  
Forschungsbereich Stahlbeton- und Massivbau  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/212-2, A-1040 Wien

und

Dipl.-Ing. Dr.techn. **Christian Schranz, M.Sc.**

EDV-Zentrum Bauingenieurwesen  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/242, A-1040 Wien

Wien, im Januar 2017

---



# Kurzfassung

Sowohl Fahrzeuge als auch Brücken sind Normen und Gesetzen unterworfen. Sondertransporte weichen jedoch von standardisierten Fahrzeugen ab. Fahren diese Sondertransporte über Brücken, trifft ein nicht-normiertes Fahrzeug auf ein normiertes Bauwerk. Daher ist eine Neubewertung der Tragfähigkeit des Bauwerks unumgänglich. Bei der schier unerschöpflichen Anzahl dieser Transporte auf Österreichs Straßen ist dies manuell nicht durchführbar. Die Brückenbauabteilung des Landes Niederösterreich verwendete zur Bearbeitung von Anträgen für die Bewilligung von Sondertransporten ein Excel-Programm. Das in die Jahre gekommene Programm war jedoch sehr wartungsintensiv, weswegen man sich für eine Neuentwicklung entschieden hat. Den Auftrag über die Umsetzung erhielt das EDV-Zentrum Bauingenieurwesen der TU Wien. Wie aus Zielvorgaben eine einzigartige Softwarelösung entsteht, wird in dieser Arbeit behandelt.

*Sotra UI 2016*, so lautet der Name der Neukreation, wurde auf eine vollkommen neue Basis gestellt und erweitert den Funktionsumfang des alten Programms beträchtlich. Das neue Programm soll die zum Zeitpunkt der Brückenerrichtung geltende Belastungsnorm berücksichtigen. Eine genaue und bis in die Anfänge der Normung 1892 im Brückenbau zurückreichende Analyse von Belastungen ist die Grundlage. Zudem finden auch die neuen Normen Berücksichtigung. Es ist daher jederzeit möglich, das Programm auf die neusten Entwicklungen in der Normenlandschaft einzustellen.

Deswegen beschäftigt sich Kapitel 2 mit einer intensiven Analyse aller Belastungsnormen für Brücken von 1892 bis zu aktuell gültigen Normen aus den Jahren 2011 und 2014. Kapitel 3 beinhaltet eine Beschreibung und Erklärung der Struktur und Gliederung des Programms. Dieses Kapitel zeigt, wie aus einzelnen Teilen systematisch ein großes Ganzes entsteht. Für die gewünschten Berechnungen sind vielfältige Datenpools erforderlich. Beispiele dafür sind die Datenbank für Technische Kunstbauten (TeKu) sowie die Niederösterreichisches Geoinformationssystem (NÖGIS). Weitere Datenbanken beschreibt Kapitel 3.3.

Kapitel 3.4 beschäftigt sich mit der Verwendung von Fahrzeugdaten, die aus dem Antragsdokument extrahiert werden. Zum Zweck der Brückenauswahl dienen sowohl die Routenaufbereitung (Kapitel 3.5), in der die angegebene Route mit Kilometrierung versehen wird, als auch die Brückenvorauswahl (Kapitel 3.6), wo von vornherein nicht benötigte Bauwerke aussortiert werden. Kapitel 3.8 und Kapitel 3.9 beschäftigen sich mit dem Berechnungskern von *Sotra UI 2016*. Den Abschluss bildet die Beschreibung der Aufbereitung von Ausgabedaten. Eine genaue Erklärung für Benutzer des Programms findet sich in Kapitel 4. Darin wird die einfache und intuitive Bedienung des neu entwickelten Programms erörtert.

Diese Arbeit zeigt, wie aus einer komplexen Aufgabenstellung ein einfach zu bedienendes Programm entstehen kann. Das Programm inkludiert alle bis dato gültigen Belastungsnormen für den Brückenbau und führt schon jetzt zu einer Verbesserung der Genauigkeit, Benutzerfreundlichkeit und der Nachvollziehbarkeit sowohl der Eingangsdaten als auch der Berechnungsergebnisse.



# Abstract

Vehicles and bridges are both subject to standards and laws. The measurement of special transport vehicles, however, are different to the one of standardized vehicles. When non-standardized vehicles meet a standardized structure, the load bearing capacity of bridges must be reevaluated. Given the large number of special transports, these reevaluations cannot be calculated manually. The federal state of Lower Austria has been using an Excel-program to evaluate and authorize the request of using the public infrastructure for special transports. Since the program is no longer state of the art Lower Austria decided to develop a new program. The Civil Engineering Computer Laboratory of the TU Wien was commissioned to redevelop the program. This thesis discusses the process of creating a unique software-solution given certain objectives.

*Sotra UI 2016* is the name of the new program, which has been based on an entirely new Excel code and extends the functionality of the old program significantly. It takes the standards that were valid at the time of the construction of a bridge into account. A precise analysis of standards reaching back to road bridge construction in 1892 forms its basis. Due to the necessity of adjusting the program to current developments, recent standards can easily be added to its database.

Chapter 1 gives an introduction to the special needs of the program. Chapter 2 analyzes the standards for traffic loads on bridges from 1892 until the current state of the art comprehensively. Chapter 3 includes a description and explanation of the program's structure. A description of how a large whole system is systematically generated from individual parts follows. The relevant calculations are based on various datapools, for instance the Datenbank für technische Kunstbauten (TeKu) and the Niederösterreichisches Geoinformationssystem (NÖGIS). Further databases are discussed in subchapter 3.3.

Subchapter 3.4 is devoted to the input data on the individual properties of vehicles that are obtained from authorization requests. In order to choose relevant bridges on the respective route from a datapool of over 4500 structures several steps are required. First, the data is adjusted (Subchapter 3.6). Irrelevant structures are sorted out. How the exact part of every single street on the used route is chosen, is discussed in subchapter 3.5. Subchapter 3.8 and Subchapter 3.9 analyze the calculation mechanics of *Sotra UI 2016*. Next, the program's output is illustrated. Finally, the simple and intuitive application is discussed in the user manual in chapter 4.

This thesis demonstrates the development of an intuitive and useful program starting from a complex task. The program includes all necessary standards regarding the loading of road bridges. It brings a substantial improvement in precision, user-friendliness and comprehensibility of analysing the constraints for special transport vehicles.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>9</b>
1.1	Zielvorstellung . . . . .	10
1.2	Ausnahmebewilligung . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Normenanalyse</b>	<b>15</b>
2.1	Überblick zur Normenlage . . . . .	15
2.1.1	Zweck der Normen-Zusammenfassung . . . . .	16
2.2	Belastungsnormen . . . . .	18
2.2.1	Vorschrift Z.21.817 ex1892 (1892) . . . . .	18
2.2.2	Vorschrift Z.49.898 ex1905 (1905) . . . . .	21
2.2.3	ÖN B 6201 (1929) . . . . .	25
2.2.4	ÖN B 6201 (1936) . . . . .	27
2.2.5	DIN 1072 (1939) . . . . .	30
2.2.6	DIN 1072 (1941) . . . . .	33
2.2.7	DIN 1072 (1944) . . . . .	36
2.2.8	ÖN B 4002-1 (1948) . . . . .	40
2.2.9	ÖN B 4002-1 (1954) . . . . .	43
2.2.10	ÖN B 4002 (1958) . . . . .	47
2.2.11	ÖN B 4002 (1964) . . . . .	52
2.2.12	ÖN B 4002 (1970) . . . . .	58
2.2.13	ÖN EN 1991-2 (2004) . . . . .	64
2.2.14	ÖN B 1991-2 (2004) . . . . .	78
2.2.15	ÖN EN 1991-2 (2012) . . . . .	79
2.2.16	ÖN B 1991-2 (2011) . . . . .	94
2.3	Richtlinien . . . . .	95
2.3.1	RVS 15.114 (1999) . . . . .	95
2.3.2	ONR 24008 (2014) . . . . .	98
<b>3</b>	<b>Programmbeschreibung</b>	<b>103</b>
3.1	Allgemeines . . . . .	103
3.1.1	Aufbereiten . . . . .	103
3.1.2	Berechnung . . . . .	104
3.1.3	Abfertigen . . . . .	104
3.2	Gliederung . . . . .	104
3.2.1	Tabellenblätter nach rS1.Methode . . . . .	105
3.2.2	Programm Ablauf . . . . .	106
3.3	Datenpool . . . . .	107
3.3.1	Überblick . . . . .	107
3.3.2	Daten 1, Daten 2 und Daten 8 – Brückendaten . . . . .	107
3.3.3	Daten 3 – NÖGIS . . . . .	110

3.3.4	Daten 4 – Grundrouten . . . . .	111
3.3.5	Daten 5 – Verkehrsbehinderungen . . . . .	111
3.3.6	Daten 7 – Kreuzungen und Rampen . . . . .	112
3.3.7	Daten 6 – Antrag . . . . .	113
3.3.8	Daten 9 – Alle Straßenzüge . . . . .	113
3.3.9	Daten 10 – Belastungsnormen . . . . .	114
3.3.10	Daten 11 – Dynamische Beiwerte . . . . .	116
3.4	Fahrzeugdaten . . . . .	117
3.4.1	Basis 14 – Vergleichsnorm . . . . .	118
3.5	Routenaufbereitung . . . . .	119
3.5.1	Kettenform . . . . .	121
3.5.2	Blockform . . . . .	122
3.6	Brückenvorauswahl . . . . .	123
3.7	Brückenauswahl . . . . .	125
3.8	Lastnorm . . . . .	125
3.9	Vergleichsnorm . . . . .	127
3.10	Sortieren . . . . .	130
3.11	Abfertigen . . . . .	132
3.12	User Interface . . . . .	133
<b>4</b>	<b>Benutzerhandbuch</b>	<b>135</b>
4.1	Programmstart . . . . .	135
4.1.1	Dateiformat . . . . .	139
4.1.2	Verweise VBA Project . . . . .	140
4.2	Programmoberfläche . . . . .	141
4.2.1	Programmablauf . . . . .	141
4.2.2	Datenfeld . . . . .	148
4.3	Datenfehler . . . . .	153
4.4	Einstellungen . . . . .	156
4.4.1	Antrag . . . . .	156
4.4.2	Berechnung . . . . .	158
4.4.3	Abfertigung . . . . .	169
4.4.4	Daten . . . . .	175
4.4.5	Standardpfade . . . . .	176
4.4.6	Fehlercodes . . . . .	178
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>181</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

Es ist 2:40 Uhr. Zwei helle, orange Drehlichter kommen aus der Ferne langsam näher. Kurz danach versperrt ein Fahrzeug die Zufahrt auf die Donaubrücke Krems in Richtung St. Pölten. Knapp dahinter kündigt sich Großes an. Ein Windunternehmen aus dem Waldviertel transportiert ein 40 m langes Stahlteil für eine *Vestas*® V112 in den neuen Windpark bei St. Pölten. Der fast 130 t schwere Satteltieflader wird von zwei Begleitfahrzeugen vom Verkehr abgeschirmt. Alleine und in Brückenmitte setzt der Transport seinen Weg fort. Zunächst aber zurück zum Anfang:

Ein Unternehmen will etwas transportieren. Mit dem Ladegut entspricht der Transport aber nicht dem KFG aus 1967 [20] – er ist entweder: zu breit, zu hoch, zu lang, zu schwer. Oder besonders schlimm: alles zusammen! Eine Sondergenehmigung muss beantragt werden. Einfach und schnell geht das unter <http://www.sondertransporte.gv.at/>. Nach der Eingabe aller nötigen Informationen erhält die Behörde den Antrag mit folgenden Angaben: Route, Fahrzeuggewicht und Fahrzeugabmessungen. Für schwere Sondertransporte sind Brückenbauwerke die kritischen Stellen des Straßennetzes: ein Nadelöhr mit beschränkter Tragfähigkeit. Die Brückenbauabteilungen der Länder werden bei jedem Sondertransport gebeten, Stellungnahmen zu den befahrenen Brücken abzugeben.

- Darf der Sondertransport die Brücken passieren?
- Wenn ja: sind Maßnahmen nötig?

Diese Maßnahmen regelt der SOTRA-Gesamterlass [1] des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technik (BMVIT) in Form von Standardvorschriften. Die jeweiligen Auflagen jeder Brücke und sonstige Vorgaben erhält das Unternehmen dann zusammengefasst in einem Bescheid.

Die Brückenbauabteilung des Landes Niederösterreich verwendete zur Bearbeitung der Anträge ein Excel-Programm. Darin enthalten waren die Widerstände aller Brücken des Bundeslandes. Die Daten des Sondertransportes wurden aus dem Antrag eingelesen und die befahrenen Straßenzüge eingefügt. Ein Vergleich von Einwirkung aus dem Sondertransport und den Brückenwiderständen ergab die Auflagen der Brücken.

Das Programm hatte jedoch entscheidende Nachteile: Die Widerstände mussten per Hand in eine Liste eingetragen werden (fehleranfällig), alle Brücken wurden nur mit einer Belastungsnorm berechnet (ÖN B 4002 [11] aus 1970) und es wurden immer alle Brücken eines Straßenzuges

untersucht, auch wenn diese nicht durch den Sondertransport befahren wurden. All dies sollte durch ein neues Programm der Vergangenheit angehören.

Das Land Niederösterreich beauftragte das EDV-Zentrum Bauingenieurwesen der TU Wien mit einer Neuentwicklung. Das neue *Sotra UI 2016* sollte die Schwachstellen des Vorgängers ausmerzen und für die Zukunft gerüstet sein.

## 1.1 Zielvorstellung

Für die Neuentwicklung der Sondertransportbewertung wurden diese Zielvorgaben festgelegt:

- Bewertung Auswirkungen der Sondertransporte nach dem neuesten gültigen Regelwerk ONR 24008 (2014) [19]
- Widerstandsermittlung zufolge der Verkehrsbelastung am Ersatzsystem mit der zum Zeitpunkt der Errichtung gültigen Belastungsnorm
- Tatsächliche Streckenbewertung – also nur jene Brücken beurteilen, die auch wirklich befahren werden
- Verknüpfung mit Datenbanken der Landes NÖ (Brückendatenbank, NÖ-Atlas, Baustellenverzeichnis, usw.)
- Einfache Bedienung und wartungsarme Programmierung

## 1.2 Ausnahmegewilligung

Der Bescheid für den Frächter wird durch die Landesbehörde erstellt, in dem der Sondertransport die Fahrt antritt. Beginnt diese in Salzburg und endet im Waldviertel (NÖ), geben Salzburg, Oberösterreich, Niederösterreich und die ASFINAG eine Stellungnahme zu dem in ihre Zuständigkeit fallenden Verkehrsnetz ab. Danach erstellt die Landesbehörde Salzburg einen Bescheid (Ausnahmegewilligungen gem. §§ 39, 40, 82 (5), 101 und 104 KFG 1967) – enthalten sind die durch den Transport einzuhaltenden Auflagen.

Das neue Excel-Programm *Sotra UI 2016* soll nach Importieren des Antrags samt Route eine individuelle Stellungnahme abgeben; und dies auf Knopfdruck. Entwickelt wird dieses Programm für die Brückenbauabteilung des Landes NÖ. Die gesetzliche Grundlage zur Form einer Stellungnahme regelt der SOTRA-Gesamterlass [1]. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt dem SOTRA-Gesamterlass [1] entnommen. Für Auflagen wird vorgesehen:

*Bei bundesländerüberschreitenden Transporten ist eine Einheitlichkeit bei der Erteilung von Auflagen anzustreben, um diese Transporte unter Beachtung der wirtschaftlichen Gegebenheiten auch tatsächlich durchführen zu können. Die Einheitlichkeit soll sich auf zeitliche, sachliche*

*und örtliche Auflagen erstrecken; das betrifft insbesondere auch einheitliche Vorschriften hinsichtlich der Transportbegleitung.*

Weiter heißt es zu Brückenauflagen:

*Brückenauflagen sollten, wenn möglich, generell erst ab mind. 44 Tonnen vorgeschrieben werden. Davon ausgenommen sind Straßenzüge von lastbeschränkten Brücken, die mit Sondertransporten in Ausnahmefällen befahren werden. Die jeweiligen Brückenauflagen sind dem in den Standardauflagen der Anlage III.3. angeschlossenen Brückenauflagenkatalog 2013 zu entnehmen.*

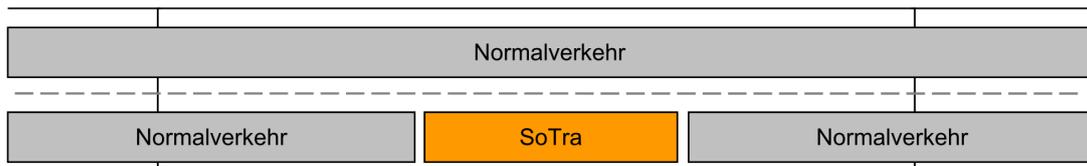
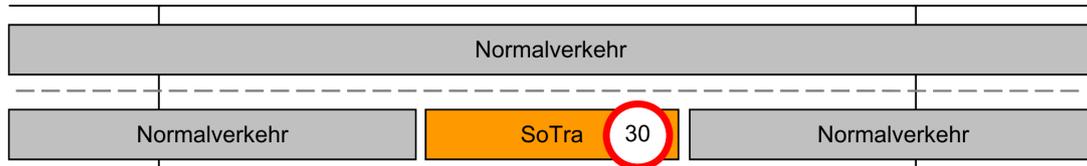
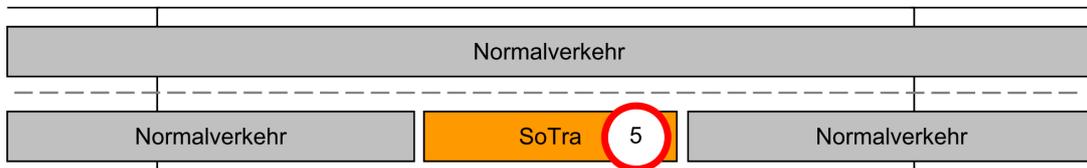
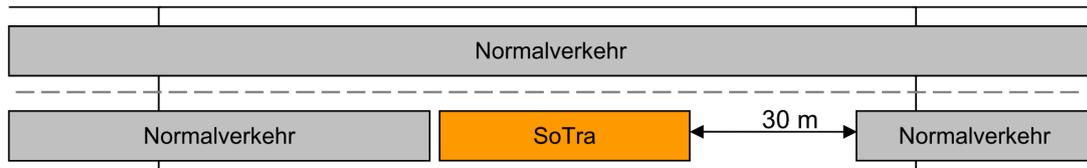
### **Brückenauflagenkatalog**

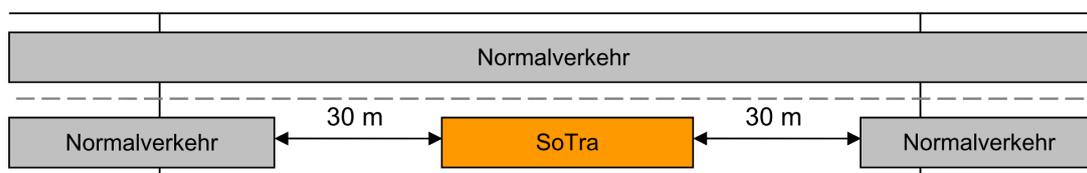
Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt dem SOTRA-Gesamterlass Anlage III.3 [1] entnommen. Für das Befahren von Brücken gilt:

- *Die Brücken sind mit möglichst konstanter Geschwindigkeit, ohne Bremsen und Beschleunigen zu befahren.*
- *Bei Stau auf einer Brücke, bei unfallbedingten Querschnittseinschränkungen oder wenn sich ein anderer Sondertransport, Autokran oder Brückeninspektionsgerät auf einer Brücke befindet, dürfen Brücken nicht befahren werden.*
- *Bei Befahren von Brücken im Alleingang ist die Anhaltung des Gegenverkehrs rechtzeitig zu veranlassen und entsprechend zu organisieren.*

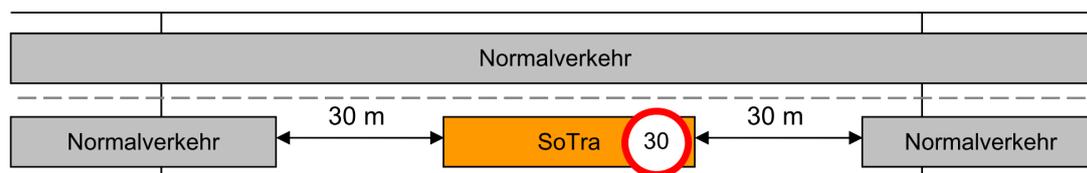
Das Excel-Programm berechnet die Auswirkungen eines Sondertransports mit unterschiedlichen Laststellungen analog der Standardvorschriften. Grundsätzlich gilt: Je höher die Brückenaufgabe, desto geringer die Belastung auf die Brücke. Ein Vergleich zwischen Widerstand und Auswirkung der Einwirkung (durch den Sondertransport) führt auf eine Vorschrift. Die Standardvorschriften für Sondertransporte sind in den Abbildungen 1.1 und 1.2 dargestellt.

Konkret bedeutet dies: Die Ergebnisse der Auflage 1.01 werden als Einwirkung mit den Ergebnissen des Widerstandes aus den Belastungsnormen verglichen. Ist die Einwirkung höher als der Widerstand werden wiederum die Einwirkungen aus 1.02 berechnet und erneut mit den Ergebnissen des Widerstandes aus den Belastungsnormen verglichen – dieser Vorgang wiederholt sich bis die Einwirkungen, welche sich aus einer Auflage ergeben, die Widerstände unterschreiten.

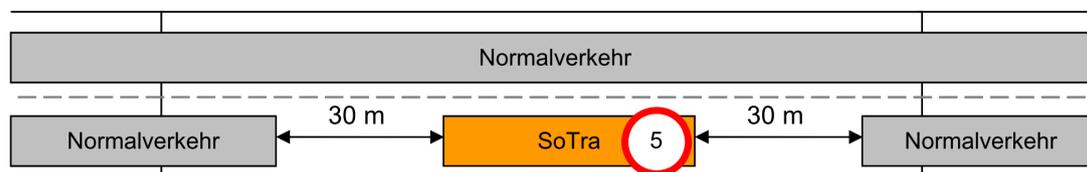
(a) **1.01** keine Auflage [1](b) **1.02** Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h zu erfolgen(c) **1.03** Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen(d) **1.04** Beim Befahren von Brücken ist zum voran fahrenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten**Abb. 1.1:** Standardvorschriften 1.01 bis 1.04 lt. SOTRA-Gesamterlass [1]



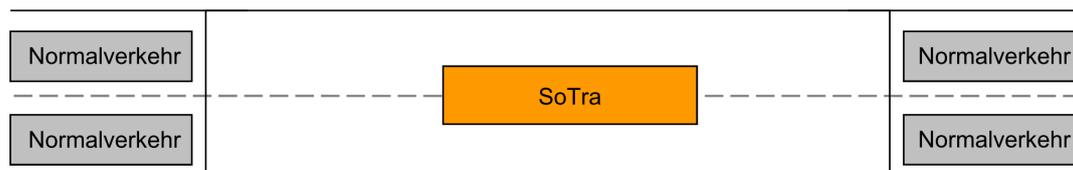
(a) **1.11** Beim Befahren von Brücken ist zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten



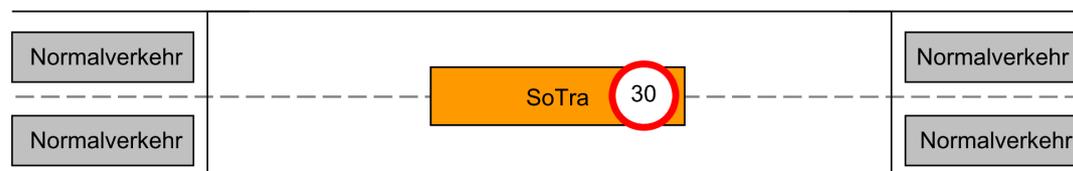
(b) **1.12** Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h zu erfolgen, wobei zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten ist



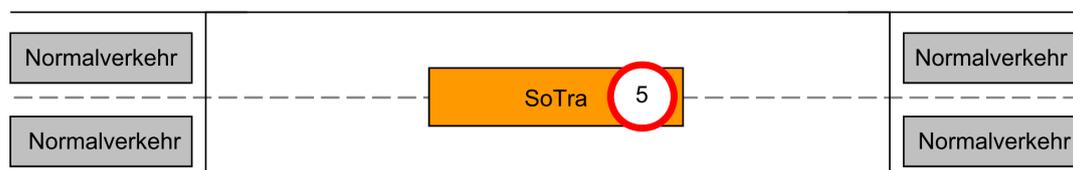
(c) **1.13** Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen, wobei zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten ist



(d) **1.21** Das Befahren von Brücken hat im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen



(e) **1.22** Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen



(f) **1.23** Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen

(g) **1.30** Es ist eine detaillierte Nachrechnung der befahrenen Brücken notwendig. Erst auf Grund der Nachrechnung kann eine Genehmigung erteilt werden

**Abb. 1.2:** Standardvorschriften 1.11 bis 1.30 lt. SOTRA-Gesamterlass [1]



# Kapitel 2

## Normenanalyse

### 2.1 Überblick zur Normenlage

Berlin, 1892: Rudolf Diesels Anmeldung beim Kaiserlichen Patentamt für die *neue rationelle Wärmekraftmaschine* erregt Aufsehen. Das Patent wird 1893 erteilt mit dem Betreff: *Arbeitsverfahren und Ausführungsart für Verbrennungskraftmaschinen* [2] – dem Vorläufer des Dieselmotors. Noch im selben Jahr läuft der erste Dieselmotor-Prototyp in der Maschinenfabrik Augsburg, unter der Entwicklung und Leitung von Rudolf Diesel. Luft wird stark komprimiert und erhitzt sich dadurch stark, der eingespritzte Diesel entzündet sich selbst – der Selbstzünder ist geboren.

Es war auch das Jahr 1892 als die erste Belastungsnorm für Straßenbrücken erschien. Noch mit Pferdewagen, denn an den ersten motorisierten Lastkraftwagen war damals nicht zu denken. Es sollte bis 1924/25 dauern bis M.A.N. (Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg) den ersten Diesel-LKW mit Direkteinspritzung der Öffentlichkeit präsentierte – bis 1929 prägten diese Nutzfahrzeuge das Straßenbild und hielten in der ÖNORM B 6201 (1929) [14] als Belastungsannahme Einzug.



**Abb. 2.1:** Erster Diesel-LKW von M.A.N. im Jahre 1924 [6]

Mit der Annexion Österreichs am 13. März 1938 änderten sich die geltenden Belastungsnormen. Während des Zweiten Weltkriegs von 1939 bis 1945 wurde die Produktion von schwerem Kriegs-

gerät forciert. Dies schlägt sich auch in den geltenden Belastungsannahmen für Brücken wieder: 1944 mussten Brücken bis zu 80 t schwere Raupenfahrzeuge tragen; eine Belastung so hoch, dass sie erst mit den heute gültigen Eurocodes egalisiert wurde:

- 80 t Raupenfahrzeug (DIN 1072 (1944) [5]):  $800 \text{ kN}/6,0 \text{ m} = 133,33 \text{ kN/m}$
- 3000 kN Sonderfahrzeug (EN 1991-2 (2004) [16]):  $3000 \text{ kN}/22,5 \text{ m} = 133,33 \text{ kN/m}$

Nach Kriegsende reduzierte sich die Belastung auf Brücken. Das 60 t Raupenfahrzeug im Alleingang, der 25 t-LKW und 14 t-LKW bildeten die Standardbelastung, an der sich bis 1964 nichts änderte – der 14 t-LKW wurde zu einem 16 t Gerät. Fast 35 Jahre blieb dies so, bis der Trend zu immer größeren, schwereren, meist überlangen Transporten in der RVS 15.02.23 [22] von 1999 ein Belastungsmodell gewidmet wurde. Das Sonderfahrzeug mit 200 t oder 150 t hielt als Richtlinie zur noch geltenden Fassung der ÖNORM B 4002 von 1970 [11] Einzug. Dabei orientierte man sich bereits an der Europäischen Vornorm ENV 1991-3 [18] (Verkehrslasten auf Brücken) aus 1995.

Bis aus der Vornorm ein gültiger Eurocode EN 1991-2 [16] hervorgeht vergehen noch 9 Jahre – ab 2004 darf nach diesem Normenwerk gerechnet werden. Er fristet aber ein Schattendasein bis 2009; die ÖNORM B 4002 [11] verliert ihre Gültigkeit nach 39-jähriger Regentschaft. Eine Geltungsspanne die wohl keine andere Belastungsnorm in Österreich je wieder erreichen wird.

### 2.1.1 Zweck der Normen-Zusammenfassung

Einen Überblick aller Belastungsnormen für Straßenbrücken seit 1892 bis heute gibt die Abbildung 2.2. Beginnend bei der Vorschrift Z.21.817 (1892) [24] mit Pferdewagen haben sich bis heute viele unterschiedliche Verkehrsbelastungen entwickelt. Die Verkehrsbelastungen für Straßenbrücken wurden im Laufe der Geschichte sowohl durch Normen, als auch durch Richtlinien vorgegeben. Die nachfolgenden Kapitel 2.2 (Belastungsnormen) und Kapitel 2.3 (Richtlinien) geben einen inhaltlichen Überblick.

Zusammengefasst werden die notwendigen Parameter für das Excel Programm *Sotra UI 2016* – und das aus allen Regelwerken seit Anbeginn. Damit ist diese Diplomarbeit die kompakteste und bis dato einzige vollständige Auflistung aller Regelwerke mit Angaben zu: Verkehrsbelastungsmodellen mit Abmessungen, Belastungsanordnung, dynamische Beiwerte (erstmal in der ÖN B 4002 (1958) [9]), usw. Chronologisch stellt sich die Belastungsgeschichte von Straßenbrücken wie folgt dar:

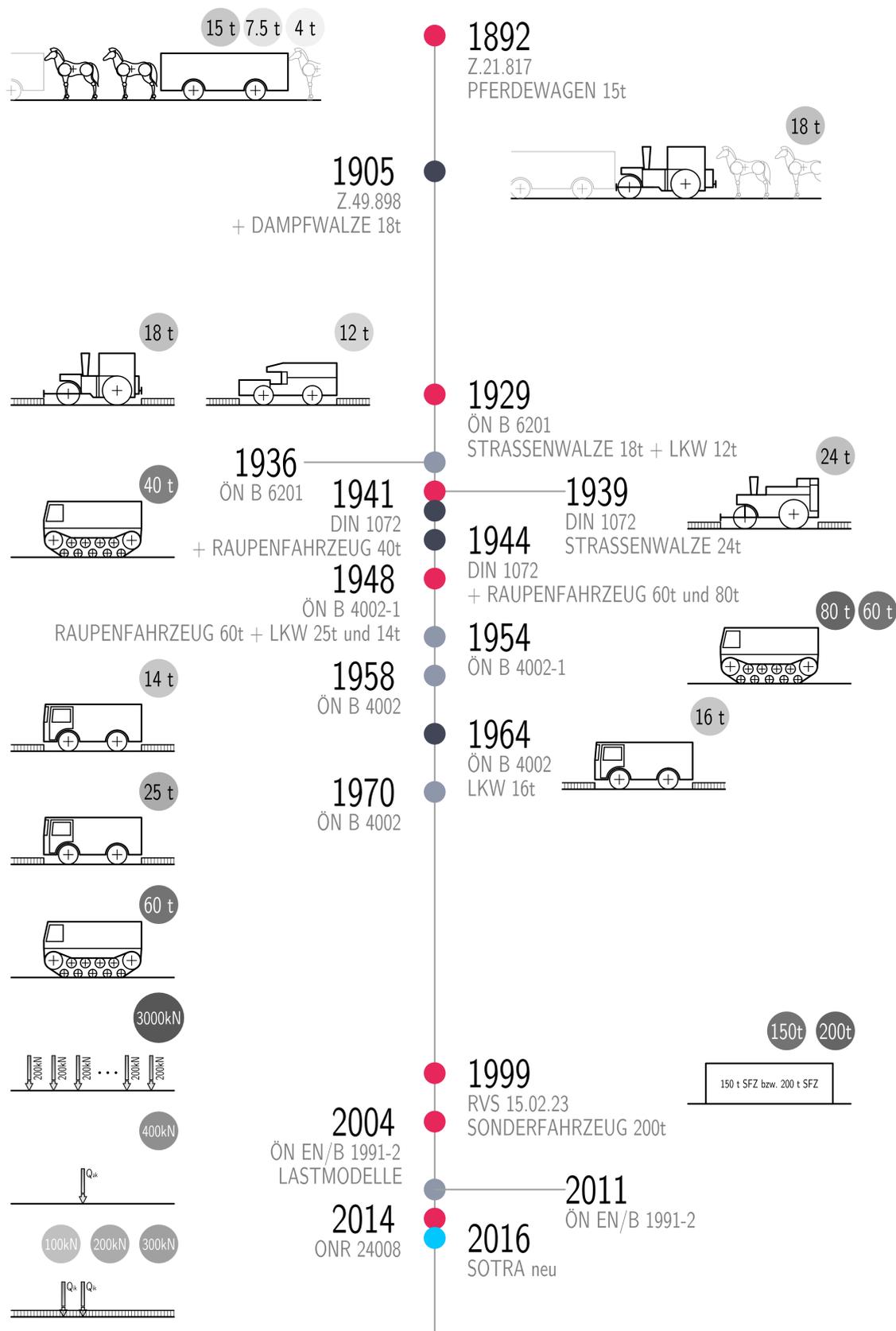


Abb. 2.2: Überblick der Belastungsnormen und -vorschriften seit 1892

**Tab. 2.1:** Zusammenfassung aller Regelwerke für Brückenbelastungen seit den Jahr 1892

Bezeichnung	Ausgabejahr	Vollständiger Name	Neu	Rev	Ev
Z.21.817 ex1892	1892	Vorschrift über die Herstellung eiserner Straßenbrücken	■		
Z.49.898 ex1905	1905	Vorschrift über die Herstellung der Straßenbrücken		■	
ÖN B 6201	1929	Straßenbrücken, Belastungsannahmen	■		
ÖN B 6201	1936	Straßenbrücken, Belastungsannahmen			■
DIN 1072	1939	Straßenbrücken, Belastungsannahmen	■		
DIN 1072	1941	Straßenbrücken, Belastungsannahmen		■	
DIN 1072	1944	Straßenbrücken, Belastungsannahmen		■	
ÖN B 4002-1	1948	Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke	■		
ÖN B 4002-1	1954	Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke			■
ÖN B 4002	1958	Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke			■
ÖN B 4002	1964	Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke		■	
ÖN B 4002	1970	Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke			■
RVS 15.114	1999	Berechnungsvorschriften, Ergänzung zur ÖNORM B 4002 für Gegenverkehr bei getrennten Richtungsfahrbahnen und für Sonderfahrzeuge	■		
ÖN EN 1991-2	2004	Einwirkungen auf Tragwerke, Verkehrslasten auf Brücken	■		
ÖN B 1991-2	2004	Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-2 und nationale Ergänzungen	■		
ÖN B 1991-2	2011	Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-2 und nationale Ergänzungen			■
ÖN EN 1991-2	2012	Einwirkungen auf Tragwerke, Verkehrslasten auf Brücken			■
ONR 24008	2014	Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und Straßenbrücken	■		

## 2.2 Belastungsnormen

Im Folgenden zusammengefasst die für Straßenbrücken relevanten Verkehrsbelastungsannahmen aller in Österreich seit 1892 gültigen Normen.

### 2.2.1 Vorschrift Z.21.817 ex1892 (1892)

Der volle Name der Vorschrift lautet „Z.21.817 ex1892 – Vorschrift über die Herstellung eiserner Straßenbrücken“ [24]. Sie stammt von 1892 aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei. Chronologisch gesehen ist sie die erste gesetzliche Regelung, die sich speziell mit dem Thema Straßenbrückenbau beschäftigt. Diese Disziplin geht aus dem früher genormten Bau von Eisenbahnbrücken hervor. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Vorschrift Z.21.817 ex1892 [24] entnommen:

*Gegenstand der Vorschrift. Die Vorschrift über die Herstellung eiserner Straßenbrücken zerfällt in drei Abteilungen, nämlich:*

1. *in die Bestimmung für die Verfassung des Projects-Elaborates,*
2. *in die Bestimmung für die Anfertigung, Lieferung und Aufstellung, und endlich*
3. *in die Bestimmung für die Erprobung, beziehungsweise für die Übernahme derartiger Brücken.*

### 2.2.1.1 Belastungsannahmen

Dem *Project-Elaborat* ist ...*die theoretische Begründung der beantragten Dimensionierung der Konstruktionsteile auf rechnermäßigem oder graphischem Wege, oder aber unter Anwendung beider Verfahren...* beizulegen. *Nachdem die Ausführungsweise zunächst von den örtlichen Verhältnissen und von der einer Brücke im öffentlichen Interesse zukommenden größeren oder geringeren Wichtigkeit abhängig ist, so werden die Brücken im allgemeinen in drei Gruppen eingeteilt, und letztere für die zu wählende Herstellungsnorm der Brücke als maßgebend zu betrachten sein.*

Weiter heißt es im §. 4 *Der Berechnung zugrunde zu legende Belastung.:*

*Diese Belastung setzt sich aus dem Eigengewichte der Konstruktion und der zufälligen Last (Verkehrslast) zusammen, wobei die Einwirkungen des Winddruckes, und, wenn es das Konstruktionssystem bedingt, auch noch jene der Temperaturänderungen in Berücksichtigung zu ziehen kommen.*

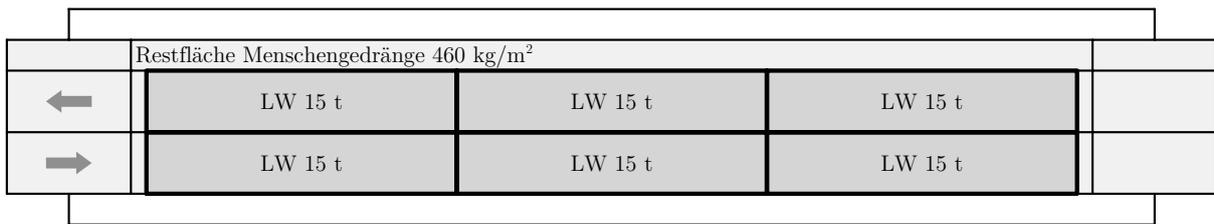
Im weiteren beschränken wir uns auf die Ausführung der Verkehrslasten. Belastungen wie Wind- und Temperaturlasten sind für diese Arbeit nicht von Bedeutung und werden nicht behandelt. Allgemein heißt es in der Vorschrift bezüglich der Verkehrslasten:

*Bei Ermittlung der Verkehrslast kommen zwei alternative Belastungsarten der Brücke zu erwägen, wovon diejenige mit Resultaten von nachtheiligerer Beeinflussung der Construction in die Festigkeitsberechnung einzuführen sein wird. Diese alternativen Belastungsarten bestehen in der Annahme entweder*

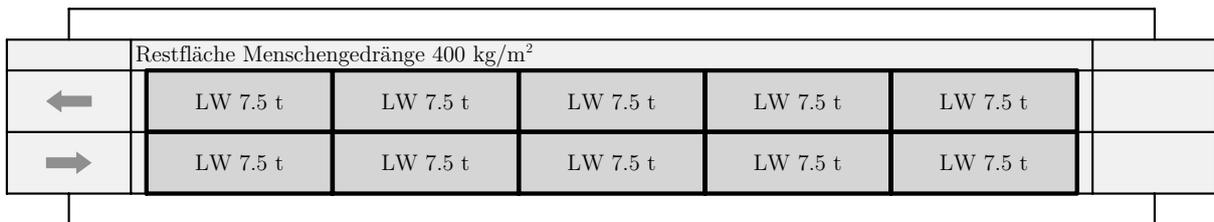
- a) *der größtmöglichen Wagenansammlung auf der Fahrbahn und eines gleichzeitigen Menschengedränges auf dem übriggebliebenen Theile derselben und auf dem Gehwegplanum (Abbildung 2.3), oder*
- b) *eines Menschengedränges sowohl auf dem Gehweg als auch auf dem Fahrbahnplanum.*

*Behufs Normirung der fallweise anzuwendenden Menschenlast, beziehungsweise des größten Wagengewichtes haben nachstehende Belastungsnormen zu gelten, und zwar:*

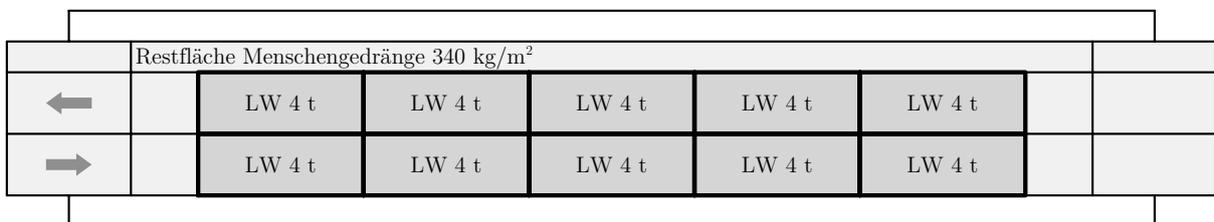
1. *Bei Brücken ersten Ranges ist die Menschenlast mit 460 kg per m<sup>2</sup> und das Gesamtgewicht des schwersten auf der Brücke verkehrenden Lastwagens mit 12 tons anzunehmen und hiebei noch ferner von der Voraussetzung auszugehen, dass dieser Wagen ohne Deichsel eine Länge von 7,8 m, eine Breite von 2,5 m, einen Radstand von 3,8 m, endlich eine Geleisweite von 1,6 m besitze und mit 4 Pferden im Gesamtgewicht von 3 tons bespannt sei, welche eine Länge von 7,2 m beanspruchen (Abbildung 2.4(a));*
2. *bei Brücken zweiten Ranges ist hingegen den Festigkeitsberechnungen eine Menschenlast von 400 kg per m<sup>2</sup> und das Gewicht eines Wagens von 6 tons zugrunde zu legen, wobei für die Wagenlänge 5,4 m, für die Breite 2,4 m, für den Radstand 2,8 m und für die Geleisbreite 1,5 m anzunehmen, und ferner vorauszusetzen ist, dass der Wagen mit 2 Pferden von zusammen 1,5 tons Gewicht und von 3,6 m Länge bespannt sei (Abbildung 2.4(b)).* Endlich



(a) ersten Ranges



(b) zweiten Ranges



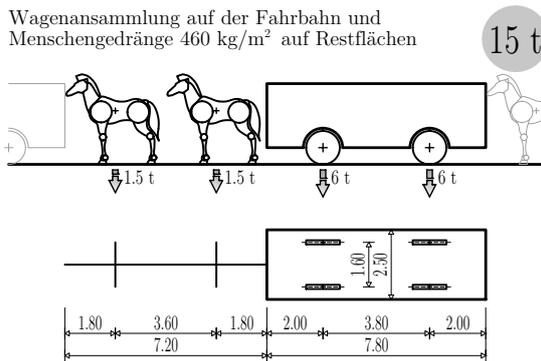
(c) dritten Ranges

**Abb. 2.3:** Belastungsannahmen für Brücken (Wagenansammlung)

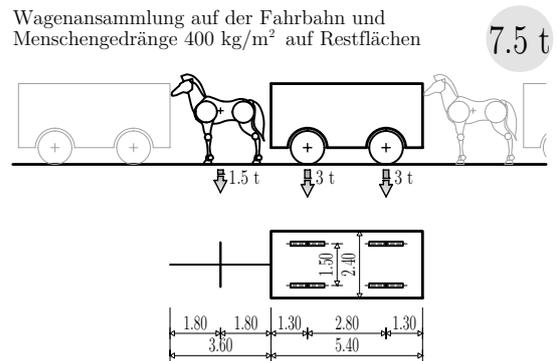
3. bei Brücken dritten Ranges ist die Menschenlast mit  $340 \text{ kg per m}^2$ , das Wagengewicht mit 3 tons zu beziffern und die Wagenlänge mit 4,8 m, die Breite mit 2,3 m, der Radstand mit 2,4 m und die Geleisweite mit 1,4 m, endlich eine Bespannung von zwei Pferden im Gewichte von 1 ton und von einer Länge per 3,2 m anzunehmen (Abbildung 2.4(c)).

Vorstehende Norm soll übrigens nicht ausschließen, nothwendigenfalls auch eine größere als die festgesetzte Wagenlast in die Stabilitätsberechnung zu ziehen, welcher Maßnahme jedoch eine spezielle Anordnung vorausgehen haben wird.

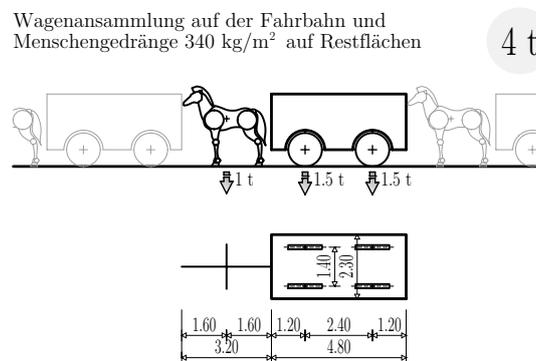
Zur belasteten Fläche eines Rades wird in §5 folgende Aussage getroffen: *Der Vertheilung des Raddruckes hingegen hat durch die Annahme Rechnung getragen zu werden, dass derselbe auf beschotterten oder betonartigen Fahrbahnen bei einer Deckschichte von der mittleren Höhe  $h$  sich auf eine Breite des Brückenbelages von  $10+2h \text{ cm}$  vertheile, und dass, wenn über die Deckschichte noch etwa eine Bflasterung zu liegen käme, diese Druckvertheilungsbreite dann der um die doppelte Höhe der Unterlage vermehrten Breite eines Bflasterwürfels oder Bflastersteines gleichzusetzen sein würde.*



(a) ersten Ranges



(b) zweiten Ranges



(c) dritten Ranges

**Abb. 2.4:** Belastungsannahmen für Brücken (Lastwagen)

### 2.2.1.2 Stoßwirkungen

Zur Stoßwirkung zufolge Verkehrslasten (Anm.: später dynamischer Beiwert) gibt §5 der Vorschrift folgende Auskunft:

*Es erscheint nicht nöthig die mit der Verkehrslast verbundenen Erschütterungen und Stoßwirkungen bei Aufstellung der Stabilitätsberechnung besonders zu berücksichtigen, und können dieselben vielmehr als in der vorstehenden Belastungsnorm inbegriffen angesehen werden.*

### 2.2.2 Vorschrift Z.49.898 ex1905 (1905)

Der volle Name der Vorschrift lautet „Z.49.898 ex1905 – Vorschrift über die Herstellung der Straßenbrücken“ [25]. Sie stammt von 1905 aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei. Chronologisch gesehen tritt sie die Nachfolge der Vorschrift Z.21.817 ex1892 an. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Vorschrift Z.49.898 ex1905 [25] entnommen:

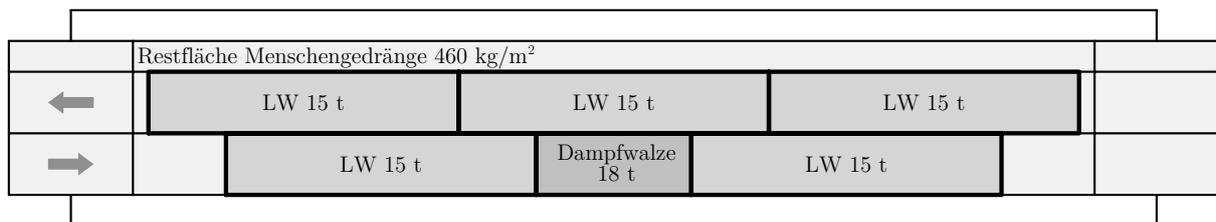
### 2.2.2.1 Belastungsannahmen

Die der Berechnung zu Grunde zu legende Belastung setzt sich aus dem Eigengewicht der Brücke samt der sonstigen bleibenden Belastungen (bleibende Lasten) und der durch Fahrzeuge und Menschen erzeugten zufälligen Last (Verkehrslast) zusammen; außer diesen Belastungen sind auch die Einflüsse des Winddruckes und der Wärmeschwankungen zu berücksichtigen.

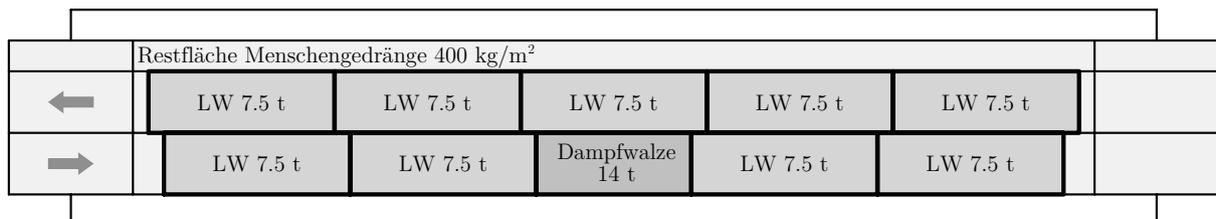
Im weiteren beschränken wir uns auf die Ausführung der Verkehrslasten. Belastungen wie Wind- und Temperaturlasten sind für diese Arbeit nicht von Bedeutung und werden nicht behandelt.

Die größten von der Verkehrslast herrührenden angreifenden Kräfte sind im allgemeinen unter Zugrundelegung der folgenden zufälligen Belastungen zu ermitteln, und zwar:

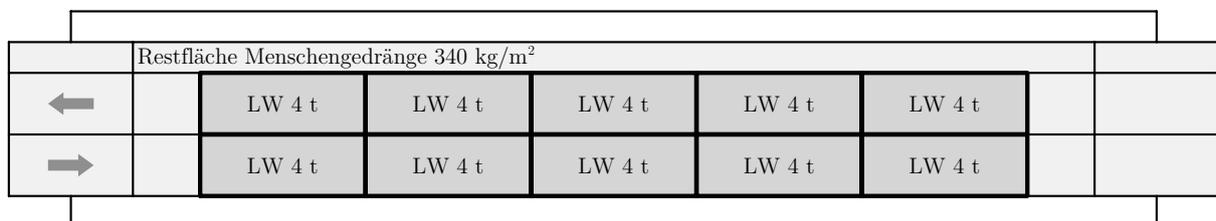
- unter Annahme einer größtmöglichen Wagenansammlung (Wagen und Bespannung) auf der Fahrbahn und einer gleichzeitigen Menschenansammlung auf den Gehwegen, sowie auf dem übrig bleibenden Teile der Fahrbahn (Abbildung 2.5);
- unter Annahme einer Menschenansammlung sowohl auf den Gehwegen als auch auf der Fahrbahn;



(a) ersten Ranges



(b) zweiten Ranges



(c) dritten Ranges

**Abb. 2.5:** Belastungsannahmen für Brücken (Wagenansammlung)

- c) bei den Straßenbrücken erster und zweiter Klasse, für welche die Befahrung mit Dampfstraßenwalzen in Frage kommt, unter Annahme einer Dampfstraßenwalze bei gleichzeitiger Belastung der übrigen Brückenfläche nach Absatz a).

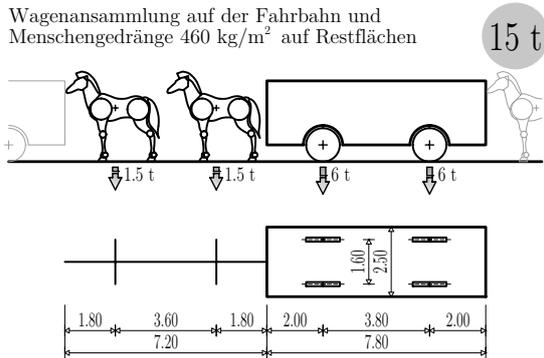
Von diesen Belastungsarten ist in jedem einzelnen Falle und für jeden Tragwerksteil die nachteiligere zu berücksichtigen.

Die Brücken werden wie in der Vorgängervorschrift in drei Klassen unterteilt, für die jeweils eigene Belastungsangaben gelten. Diese sind im Folgenden aufgelistet:

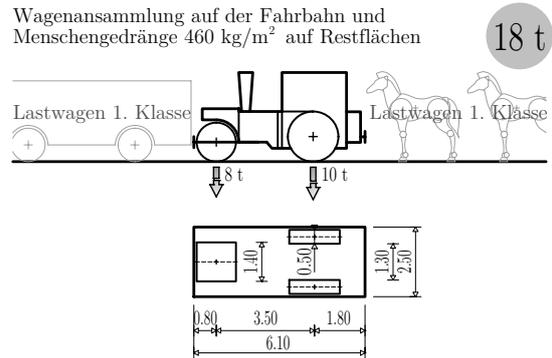
- a) Brücken erster Klasse: Vierrädrige Lastwagen von je 12 Tonnen Gesamtgewicht bei 7,8 Meter Länge (ohne Deichsel), 2,5 Meter Breite, 3,8 Meter Radstand, 1,6 Meter Spurweite, mit einer Bespannung von vier Pferden im Gesamtgewichte von 3 Tonnen auf 7,2 Meter Länge (Abbildung 2.6(a)). Eine Menschenlast von 460 Kilogramm auf das Quadratmeter. Eine Dampfstraßenwalze von 18 Tonnen Gesamtgewicht (wovon 8 Tonnen auf die Vorderwalze und je 5 Tonnen auf jede der beiden Hinterwalzen entfallen), 6,1 Meter Länge, 2,5 Meter Gesamtbreite, 3,5 Meter Achsenstand, 1,3 Meter lichte Spurweite der Hinterwalzen, 1,4 Meter Breite der Vorder-, 0,5 Meter Breite jeder Hinterwalze (Abbildung 2.6(b)).
- b) Brücken zweiter Klasse: Vierrädrige Lastwagen von je 8 Tonnen Gesamtgewicht bei 5,4 Meter Länge (ohne Deichsel), 2,4 Meter Breite, 2,8 Meter Radstand, 1,5 Meter Spurweite, mit einer Bespannung von zwei Pferden im Gesamtgewichte von 1,5 Tonnen auf 3,6 Meter Länge (Abbildung 2.6(c)). Ferner eine Menschenlast von 400 Kilogramm auf das Quadratmeter. Weiter eine Dampfstraßenwalze von 14 Tonnen Gesamtgewicht, wovon 6 Tonnen auf die Vorderwalze und je 4 Tonnen auf jede der beiden Hinterwalzen entfallen, 5,4 Meter Länge, 2,4 Meter Gesamtbreite, 3,0 Meter Achsenstand, 1,1 Meter lichte Spurweite der Hinterwalzen, 1,2 Meter Breite der Vorder-, 0,4 Meter Breite jeder Hinterwalze. (Abbildung 2.6(d)).
- c) Brücken dritter Klasse: Vierrädrige Lastwagen von je 3 Tonnen Gesamtgewicht bei 4,8 Meter Länge (ohne Deichsel), 2,3 Meter Breite, 2,4 Meter Radstand, 1,4 Meter Spurweite mit einer Bespannung von zwei Pferden im Gesamtgewichte von 1 Tonne auf 3,2 Meter Länge. (Abbildung 2.6(e)). Weiter eine Menschenlast von 340 Kilogramm auf das Quadratmeter.

Eine Ermäßigung der bestimmten Verkehrslasten, insbesondere die Nichtberücksichtigung von Dampfwalzen bedarf einer besonderen Genehmigung; andererseits können allenfalls notwendige Mehrforderungen hinsichtlich des Wagengewichtes oder einzelner Achsdrücke besonders festgestellt werden.

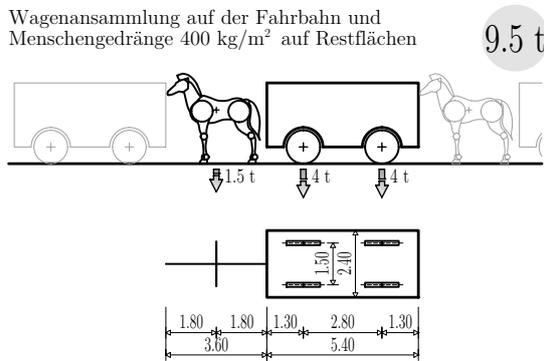
Der Verteilung des Raddruckes ist die Annahme zu Grunde zu legen, daß sich der Druck auf beschotterter oder betonartiger Fahrbahn von der mittleren Höhe  $h$  der Deckschichte auf eine Breite von  $10+2h$  in Zentimetern und, wenn über die Deckschichte noch etwa Pflastersteine von der Breite  $b$  zu liegen kämen, auf eine Breite  $b+2h$  verteile. Bei Anwendung von Belageisen ist  $h$  auf die halbe Höhe derselben zu beziehen.



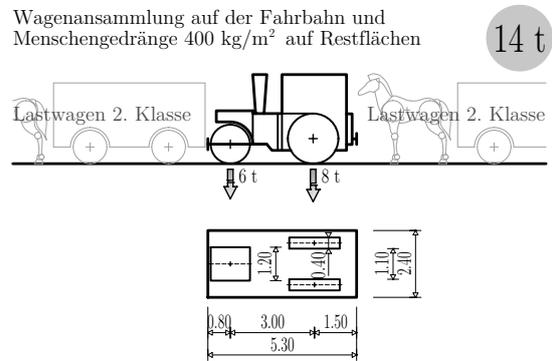
(a) erster Klasse (Lastwagen)



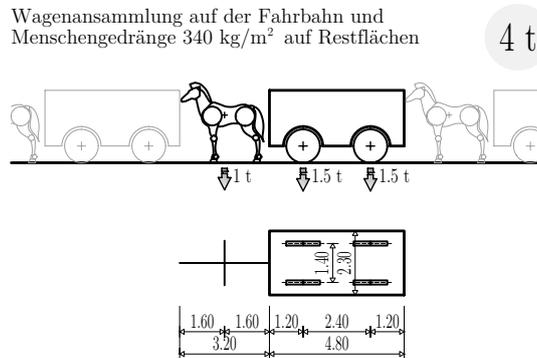
(b) erster Klasse (Dampfstraßenwalze)



(c) zweiter Klasse (Lastwagen)



(d) zweiter Klasse (Dampfstraßenwalze)



(e) dritter Klasse (Lastwagen)

**Abb. 2.6:** Belastungsannahmen für Brücken

### 2.2.2.2 Stoßwirkungen

Informationen zu Stoßwirkungen (äquivalent zur Vorgängerverordnung) sind in diesem Gesetztext nicht zu finden.

### 2.2.3 ÖN B 6201 (1929)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 6201 - Straßenbrücken, Belastungsannahmen“ [14]. Sie wurde vom Österreichischen Normenausschuss am 15. Juni 1929 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der Vorschrift Z.49.898 ex1905 an. Diese Norm trifft keine gesonderte Angabe zum Feld ihrer Gültigkeit und ist auch in ihrer Ausführung auf das Wesentliche beschränkt. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 6201 (1929) [14] entnommen.

#### 2.2.3.1 Belastungen

Die Norm ÖN B 6201 (1929) [14] trifft folgende Annahmen zu den Verkehrslasten:

- a) *Regellasten*: Als Regellasten gelten die Achsdrücke der in der folgenden Zahlentafel (Abbildung 2.7) dargestellten Fahrzeuge und die dort angegebenen gleichförmig verteilten Belastungen durch Menschengedränge.
- b) *Ersatzlasten*: Als Ersatzlast für ein Fahrzeug gilt das auf der eingenommenen Fläche von  $2,5 \times 6,0$  m als gleichförmig verteilt anzunehmende Gesamtgewicht des Fahrzeuges. Bei Belastungsstrecken von mehr als 30 m Länge dürfen für die Berechnung der Hauptträger an Stelle der Fahrzeuge im allgemeinen die in der folgenden Zahlentafel (Abbildung 2.7) angegebenen Ersatzlasten genommen werden.

*Bemerkungen:*

1. Für größere Verkehrslasten werden Regeln wegen Verschiedenheit der jeweils maßgebenden Verhältnisse nicht aufgestellt.
2. Bei Belastungen der Tragwerke nach Fall I sind die tragenden Teile der Gehwege für eine gleichförmig verteilte Last von  $500 \text{ kg/m}^2$  zu berechnen.
3. Holzbohlen der Gehwege und Gehstege sind für eine Breite von 0,2 m mit der Belastung von  $150 \text{ kg/m}$  zu berechnen.

Die Belastungen werden in drei Fälle eingeteilt (siehe Abbildung 2.7). Es wird in der Norm nicht genauer auf die Positionierung eingegangen. Im Folgenden werden die einzelnen Fälle erläutert:

- a) Fall I: Es ist auf einem Fahrstreifen eine Straßenwalze von 18 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Auf einem weiteren Fahrstreifen ist ein Lastkraftwagen von 12 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Die übrigen Fahrstreifen sowie die restlichen Flächen werden gleichmäßig mit einer Flächenlast von  $450 \text{ kg/m}^2$  belastet. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.8(a).
- b) Fall II: Es ist auf einem Fahrstreifen eine Straßenwalze von 14 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Auf einem weiteren Fahrstreifen ist ein Lastkraftwagen von

9 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Die übrige Fahrstreifen sowie die restlichen Flächen werden gleichmäßig mit einer Flächenlast von  $400 \text{ kg/m}^2$  belastet. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.8(b).

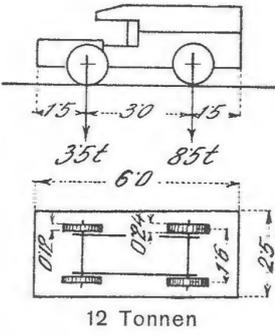
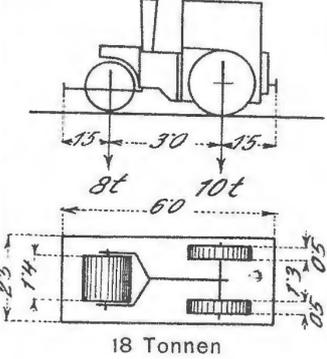
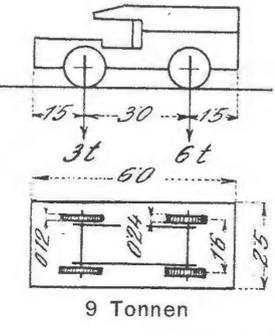
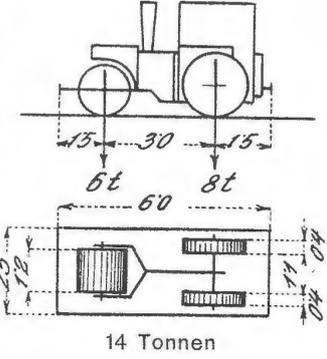
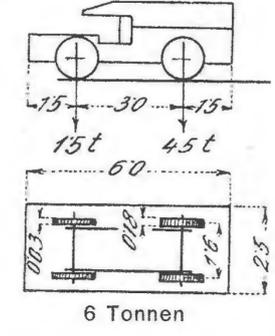
Bei einer Belastung nach	Regellasten		Ersatzlasten in $\text{kg/m}^2$ für			
	Fahrbahnbelastung auf je einem Streifen von 2,5 m Breite		Gleichförmig verteilte Belastung $\text{kg/m}^2$	Lastkraftwagen	Straßenwalze	Berechnung des Erddruckes auf die Widerlager
	Lastkraftwagen	Straßenwalze				
Fall I	 <p>12 Tonnen</p>	 <p>18 Tonnen</p>	450	800	1200	1200
Fall II	 <p>9 Tonnen</p>	 <p>14 Tonnen</p>	400	600	950	950
Fall III	 <p>6 Tonnen</p>	—	350	400	—	400

Abb. 2.7: Belastungsannahmen lt. ÖN B 6201 (1929) [14]

- c) Fall III: Es ist auf einem Fahrstreifen ein Lastkraftwagen von 6 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Die übrige Fahrstreifen sowie die restlichen Flächen werden gleichmäßig mit einer Flächenlast von 350 kg/m<sup>2</sup> belastet. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.8(c).

	Restfläche 450 kg/m <sup>2</sup>		
←	Normalverkehr 450 kg/m <sup>2</sup>	LKW 12 t	
→	Normalverkehr 450 kg/m <sup>2</sup>	Straßenwalze 18 t	

(a) Fall I

	Restfläche 400 kg/m <sup>2</sup>		
←	Normalverkehr 400 kg/m <sup>2</sup>	LKW 9 t	
→	Normalverkehr 400 kg/m <sup>2</sup>	Straßenwalze 14 t	

(b) Fall II

	Restfläche 350 kg/m <sup>2</sup>		
←	Normalverkehr 350 kg/m <sup>2</sup>		
→	Normalverkehr 350 kg/m <sup>2</sup>	LKW 6 t	

(c) Fall III

**Abb. 2.8:** Belastungsannahmen lt. ÖN B 6201 (1929)

### 2.2.3.2 Dynamische Beiwerte

In der ÖN B 6201 (1929) sind keine Angaben zu Dynamischen Beiwerten, Stoßwerten oder ähnlichem zu finden.

### 2.2.4 ÖN B 6201 (1936)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 6201 - Straßenbrücken, Belastungsannahmen“ [15]. Sie wurde vom Österreichischen Normenausschuss am 1. Oktober 1936 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der ÖN B6201 vom 15. Juni 1929 an, die damit ihre Gültigkeit verliert. Diese Norm trifft keine gesonderte Angabe zum Feld ihrer Gültigkeit und ist auch in ihrer Ausführung auf das Wesentliche beschränkt. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 6201 (1936) [15] entnommen.

### 2.2.4.1 Belastungen

Die Norm ÖN B 6201 (1936) [15] trifft folgende Annahmen zu den Verkehrslasten:

- a) *Regellasten*: Als Regellasten gelten die Achsdrücke der in der folgenden Tafel (Abbildung 2.9) dargestellten Fahrzeuge und die dort angegebenen gleichförmig verteilten Belastungen durch Menschengedränge.
- b) *Ersatzlasten*: Als Ersatzlast für ein Fahrzeug gilt das auf der eingenommenen Fläche von  $2,5 \times 6,0$  m als gleichförmig verteilt anzunehmende Gesamtgewicht des Fahrzeuges. Bei Belastungsstrecken von mehr als 30 m Länge dürfen für die Berechnung der Hauptträger statt der Fahrzeuge im allgemeinen die in der folgenden Tafel (Abbildung 2.9) angegebenen Ersatzlasten genommen werden.

*Bemerkungen*:

1. Für größere Verkehrslasten werden Regeln wegen Verschiedenheit der jeweils maßgebenden Verhältnisse nicht aufgestellt.
2. Bei Belastungen der Tragwerke nach Fall I sind die tragenden Teile der Gehwege für eine gleichförmig verteilte Last von  $500 \text{ kg/m}^2$  zu berechnen.
3. Holzbohlen der Gehwege und Gehstege sind für eine Breite von  $0,2$  m mit der Belastung von  $150 \text{ kg/m}^2$  zu berechnen.

Die Belastungen werden in drei Fälle eingeteilt (siehe Abbildung 2.9). Es wird in der Norm nicht genauer auf die Positionierung eingegangen. Im Folgenden werden die einzelnen Fälle erläutert:

- a) Fall I: Es ist auf einem Fahrstreifen eine Straßenwalze von 18 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Auf einem weiteren Fahrstreifen ist ein Lastkraftwagen von 12 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Die übrigen Fahrstreifen sowie die restlichen Flächen werden gleichmäßig mit einer Flächenlast von  $450 \text{ kg/m}^2$  belastet. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.10(a).
- b) Fall II: Es ist auf einem Fahrstreifen eine Straßenwalze von 14 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Auf einem weiteren Fahrstreifen ist ein Lastkraftwagen von 9 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Die übrige Fahrstreifen sowie die restlichen Flächen werden gleichmäßig mit einer Flächenlast von  $400 \text{ kg/m}^2$  belastet. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.10(b).
- c) Fall III: Es ist auf einem Fahrstreifen ein Lastkraftwagen von 6 t Gewicht in ungünstigster Lastposition zu situieren. Die übrige Fahrstreifen sowie die restlichen Flächen werden gleichmäßig mit einer Flächenlast von  $350 \text{ kg/m}^2$  belastet. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.10(c).

2.2.4.2 Dynamische Beiwerte

In der ÖN B 6201 (1936) [15] sind keine Angaben zu dynamischen Beiwerten, Stoßwerten oder ähnlichem zu finden.

Bei einer Belastung nach	Regellasten			Ersatzlasten in kg/m <sup>2</sup> für		
	Fahrbahnbelastung auf je einem Streifen von 2,5 m Breite		Gleichförmig verteilte Belastung kg/m <sup>2</sup>	Lastkraftwagen	Straßenwalze	Berechnung des Erddruckes auf die Widerlager
	Lastkraftwagen	Straßenwalze				
Fall I	<p>12 Tonnen</p>	<p>18 Tonnen</p>	450	800	1200	1200
Fall II	<p>9 Tonnen</p>	<p>14 Tonnen</p>	400	600	950	950
Fall III	<p>6 Tonnen</p>	—	350	400	—	400

Abb. 2.9: Belastungsannahmen lt. ÖN B 6201 (1936) [15]

	Restfläche 450 kg/m <sup>2</sup>		
←	Normalverkehr 450 kg/m <sup>2</sup>	LKW 12 t	
→	Normalverkehr 450 kg/m <sup>2</sup>	Straßenwalze 18 t	

(a) Fall I

	Restfläche 400 kg/m <sup>2</sup>		
←	Normalverkehr 400 kg/m <sup>2</sup>	LKW 9 t	
→	Normalverkehr 400 kg/m <sup>2</sup>	Straßenwalze 14 t	

(b) Fall II

	Restfläche 350 kg/m <sup>2</sup>		
←	Normalverkehr 350 kg/m <sup>2</sup>		
→	Normalverkehr 350 kg/m <sup>2</sup>	LKW 6 t	

(c) Fall III

**Abb. 2.10:** Belastungsannahmen lt. ÖN B 6201 (1936)

### 2.2.5 DIN 1072 (1939)

Der volle Name der Norm lautet „DIN 1072 - Straßenbrücken, Belastungsannahmen“ [3]. Sie wurde vom Deutschen Normenausschuss im Oktober 1939 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der DIN 1072 vom September 1931 an, die damit ihre Gültigkeit verliert. Aufgrund der Annexion Österreichs durch das Deutsche Reich am 12. März 1938 wurden ab diesem Zeitpunkt Brücken mit den nachfolgenden Belastungsannahmen berechnet. Diese Norm trifft keine gesonderte Angabe zum Feld ihrer Gültigkeit und ist auch in ihrer Ausführung auf das Wesentliche beschränkt. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm DIN 1072 (1939) [3] entnommen.

#### 2.2.5.1 Brückenklassen

Die DIN 1072 (1939) [3] definiert vier Brückenklassen: *Die Straßenbrücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in vier Klassen eingeteilt; maßgebend für die Tragfähigkeit ist die der Festigkeitsberechnung zugrunde gelegte Verkehrslast. Für die Klassen I bis III werden im folgenden Regellasten angegeben, die an Stelle der wirklichen Lasten treten. Brücken, die nicht mindestens den Anforderungen der Klasse III entsprechen, gehören zur Klasse IV.*

Unter Umständen ist es zweckmäßig, Straßenbrücken, die den Anforderungen der Klasse II bzw. der Klasse III genügen, darüber hinaus auch dafür ausreichend zu bemessen, daß unter Fernhaltung anderer Lasten eine einzelne 24 t-Dampfwalze (Regellast der Klasse I) hinübergeführt werden kann. Solche Brücken führen die Klassenbezeichnung II (I) bzw. III (I).

Ebenso kann es bei einzelnen Brücken der Klasse I zweckmäßig sein, sie für die Belastung mit besonders schweren allein fahrenden Lasten zu bemessen, deren Einfluß auch durch die 24 t-Dampfwalze nicht mehr gedeckt wird (z.B. Beförderung von schweren Transformatoren). Auch hierbei darf angenommen werden, daß gleichzeitig andere Verkehrslasten von der Fahrbahn ferngehalten werden. Solche Brücken führen als Sonderklasse die Bezeichnung I (S).

### 2.2.5.2 Regellasten

Unterschiedlich schwere Dampfwalzen und Lastkraftwagen dienen als hauptsächliche Belastung: Als Regellasten gelten für Brücken mit Fahrbahnen die im Bild dargestellten Fahrzeuge (Einzel-lasten) und Menschengedränge verschiedener Dichte, das auf der Fahrbahn auch an die Stelle sonstiger Belastung, wie weitere Fahrzeuge (z. B. auch Anhänger) und Viehherden tritt, für Fußgängerbrücken Menschengedränge.

Als Ersatzlast für ein Fahrzeug gilt der Anteil seines Gesamtgewichtes, der bei gleichmäßiger Verteilung über die von ihm eingenommene Grundfläche (2,5 x 6 m) auf die Flächeneinheit entfällt.

Bei Brücken von mehr als 30 m Stützweite können im allgemeinen für die Berechnung der Hauptträger an Stelle der Fahrzeuge die Ersatzlasten benutzt werden. Bei vollen Gewölben und für die Berechnung der Widerlager können auch bei Brücken kleinerer Stützweite Ersatzlasten eingeführt werden.

Die folgende Tafel (Abbildung 2.11) gibt die Regellasten und die Ersatzlasten für die einzelnen Brückenklassen an.

Zur geradlinigen Einschaltung der Belastung mit Menschengedränge (Abbildung 2.11) dienen die Gleichungen:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Klasse I} \quad p = 525 - l \\ \text{Klasse II} \quad p = 475 - l \\ \text{Klasse III} \quad p = 425 - l \end{array} \right\} \text{ in kg/m}^2$$

Darin bedeutet  $l$  die Stützweite in m. Die Belastung ist jeweils auf volle 10 kg/m<sup>2</sup> aufzurunden.

Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.12.

		Brückenklassen			I	II	III	IV
<p>Maße in m</p>	Dampf- walze	Gesamtgewicht	t	24	16	7	ohne Regellasten	
		Vorderrad	t	10	7	5		
		Hinterrad	t	7	4,5	1		
	Ersatzlast		t/m <sup>2</sup>	1,6	1,1	0,5		
	Lastkraft- wagen	Gesamtgewicht	t	12	9	6		
		Vorderrad	t	2	1,5	0,75		
		Hinterrad	t	4	3	2,25		
	Ersatzlast		t/m <sup>2</sup>	0,8	0,6	0,4		
	Menschen- gedränge (auch als Ersatz für andere Lasten s. oben)	Für die Haupt- träger bei einer Stütz- weite von	0 bis 25 m	t/m <sup>2</sup>	0,5	0,45		0,4
			25 bis 125 m		Geradlinig einzuschalten			
		über 125 m	t/m <sup>2</sup>	0,4	0,35	0,3		
		Für die übrigen Teile		t/m <sup>2</sup>	0,5	0,45		0,4

Abb. 2.11: Belastungsannahmen lt. DIN 1072 (1939) [3]

	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>		
←	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>	LKW 12 t	
→	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>	Dampfwalze 24 t	

(a) Klasse I

	Menschengedränge 0,35 bis 0,45 t/m <sup>2</sup>		
←	Menschengedränge 0,35 bis 0,45 t/m <sup>2</sup>	LKW 9 t	
→	Menschengedränge 0,35 bis 0,45 t/m <sup>2</sup>	Dampfwalze 16 t	

(b) Klasse II

	Menschengedränge 0,30 bis 0,40 t/m <sup>2</sup>		
←	Menschengedränge 0,30 bis 0,40 t/m <sup>2</sup>	LKW 6 t	
→	Menschengedränge 0,30 bis 0,40 t/m <sup>2</sup>	Dampfwalze 7 t	

(c) Klasse III

Abb. 2.12: Belastungsannahmen im übrigen Netz lt. DIN 1072 (1939)

Zur Stellung der Regellasten werden in der Norm folgende Vorgaben getroffen: *Je nach der Spurenzahl der Brücke ist mit einem, zwei oder drei Fahrzeugen (Dampfwalze mit Lastkraftwagen daneben) in ungünstigster Stellung, umgeben von Menschengedränge, zu rechnen. Hierbei ist für die Berechnung der Haupt- und Querträger im allgemeinen die Grundfläche der Fahrzeuge (2,50 x 6 m) nicht über die Schrammkante hinauszurücken; ist aber ein Hauptträger zugleich Randträger der Fahrbahn, so ist das Fahrzeug in die für ihn ungünstigste Stellung zu rücken. Von hintereinanderstehenden Fahrzeugen wird abgesehen.*

### 2.2.6 DIN 1072 (1941)

Der volle Name der Norm lautet „DIN 1072 - Straßenbrücken, Belastungsannahmen“ [4]. Sie wurde vom Deutschen Normenausschuss im Februar 1941 veröffentlicht. Eine korrigierte Fassung wurde bereits im April 1941 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der DIN 1072 vom Oktober 1939 an, die damit ihre Gültigkeit verliert. Diese Norm trifft keine gesonderte Angabe zum Feld ihrer Gültigkeit und ist auch in ihrer Ausführung auf das Wesentliche beschränkt. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm DIN 1072 (1941) [4] entnommen.

#### 2.2.6.1 Brückenklassen

Die DIN 1072 (1939) [4] definiert wie Vorgängernorm vier Brückenklassen, jedoch mit dem Zusatz Klasse I A : *Die Straßenbrücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in vier Klassen eingeteilt; maßgebend für die Tragfähigkeit ist die der Festigkeitsberechnung zugrunde gelegte Verkehrslast. Für die Klassen I bis III werden im folgenden Regellasten angegeben, die an Stelle der wirklichen Lasten treten. Brücken, die nicht mindestens den Anforderungen der Klasse III entsprechen, gehören zur Klasse IV.*

*Für das Befahren mit schweren Raupenfahrzeugen gilt Klasse I A.*

*Unter Umständen ist es zweckmäßig, Straßenbrücken, die den Anforderungen der Klasse II bzw. der Klasse III genügen, darüber hinaus auch dafür ausreichend zu bemessen, daß unter Fernhaltung anderer Lasten eine einzelne 24 t-Dampfwalze (Regellast der Klasse I) hinübergeführt werden kann. Solche Brücken führen die Klassenbezeichnung II (I) bzw. III (I).*

*Ebenso kann es bei einzelnen Brücken der Klasse I zweckmäßig sein, sie für die Belastung mit besonders schweren allein fahrenden Lasten zu bemessen, deren Einfluß auch durch die 24 t-Dampfwalze nicht mehr gedeckt wird (z. B. Beförderung von schweren Transformatoren). Auch hierbei darf angenommen werden, daß gleichzeitig andere Verkehrslasten von der Fahrbahn ferngehalten werden. Solche Brücken führen als Sonderklasse die Bezeichnung I (S).*

#### 2.2.6.2 Regellasten

Auch die Regellasten sind ähnlich definiert, jedoch mit einem zusätzlichen Raupenfahrzeug: *Als Regellasten gelten für Brücken mit Fahrbahnen die im Bild dargestellten Fahrzeuge (Einzel-lasten) und Menschengedränge verschiedener Dichte, das auf der Fahrbahn auch an die Stelle*

sonstiger Belastung, wie weitere Fahrzeuge (z. B. auch Anhänger) und Viehherden tritt, für Fußgängerbrücken Menschengedränge.

Als Ersatzlast für ein Fahrzeug gilt der Anteil seines Gesamtgewichtes, der bei gleichmäßiger Verteilung über die von ihm eingenommene Grundfläche (2,5 x 6,0 m, beim Raupenfahrzeug 3,0 x 6,0 m) auf die Flächeneinheit entfällt.

Bei Brücken von mehr als 30 m Stützweite können im allgemeinen für die Berechnung der Hauptträger an Stelle der Fahrzeuge die Ersatzlasten benutzt werden. Bei vollen Gewölben und für die Berechnung der Widerlager können auch bei Brücken kleinerer Stützweite Ersatzlasten eingeführt werden.

Die folgende Tafel (Abbildung 2.13) gibt die Regellasten und die Ersatzlasten für die einzelnen Brückenklassen an.

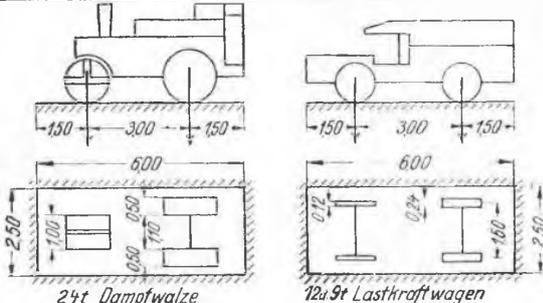
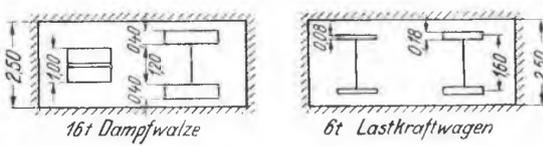
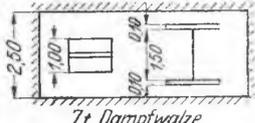
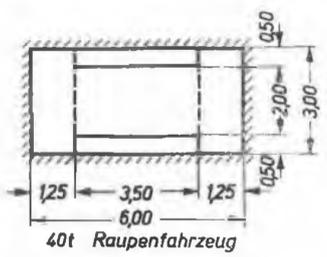
Brückenklassen		I	II	III	IV		
 <p>24t Dampfwalze</p> <p>12x9t Lastkraftwagen</p>	Gesamtgewicht	t	24	16	7		
	Vorderrad	t	10	7	5		
	Hinterrad	t	7	4,5	1		
	Ersatzlast	t/m <sup>2</sup>	1,6	1,1	0,5		
 <p>16t Dampfwalze</p> <p>6t Lastkraftwagen</p>	Gesamtgewicht	t	12	9	6		
	Vorderrad	t	2	1,5	0,75		
	Hinterrad	t	4	3	2,25		
	Ersatzlast	t/m <sup>2</sup>	0,8	0,6	0,4		
 <p>7t Dampfwalze</p>	Menschen- gedränge (auch als Ersatz für andere Lasten s. oben)	Für die Haupt- träger bei einer Stütz- weite von	0 bis 25 m	t/m <sup>2</sup>	0,5	0,45	0,4
		über	25 bis 125 m	t/m <sup>2</sup>	0,4	0,35	0,3
	Für die übrigen Teile		t/m <sup>2</sup>	0,5	0,45	0,4	
	Geradlinig einzuschalten						
<b>Brückenklasse IA</b> Für die Brückenklasse IA gelten dieselben Regellasten wie für Klasse I, jedoch tritt an Stelle der Dampfwalze, soweit das ungünstiger ist, ein Raupenfahrzeug von 40 t Gesamtgewicht gemäß nebenstehendem Bild. Die beiden Kettenlasten von je 20 t sind auf die dargestellten je 3,5 x 0,5 m großen Auflageflächen der Raupenkettengleichmäßig zu verteilen. Die Ersatzlast ist 2,2 t/m <sup>2</sup> .							
 <p>40t Raupenfahrzeug</p>							

Abb. 2.13: Belastungsannahmen lt. DIN 1072 1941 [4]

Zur geradlinigen Einschaltung der Belastung mit Menschengedränge (siehe Abbildung 2.13) dienen die Gleichungen:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Klasse I } p = 525 - l \\ \text{Klasse II } p = 475 - l \\ \text{Klasse III } p = 425 - l \end{array} \right\} \text{ in kg/m}^2$$

Darin bedeutet  $l$  die Stützweite in m. Die Belastung ist jeweils auf volle  $10 \text{ kg/m}^2$  aufzurunden.

Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.14.

	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>		
←	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>	LKW 12 t	
→	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>	RFZ 40 t	

(a) Klasse I A

	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>		
←	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>	LKW 12 t	
→	Menschengedränge 0,40 bis 0,50 t/m <sup>2</sup>	Dampfwalze 24 t	

(b) Klasse I

	Menschengedränge 0,35 bis 0,45 t/m <sup>2</sup>		
←	Menschengedränge 0,35 bis 0,45 t/m <sup>2</sup>	LKW 9 t	
→	Menschengedränge 0,35 bis 0,45 t/m <sup>2</sup>	Dampfwalze 16 t	

(c) Klasse II

	Menschengedränge 0,30 bis 0,40 t/m <sup>2</sup>		
←	Menschengedränge 0,30 bis 0,40 t/m <sup>2</sup>	LKW 6 t	
→	Menschengedränge 0,30 bis 0,40 t/m <sup>2</sup>	Dampfwalze 7 t	

(d) Klasse III

**Abb. 2.14:** Belastungsannahmen im übrigen Netz lt. DIN 1072 (1941)

Zur Stellung der Regellasten werden in der Norm folgende Vorgaben getroffen: *Je nach der Fahrbahnbreite der Brücke ist mit einem, zwei oder drei Fahrzeugen (Dampfwalze mit Lastkraftwagen daneben) in ungünstigster Stellung, umgeben von Menschengedränge, zu rechnen. Von*

*hintereinanderstehenden Fahrzeugen wird abgesehen. Quer- und Schräglagen der Lasten gelten als ausgeschlossen). Bei der Berechnung der Haupt- und Querträger ist zur Vereinfachung die Grundfläche der Dampfwalzen und Lastkraftwagen (2,5 x 6,0 m) nicht über die Schrammkante hinauszurücken. (Für Raupenfahrzeuge kommt ein Hinausrücken über die Schrammkante nicht in Frage.)*

## 2.2.7 DIN 1072 (1944)

Der volle Name der Norm lautet „DIN 1072 - Straßenbrücken, Belastungsannahmen“ [5]. Sie wurde vom Deutschen Normenausschuss im September 1944 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der DIN 1072 vom April 1941 an, die damit ihre Gültigkeit verliert. Diese Norm trifft keine gesonderte Angabe zum Feld ihrer Gültigkeit und ist auch in ihrer Ausführung auf das Wesentliche beschränkt. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm DIN 1072 (1944) [5] entnommen.

### 2.2.7.1 Brückenklassen

*Auch in DIN 1072 (1944) [5] gibt es vier Brückenklassen, jetzt mit Sonderklassen: Die Straßenbrücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in vier Klassen eingeteilt; maßgebend für die Tragfähigkeit ist die der Festigkeitsberechnung zugrunde gelegte Verkehrslast. Für die Klassen I bis III und I A werden im folgenden Regeltasten angegeben, die an Stelle der wirklichen Lasten treten. Brücken, die nicht mindestens den Anforderungen der Klasse III entsprechen, gehören zur Klasse IV.*

*Klasse I A gilt für das Befahren mit Raupenfahrzeugen von 40 t Gewicht.*

*Unter Umständen ist es zweckmäßig, Straßenbrücken, die den Anforderungen einer niederen Klasse genügen, darüber hinaus auch dafür ausreichend zu bemessen, daß unter Fernhaltung anderer Lasten die schwersten Regellasten einer höheren Klasse hinübergeführt werden können, und zwar Dampfwalzen allein fahrend, Raupenfahrzeuge dagegen zu mehreren in einem Mittenabstand von mindestens 15 m hintereinander. Solche Brücken führen als Klassenbezeichnung neben dem Zeichen ihrer Klasse in Klammern das Klassenzeichen der zur Alleinfahrt zugelassenen Regellast, z. B. III (I), II (I A) (Abbildung 2.17(b)).*

*Ebenso kann es bei einzelnen Brücken der Klasse I und I A zweckmäßig sein, sie für die Belastung mit besonders schweren alleinfahrenden Lasten zu bemessen, deren Einfluß auch durch die schwersten Regellasten nicht mehr gedeckt wird (z. B. mit Raupenfahrzeugen von mehr als 40 t Gewicht). Auch hierbei darf angenommen werden, daß gleichzeitig andere Verkehrslasten von der Fahrbahn ferngehalten werden. Solche Brücken führen als Sonderklassen die Bezeichnungen I (S) bzw. I A (S). Besonders hervorzuheben sind die Brücken der Sonderklassen I A (S60) und I A (S80), bei denen als alleinfahrende Lasten Raupenfahrzeuge von 60 t bzw. 80 t Gewicht nach Bild 1 und 2 (Abbildung 2.15) in Rechnung zu stellen sind.*

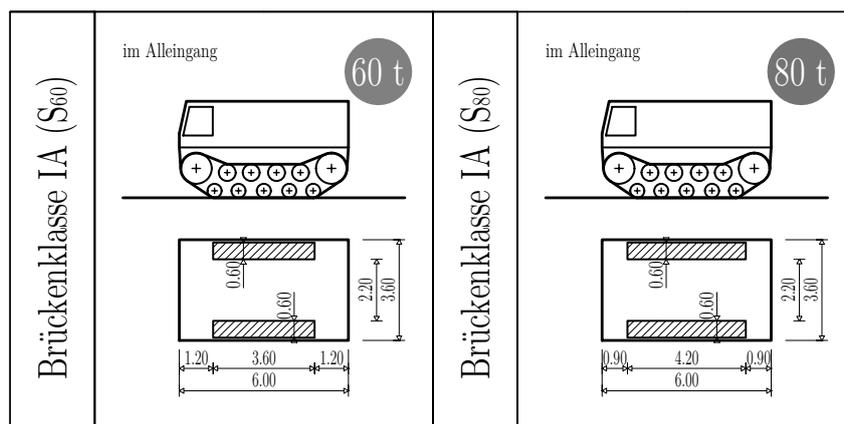


Abb. 2.15: Raupenfahrzeuge von 60 t bzw. 80 t Gewicht lt. DIN 1072 (1944)

### 2.2.7.2 Regellasten

Wieder gelten unterschiedlich schwere Dampfwalzen und Lastkraftwagen sowie ein 40 t Raupenfahrzeug als Hauptbelastung: *Als Regellasten gelten für Brücken mit Fahrbahnen die im Bild dargestellten Fahrzeuge (Einzellasten) und Menschengedränge verschiedener Dichte, das auf der Fahrbahn auch an die Stelle sonstiger Belastung, wie weitere Fahrzeuge (z. B. auch Anhänger) und Viehherden tritt, für Fußgängerbrücken Menschengedränge.*

*Als Ersatzlast für ein Fahrzeug gilt der Anteil seines Gesamtgewichtes, der bei gleichmäßiger Verteilung über die von ihm eingenommene Grundfläche (2,5-6,0 m, beim Raupenfahrzeug von 40 t Gewicht 3,0-6,0 m) auf die Flächeneinheit entfällt.*

*Bei Brücken von mehr als 30 m Stützweite können im allgemeinen für die Berechnung der Hauptträger an Stelle der Fahrzeuge die Ersatzlasten benutzt werden. Bei vollen Gewölben und für die Berechnung der Widerlager können auch bei Brücken kleinerer Stützweite Ersatzlasten eingeführt werden.*

*Die folgende Tafel (Abbildung 2.16) gibt die Regellasten und die Ersatzlasten für die einzelnen Brückenklassen an.*

*Zur geradlinigen Einschaltung der Belastung mit Menschengedränge (Abbildung 2.16) dienen die Gleichungen:*

$$\left. \begin{array}{l} \text{Klasse I} \quad p = 525 - l \\ \text{Klasse II} \quad p = 475 - l \\ \text{Klasse III} \quad p = 425 - l \end{array} \right\} \text{ in kg/m}^2$$

*Darin bedeutet l die Stützweite in m. Die Belastung ist jeweils auf volle 10 kg/m<sup>2</sup> aufzurunden.*

Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.17.

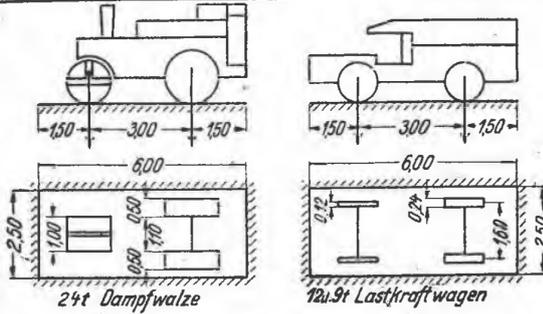
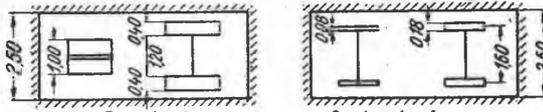
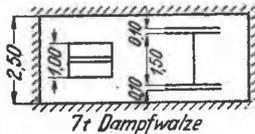
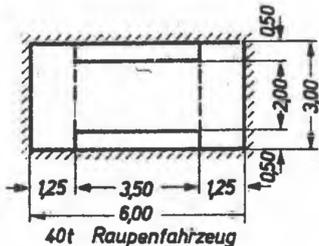
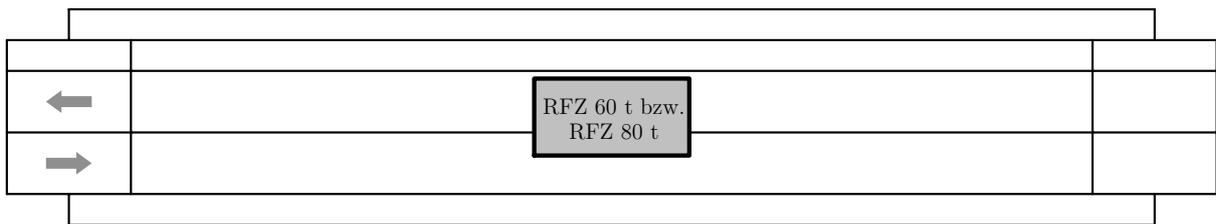
		Brückenklassen						
		I	II	III	IV			
 <p>24t Dampfwalze</p> <p>12x9t Lastkraftwagen</p>	Gesamtgewicht	t	24	18	7	ohne Regellasten		
	Vorderrad	t	10	7	5			
	Hinterrad	t	7	4,5	1			
	Ersatzlast	t/m <sup>2</sup>	1,6	1,1	0,5			
 <p>16t Dampfwalze</p> <p>6t Lastkraftwagen</p>	Gesamtgewicht	t	12	9	6			
	Vorderrad	t	2	1,5	0,75			
	Hinterrad	t	4	3	2,25			
	Ersatzlast	t/m <sup>2</sup>	0,8	0,6	0,4			
 <p>7t Dampfwalze</p>	Menschengedränge (auch als Ersatz für andere Lasten s. oben)	Für die Hauptträger bei einer Stützweite von	0 bis 25 m	t/m <sup>2</sup>	0,5		0,45	0,4
		25 bis 125 m	Geradlinig einzuschalten					
		über 125 m	t/m <sup>2</sup>	0,4	0,35		0,3	
		Für die übrigen Teile	t/m <sup>2</sup>	0,5	0,45		0,4	
 <p>40t Raupenfahrzeug</p>		<b>Brückenkategorie IA</b> Für die Brückenkategorie IA gelten dieselben Regellasten wie für Klasse I, jedoch tritt an Stelle der Dampfwalze, soweit das ungünstiger ist, ein Raupenfahrzeug von 40 t Gesamtgewicht gemäß nebenstehendem Bild. Die beiden Kettenlasten von je 20 t sind auf die dargestellten je 3,5 · 0,5 m großen Auflageflächen der Raupenkettens gleichmäßig zu verteilen. Die Ersatzlast ist 2,2 t/m <sup>2</sup> .						

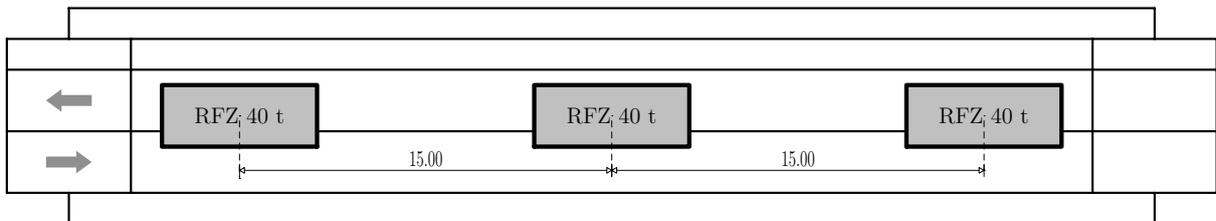
Abb. 2.16: Belastungsannahmen lt. DIN 1072 (1944) [5]

Zur Stellung der Regellasten werden in der Norm folgende Vorgaben getroffen: *Je nach der Fahrbahnbreite der Brücke ist mit einem, zwei oder drei Fahrzeugen (Dampfwalze oder Raupenfahrzeug mit Lastkraftwagen daneben) in ungünstigster Stellung, umgeben von Menschengedränge, zu rechnen. Von hintereinanderstehenden Fahrzeugen wird abgesehen.*

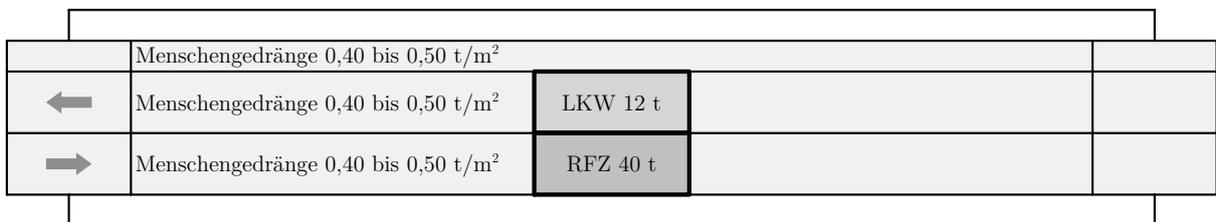
*Quer- und Schräglagen der Lasten gelten als ausgeschlossen. Bei der Berechnung der Haupt- und Querträger ist zur Vereinfachung die Grundfläche der Dampfwalzen und Lastkraftwagen (2,5 x 6,0 m) nicht über die Schrammkante hinauszurücken. Ist aber ein Hauptträger zugleich Randträger der Fahrbahn, so ist das Fahrzeug in die für ihn ungünstigste Stellung zu rücken. (Für Raupenfahrzeuge kommt ein Hinausrücken über die Schrammkante nicht in Frage.)*



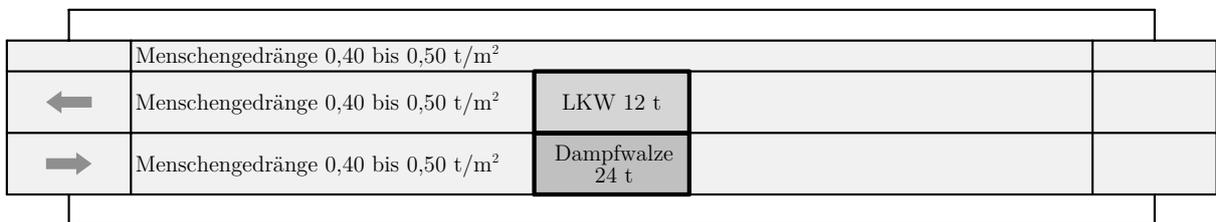
(a) Klasse I (S) bzw. Klasse I A (S)



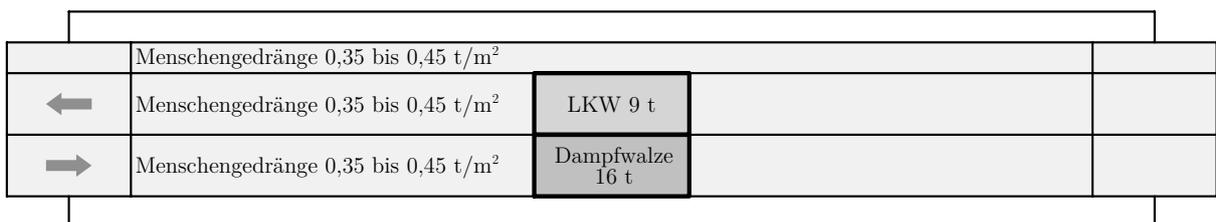
(b) Klasse II (I A) bzw. Klasse III (I A)



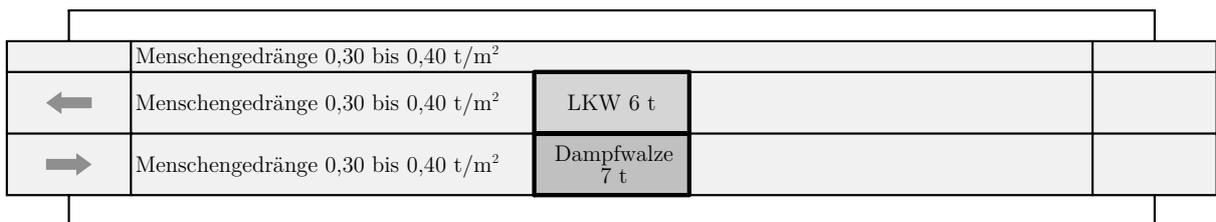
(c) Klasse I A



(d) Klasse I



(e) Klasse II



(f) Klasse III

Abb. 2.17: Belastungsannahmen im übrigen Netz lt. DIN 1072 (1944)

## 2.2.8 ÖN B 4002-1 (1948)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 4002-1 – Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke“ [12]. Sie wurde vom Fachnormenausschuss Brückenbau-Allgemeines am 15. November 1948 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der DIN 1072 an, in der Norm selbst werden jedoch die ÖN B 6201 und ÖN B 6401 als Vorgängernormen deklariert. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 4002-1 (1948) [12] entnommen. Die Gültigkeit ist wie folgt definiert:

*Diese Norm gilt für sämtliche im Zuge von Straßen- und Fußwegen liegenden Brücken, ausgenommen jene, die im Zuge von Feldwegen liegen und weniger als 10 m Abstand Stützweite haben. Für diese Feldwegbrücken gilt Önorm B 4002, 2. Teil Feldwegbrücken.*

Diese ÖN B 4002-2 ist nicht Gegenstand dieser Arbeit, da ausgeschlossen werden kann, dass Sondertransporte Feldwegbrücken queren.

### 2.2.8.1 Belastungen

Die ÖN B 4002-1 (1948) [12] definiert drei Brückenklassen: *Die Straßenbrücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in drei Klassen eingeteilt. Maßgebend für die Klasseneinteilung einer Brücke sind die der statischen Berechnung zugrunde gelegten Verkehrslasten. Die 2,5 m breiten Fahrzeuge sind ohne Zwischenraum so nebeneinander aufzustellen, daß die Verkehrslast für den betrachteten Bauteil die ungünstigste Einwirkung ergibt. Gleichzeitig muß auch in der Längsrichtung der Fahrbahnstreifen die ungünstigste Laststellung vorhanden sein.*

Die Regellasten sind Abbildung 2.18 zu entnehmen.

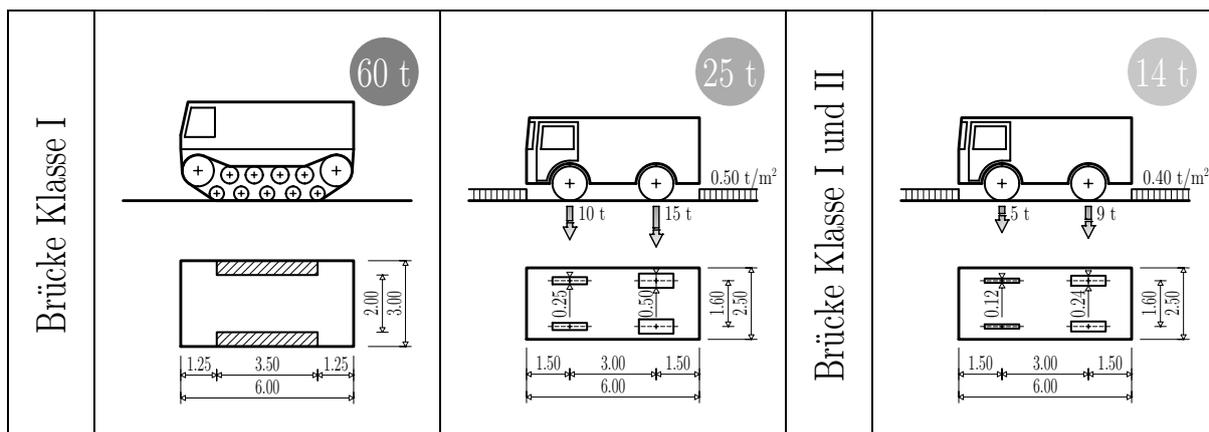


Abb. 2.18: Belastungsannahmen lt. ÖN B 4002-1 (1948)

Davon gelten für:

- Klasse I A, Brücken mit Sonderbelastung (auch Schienenfahrzeuge usw.): Für diese werden die Belastungen von der zuständigen Verwaltung fallweise angegeben.*

- b) *Klasse I: Auf einem Fahrbahnstreifen ein 25 t schwerer Lastkraftwagen, auf den übrigen Streifen je ein 14 t schwerer Lastkraftwagen, auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehwegen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von  $500 \text{ kg/m}^2$ . Jede Brücke muß außerdem der Belastung durch ein in Fahrbahnmitte mit einer beiderseitigen Abweichung von 0,5 m fahrendes 60 t schweres Raupenfahrzeug im Alleingang genügen. Dabei sind die Schutzstreifen und Gehwege belastet anzunehmen. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.19 sowie Abbildung 2.20.*
- c) *Klasse II: Auf jedem Fahrbahnstreifen ein 14 t schwerer Lastkraftwagen, auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehwegen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von  $400 \text{ kg/m}^2$ . Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.21.*

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

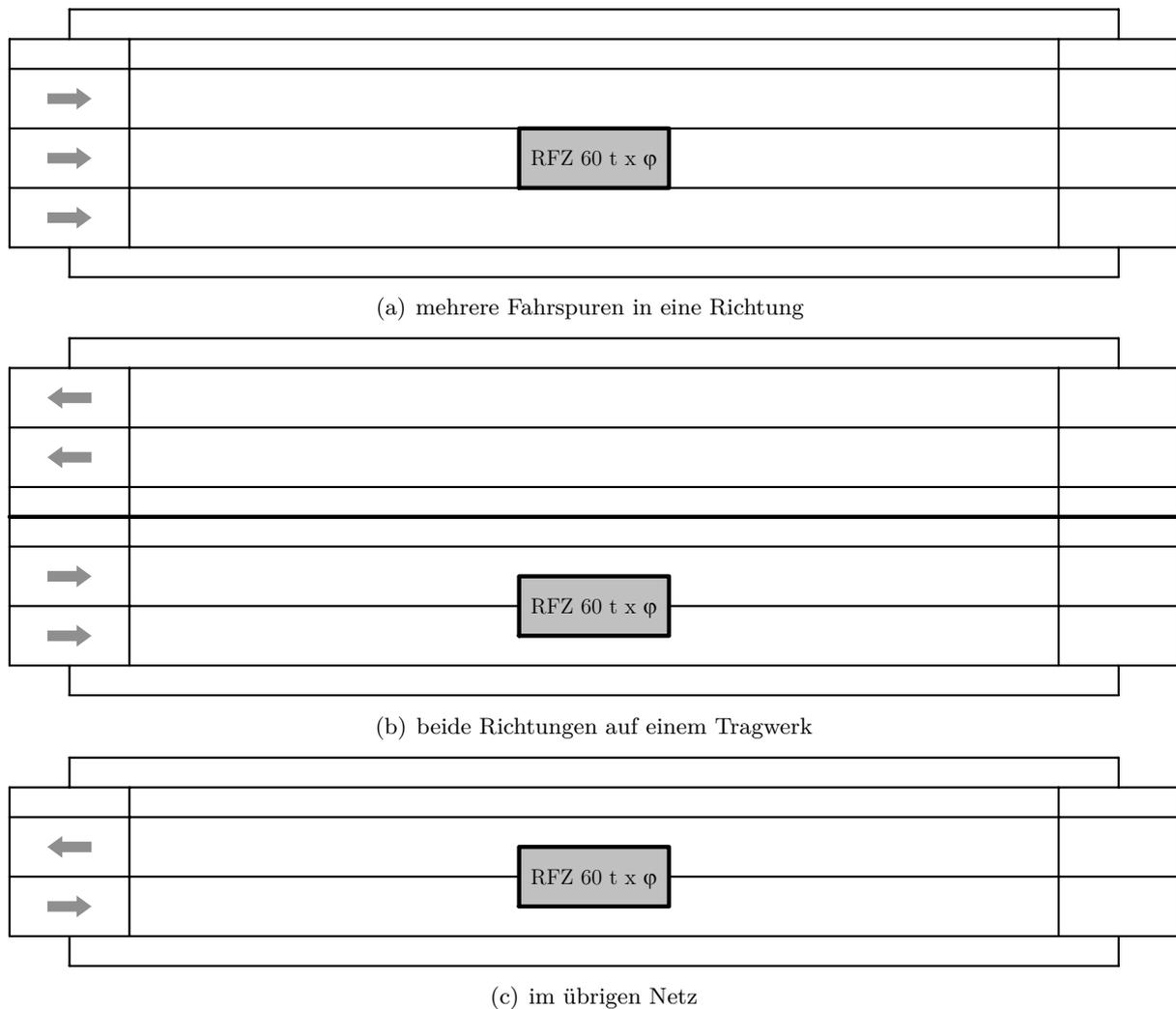
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.19:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I lt. ÖN B 4002-1 (1948)



**Abb. 2.20:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I mit Raupenfahrzeug lt. ÖN B 4002-1 (1948)

### 2.2.8.2 Dynamische Beiwerte

Erstmalig sollen dynamische Beiwerte ( $\varphi$ ) zur Anwendungen kommen. Die aufgeführten Normen führen aber ins Leere – es sind in diesen Normen keine dynamischen Beiwerte enthalten. Aus Gründen der Vollständigkeit hier die zitierten Normen aus ÖN B 4002-1 (1948) [12]:

*Bei den Belastungen sind die maßgebenden dynamischen Beiwerte gemäß:*

- *Önorm B 4102 für Holzbrücken,*
- *Önorm B 4202 für Massivbrücken und*
- *Önorm B 4302 für Stahlbrücken*

*zu berücksichtigen.*

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.21:** Belastungsannahmen für Brückenklasse II lt. ÖN B 4002-1 (1948)

### 2.2.9 ÖN B 4002-1 (1954)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 4002-1 – Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke“ [13]. Sie wurde vom Fachnormenausschuss Brückenbau-Allgemeines am 7. August 1954 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der ÖN B 4002-1 von 1948 an. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 4002-1 (1954) [13] entnommen. Die Gültigkeit ist wie folgt definiert:

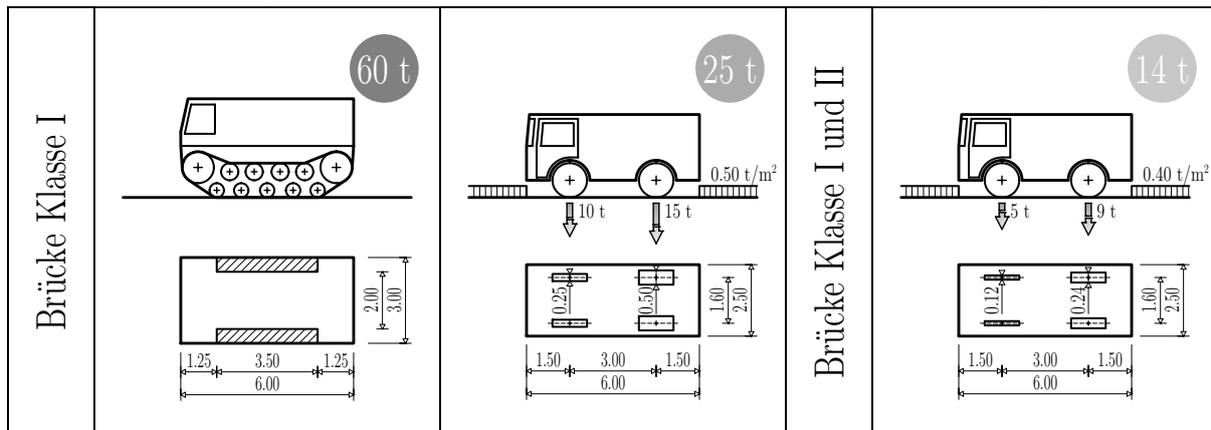
*Diese Norm gilt für sämtliche im Zuge von Straßen- und Fußwegen liegenden Brücken, ausgenommen jene, die im Zuge von Feldwegen liegen und weniger als 10 m Abstand Stützweite haben. Für diese Feldwegbrücken gilt Önorm B 4002, 2. Teil Feldwegbrücken.*

Diese ÖN B 4002-2 ist nicht Gegenstand dieser Arbeit, da ausgeschlossen werden kann, dass Sondertransporte Feldwegbrücken queren.

### 2.2.9.1 Belastungen

Die ÖN B 4002-1 (1954) [13] definiert drei Brückenklassen: *Die Straßenbrücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in drei Klassen eingeteilt. Maßgebend für die Klasseneinteilung einer Brücke sind die der statischen Berechnung zugrunde gelegten Verkehrslasten. Die 2,5 m breiten Fahrzeuge sind ohne Zwischenraum so nebeneinander aufzustellen, daß die Verkehrslast für den betrachteten Bauteil die ungünstigste Einwirkung ergibt. Gleichzeitig muß auch in der Längsrichtung der Fahrbahnstreifen die ungünstigste Laststellung vorhanden sein.*

Die Regellasten sind Abbildung 2.22 zu entnehmen.



**Abb. 2.22:** Belastungsannahmen lt. ÖN B 4002-1 (1954) [13]

Davon gelten für:

- Klasse I A, *Brücken mit Sonderbelastung (auch Schienenfahrzeuge usw.): Für diese werden die Belastungen von der zuständigen Verwaltung fallweise angegeben*
- Klasse I: *Auf einem Fahrbahnstreifen ein 25 t schwerer Lastkraftwagen, auf den übrigen Streifen je ein 14 t schwerer Lastkraftwagen, auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehwegen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von  $500 \text{ kg/m}^2$ . Jede Brücke muß außerdem der Belastung durch ein in Fahrbahnmitte mit einer beiderseitigen Abweichung von 0,5 m fahrendes 60 t schweres Raupenfahrzeug im Alleingang genügen. Dabei sind die Schutzstreifen und Gehwege belastet anzunehmen. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.23 sowie 2.24.*
- Klasse II: *Auf jedem Fahrbahnstreifen ein 14 t schwerer Lastkraftwagen, auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehwegen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von  $400 \text{ kg/m}^2$ . Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.25.*

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

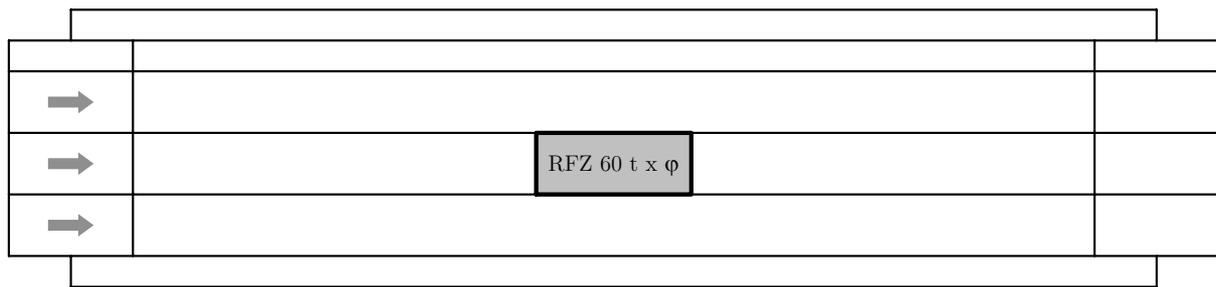
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

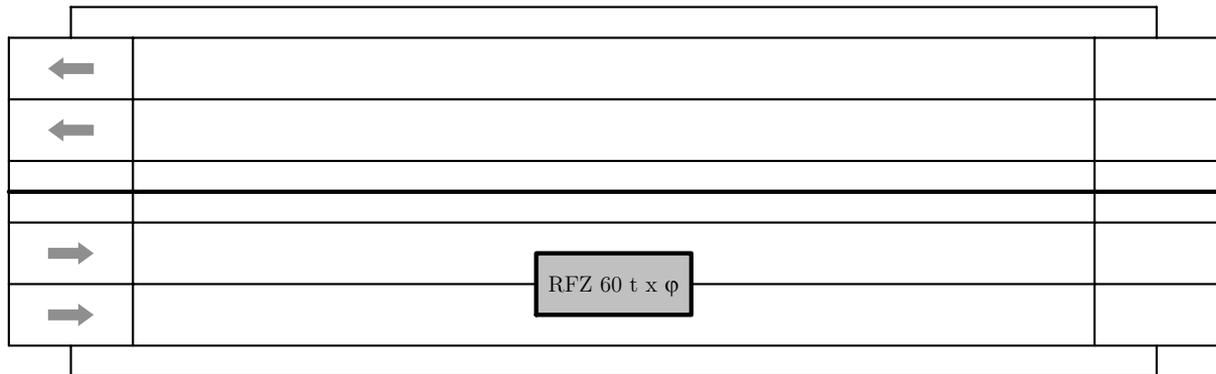
**Abb. 2.23:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I lt. ÖN B 4002-1 (1954)

### 2.2.9.2 Dynamische Beiwerte

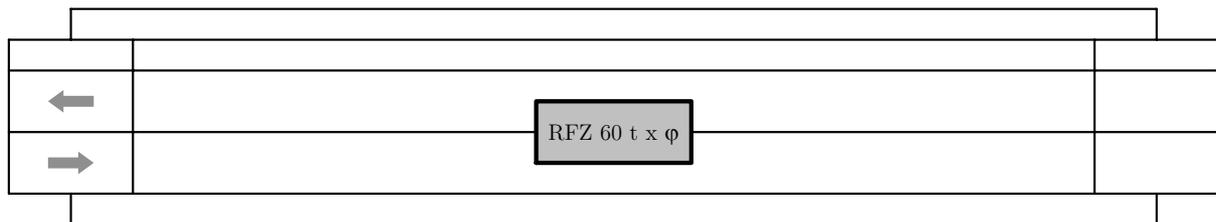
Laut ÖN B 4002-1 (1954) [13] sind die dynamischen Beiwerte ( $\varphi$ ) in der ÖN B 4000, 5. Teil zu finden. Diese Norm wurde nie herausgegeben.



(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung



(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk



(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.24:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I mit Raupenfahrzeug lt. ÖN B 4002-1 (1954)

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.25:** Belastungsannahmen für Brückenklasse II lt. ÖN B 4002-1 (1954)**2.2.10 ÖN B 4002 (1958)**

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 4002 - Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke“ [9]. Sie wurde vom Fachnormenausschuss Brückenbau-Allgemeines am 8. März 1958 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der ÖN B 4002-1 von 1954 und ÖN B 4002-2 von 1954 an. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 4002 (1958) [9] entnommen. Die Gültigkeit ist wie folgt definiert:

*Diese Norm gilt für sämtliche im Zuge von Straßen, Feldwegen und Fußwegen liegenden Brücken, die dementsprechend in Straßen-, Feldweg- und Fußgängerbrücken eingeteilt werden. Für Straßenbrücken, die von Straßenbahnen mitbenützt werden, gelten auch die einschlägigen Bestimmungen der ÖNORM B 4003, 2. Teil, Straßenbahnbrücken.*

Diese ÖN B 4003, 2. Teil, Straßenbahnbrücken ist nicht Gegenstand dieser Arbeit. Feldweg- und Fußgängerbrücken sind nicht Teil dieser Arbeit, da ausgeschlossen werden kann, dass Sondertransporte diese queren.

### 2.2.10.1 Belastungen

Ab dieser Norm werden die Brücken in zwei Klassen eingeteilt: *Die Straßen-, Feldweg- und Fußgängerbrücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in je zwei Klassen eingeteilt. Maßgebend für die Klasseneinteilung einer Brücke sind die der statischen Berechnung zugrundegelegten Verkehrslasten. Die 2,5 m breiten Fahrzeuge sind ohne Zwischenraum so nebeneinander aufzustellen, daß die Verkehrslast für den betrachteten Bauteil die ungünstigste Einwirkung ergibt. Gleichzeitig muß auch in der Längsrichtung der Fahrbahnstreifen die ungünstigste Laststellung vorhanden sein.*

Die Regellasten sind Abbildung 2.26 zu entnehmen.

Brückenklassen		I		II
Lastkraftwagen	Gesamtgewicht t	25	14	14
	Vorderrad t	5	2,5	2,5
	Hinterrad t	7,5	4,5	4,5
	Ersatzlast t/m <sup>2</sup>	1,67	0,93	0,93
Gleichlast	t/m <sup>2</sup>	0,50		0,40
Raupenfahrzeug	Gesamtgewicht t	60		—
	Raupenlast t/m <sup>2</sup>	17,14		—
	Ersatzlast t/m <sup>2</sup>	3,33		—

Abb. 2.26: Belastungsannahmen lt. ÖN B 4002 (1958) [9]

Davon gelten für:

- a) Klasse I: Auf einem Fahrbahnstreifen ein 25 t schwerer Lastkraftwagen, auf den übrigen Streifen je ein 14 t schwerer Lastkraftwagen, auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehwegen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von 500 kg/m<sup>2</sup>. Jede Brücke muß außerdem der Belastung durch ein in Fahrbahnmitte mit einer beiderseitigen Abweichung von 0,5 m fahrendes 60 t schweres Raupenfahrzeug im Alleingang genügen. Dabei sind Schutzstreifen und Gehwege belastet anzunehmen. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.27 sowie 2.28.

- b) Klasse II: Auf jedem Fahrbahnstreifen ein 14 t schwerer Lastkraftwagen, auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn auf den Gehwegen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von  $400 \text{ kg/m}^2$ . Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.29.

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

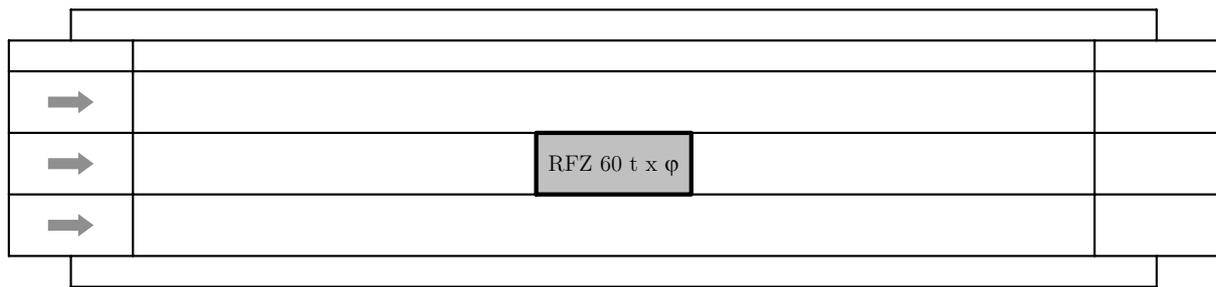
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

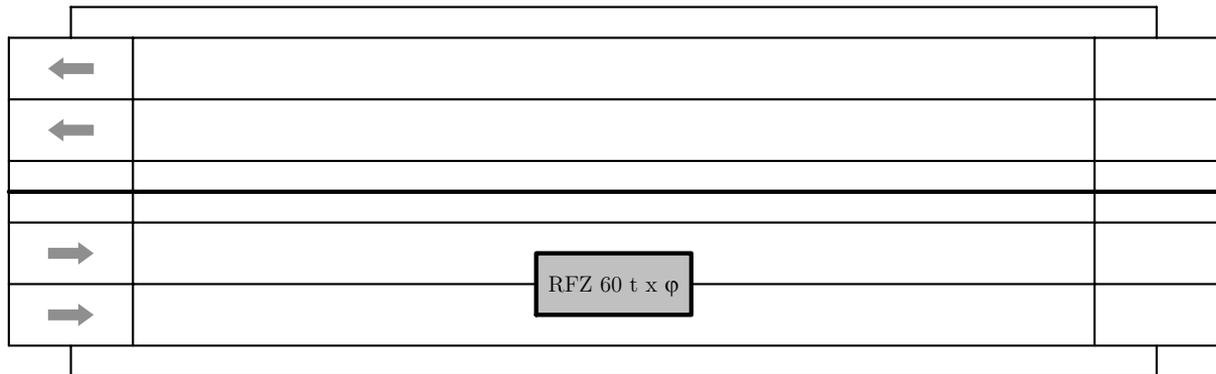
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

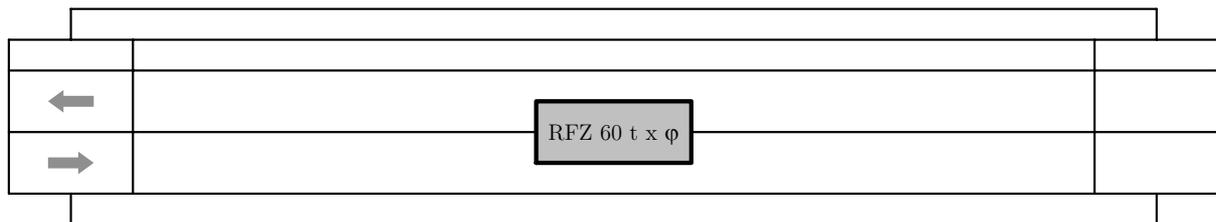
**Abb. 2.27:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I lt. ÖN B 4002 (1958)



(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung



(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk



(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.28:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I mit Raupenfahrzeug lt. ÖN B 4002 (1958)

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 14 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.29:** Belastungsannahmen für Brückenklasse II lt. ÖN B 4002 (1958)

### 2.2.10.2 Dynamische Beiwerte

Nun werden die dynamischen Beiwerte direkt in der Norm geregelt: *Bei allen auf Fahrbahnstreifen von Straßenbrücken und Feldwegbrücken befindlichen Regellasten und deren Ersatzlasten sind die dynamischen Beiwerte nach Abbildung 2.30 zu berücksichtigen.*

a) Maßgebende Längen  $l_\varphi$

Längsträger	Abstand der Querträger					
Querträger ohne Trägerrostwirkung	Abstand der Hauptträger					
Querträger mit Trägerrostwirkung	Stützweite der Hauptträger					
Querträgerkragarm	wie Querträger					
Konsolen an Endquerträgern	min $l_\varphi$					
Hauptträger (Balken, Bogen) auf 2 Stützen	Stützweite des Trägers					
Hauptträger, Durchlaufträger über n Öffnungen $\text{mit } l_m = \frac{1}{n} (l_1 + l_2 + \dots + l_n)$	n =	2	3	4	5 <small>u. mehr</small>	Öffnungen
	$l_\varphi =$	1,2	1,3	1,4	1,5	$\times l_m$ (mindestens = max l)
Hauptträger (Gelenkträger mit Kragarm)	Stützweite des Trägers					
Hauptträger (Einhängeträger)	Stützweite des Eihängeträgers					

b) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Holz

Fahrbahntafel, Fahrbahnträger, unmittelbar belastete Hauptträger	1,4 für alle Stützweiten
mittelbar (durch Querträger) belastete Hauptträger	1,2 für alle Stützweiten

c) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Beton und Stahlbeton

$l_\varphi$ in m	0	10	30	50	70
Fahrbahnträger, unmittelbar belastete Hauptträger, Plattentragwerke	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
mittelbar belastete Hauptträger (z. B. Trogrbrücken, Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn)	1,40	1,25	1,10	1,00	1,00
Bogenbrücken und Gewölbe mit voller Überschüttung oder Aufmauerung	1,15	1,08	1,04	1,00	1,00
Fahrbahnplatten, Hängestangen, Stützen	1,40				

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

d) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Stahl

$l_\varphi$ in m	bis 2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100
Spur I $\varphi_I$	1,64	1,56	1,50	1,45	1,41	1,38	1,35	1,32	1,30	1,23	1,18	1,13	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
Spur II $\varphi_{II}$	1,32	1,28	1,25	1,23	1,20	1,19	1,17	1,16	1,15	1,11	1,09	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten. Für Spur III und weitere Spuren ist  $\varphi = 1$ .

Die Spuren sind entsprechend ihrem statischen Einfluß auf dem betreffenden Bauteil anzuordnen (siehe Bild 1 und 2).

Abb. 2.30: Dynamische Beiwerte lt. ÖN B 4002 (1958) [9]

2.2.11 ÖN B 4002 (1964)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 4002 - Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke“ [10]. Sie wurde vom Fachnormenausschuss Brückenbau-Allgemeines im November 1964 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der ÖN B 4002 von 1958 an. Die

folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 4002 (1964) [10] entnommen. Die Gültigkeit ist wie folgt definiert:

*Diese Norm gilt für sämtliche im Zuge von Straßen, Feldwegen und Fußwegen liegenden Brücken, die dementsprechend in Straßen-, Feldweg- und Fußgängerbrücken eingeteilt werden. Für Straßenbrücken, die von Straßenbahnen mitbenützt werden, gelten auch die einschlägigen Bestimmungen der ÖNORM B 4003, 2. Teil, Straßenbahnbrücken.*

Diese ÖN B 4003, 2. Teil, Straßenbahnbrücken ist nicht Gegenstand dieser Arbeit. Feldweg- und Fußgängerbrücken sind nicht Teil dieser Arbeit, da ausgeschlossen werden kann, dass Sondertransporte diese queren.

**2.2.11.1 Belastungen**

Es sind wieder zwei Brückenklassen definiert, jedoch mit höheren Belastungen: *Die Straßen-, Feld- und Fußgängerbrücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in je 2 Klassen eingeteilt. Maßgebend für die Klasseneinteilung einer Brücke sind die der statischen Berechnung zugrunde gelegten Verkehrslasten. Die 2,5 m breiten Regelfahrzeuge entsprechen der Breite der Fahrstreifen und sind daher ohne Zwischenraum so nebeneinander aufzustellen, daß die Verkehrslast für den betrachteten Bauteil die ungünstigste Einwirkung ergibt. Ein Anrücken der Räder an die Schrammbordkante ist nicht notwendig. Gleichzeitig muß auch in der Längsrichtung der Fahrstreifen die ungünstigste Laststellung vorhanden sein. Quer- und Schrägstellungen der Fahrzeuge sind nicht zu berücksichtigen.*

Die Regellasten sind Abbildung 2.31 zu entnehmen.

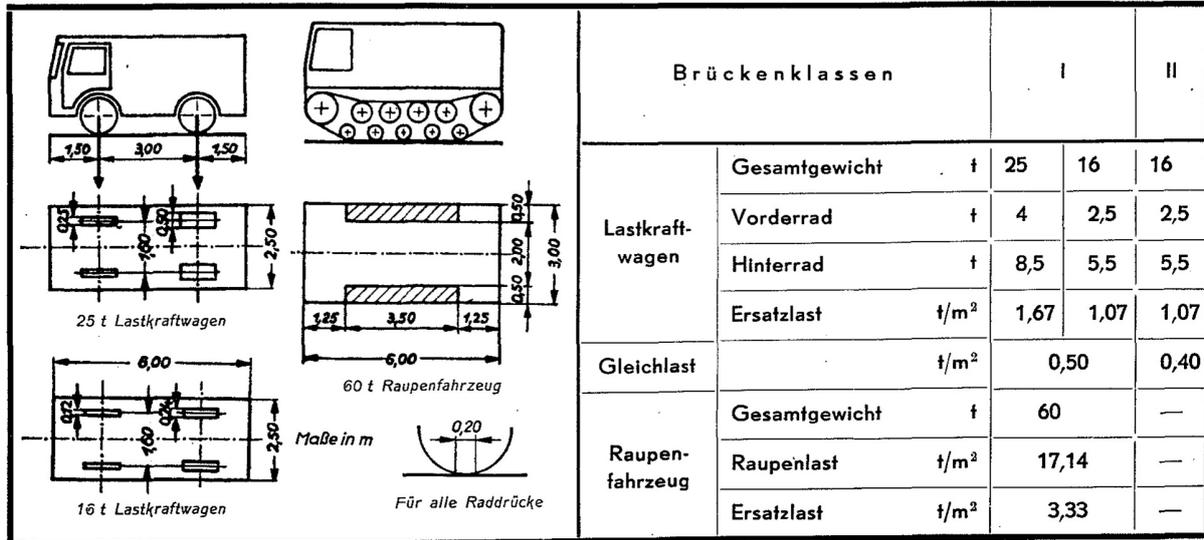


Abb. 2.31: Belastungsannahmen lt. ÖN B 4002 (1964) [10]

Davon gelten für:

- a) Für Klasse I ist je *Fahrtrichtung* anzunehmen: auf 2 benachbarten Fahrstreifen je ein 25 t schwerer Lastkraftwagen; auf den übrigen Fahrstreifen je ein 16 t schwerer Lastkraftwagen; auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehsteigen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von  $500 \text{ kg/m}^2$ . Jede Brücke muß außerdem der Belastung durch ein in Fahrbahnmitte mit einer beiderseitigen Abweichung von 0,5 m fahrendes 60 t schweres Raupenfahrzeug im Alleingang genügen. Dabei sind Schutzstreifen und Gehsteige belastet anzunehmen. Bei getrennten Richtungsfahrbahnen (z. B. durch Anordnung eines Grünstreifens) ist ein Raupenfahrzeug in der Mitte jeder der beiden Richtungsfahrbahnen anzunehmen. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.32 sowie 2.33.

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

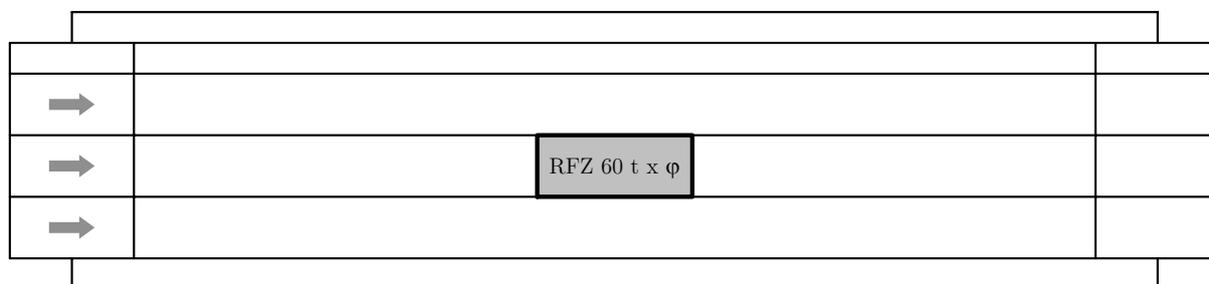
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t $\times \varphi$	

(c) im übrigen Netz

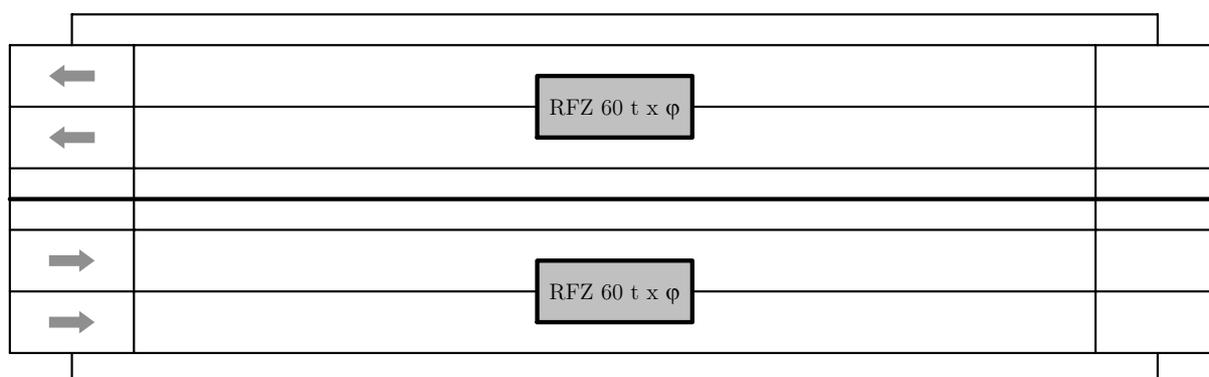
**Abb. 2.32:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I lt. ÖN B 4002 (1964)

- b) Für Klasse II ist je *Fahrtrichtung* anzunehmen: auf 2 benachbarten Fahrstreifen je ein 16 t schwerer Lastkraftwagen; auf den restlichen von den Lastkraftwagen nicht

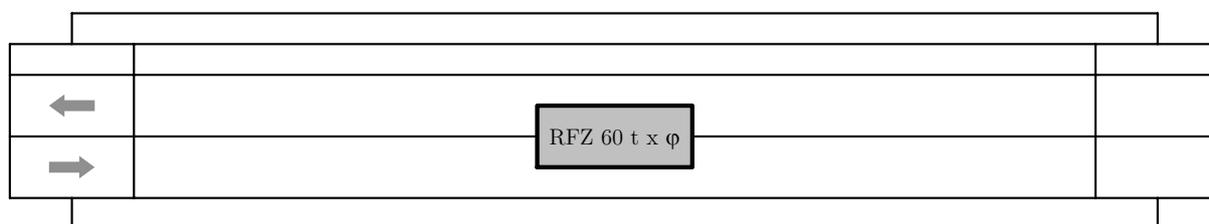
besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehsteigen und Schutzstreifen eine gleichmäßig verteilte Last von  $400 \text{ kg/m}^2$ . Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.34.



(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung



(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk



(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.33:** Belastungsannahmen für Brückenklasse I mit Raupenfahrzeug lt. ÖN B 4002 (1964)

Zusätzlich gelten folgende Regeln:

- a) Ist die Fahrbahn von den Gehsteigen und Schutzstreifen durch Leitschienen (guard-rails) getrennt, so sind die Steher dieser Leitschienen, deren Verankerung und das die Verankerungskräfte unmittelbar übernehmende Bauglied auf eine Einzellast von  $5 \text{ t}$  zu bemessen, die  $45 \text{ cm}$  über Fahrbahnoberkante senkrecht zur Leitschiene angreift. Die Leitschienen selbst brauchen nicht berechnet zu werden. Sind weder Leitschienen noch Konstruktionsteile (z. B. Hauptträger bei Fahrbahn unten) vorhanden, die das Abirren eines Fahrzeuges verhindern können, so ist auf Gehsteigen und Schutzstreifen von Straßenbrücken ein einzelner abgeirrter  $25 \text{ t}$  ( $16 \text{ t}$ )-LKW in ungünstigster Stellung mit einem dynamischen Beiwert  $\phi = 1,4$  anzunehmen.

- b) Abweichend von den bisher genannten Gleichlasten müssen Holzbohlen und Stahlbetondielen von Gehsteigen und Schutzstreifen, die durch Leitschienen geschützt sind, je 0,20 m Breite mit einer Streckenlast von 150 kg/m oder einer Einzellast von 100 kg berechnet werden. Die ungünstigere Last ist maßgebend für die Bemessung der Gehsteigkonstruktion.

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t $\times \varphi$	

(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.34:** Belastungsannahmen für Brückenklasse II lt. ÖN B 4002 (1964)

### 2.2.11.2 Dynamische Beiwerte

Diese Norm definiert auch die zur berücksichtigenden dynamischen Beiwerte: *Alle auf der Fahrbahn von Straßenbrücken und Feldwegbrücken befindlichen Regellasten und deren Ersatzlasten sind mit den dynamischen Beiwerten nach Abbildung 2.35 zu vervielfachen.*

*Die Berechnung von Lagern, Gelenken und Auflagerbänken sowie der Pressungen in den Lagerfügen hat mit dynamischem Beiwert zu erfolgen. Bei der Berechnung der Widerlager, der massiven Pfeiler und Stützmauern sowie beim Nachweis der Formänderung und der Bodenpressung sind die dynamischen Beiwerte nicht zu berücksichtigen.*

Die Größe des dynamischen Beiwertes richtet sich nach der maßgebenden Länge  $l_\varphi$ , die für jedes Bauglied aus Abbildung 2.35 a) zu entnehmen ist.

### a) Maßgebende Längen $l_\varphi$

Längsträger	Abstand der Querträger					
Querträger ohne Trägerrostwirkung	Abstand der Hauptträger					
Querträger mit Trägerrostwirkung	Stützweite der Hauptträger					
Querträgerkragarm	wie Querträger					
Konsolen an Endquerträgern	min $l_\varphi$					
Hauptträger (Balken, Bogen) auf 2 Stützen	Stützweite des Trägers					
Hauptträger, Durchlaufträger über n Öffnungen mit $l_m = \frac{1}{n} (l_1 + l_2 + \dots + l_n)$	n =	2	3	4	5 u. mehr	Öffnungen
	$l_\varphi =$	1,2	1,3	1,4	1,5	$\times l_m$ *)
Hauptträger (Gelenkträger mit Kragarm)	Stützweite des Trägers					
Hauptträger (Einhängeträger)	Stützweite des Einhängeträgers					

\*) Ergibt  $l_\varphi$  einen kleineren Wert als  $max\ l$ , so ist  $max\ l$  zu nehmen.

### b) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Holz

Fahrbahn Tafel, Fahrbahnträger, unmittelbar belastete Hauptträger	1,4 für alle Stützweiten
mittelbar (durch Querträger) belastete Hauptträger	1,2 für alle Stützweiten

### c) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Beton und Stahlbeton

$l_\varphi$ in m	0	10	30	50	70
Fahrbahnträger, unmittelbar belastete Hauptträger, Plattenragwerke	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
mittelbar belastete Hauptträger (z. B. Trogbrücken, Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn)	1,40	1,25	1,10	1,00	1,00
Bogenbrücken und Gewölbe mit voller Überschüttung oder Aufmauerung	1,15	1,08	1,04	1,00	1,00
Fahrbahnplatten, Hängestangen, Stützen	1,40				

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

### d) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Stahl

$l_\varphi$ in m	bis 2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100
Fahrstreifen I $\varphi_I$	1,64	1,56	1,50	1,45	1,41	1,38	1,35	1,32	1,30	1,23	1,18	1,13	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
Fahrstreifen II $\varphi_{II}$	1,32	1,28	1,25	1,23	1,20	1,19	1,17	1,16	1,15	1,11	1,09	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten. Für Fahrstreifen III und weitere Fahrstreifen ist  $\varphi = 1$ .

Bei Berechnung der orthotropen Fahrbahnplatte gilt als  $l_\varphi$

für die Ermittlung der Hauptträgerwirkung die Stützweite und das System der Hauptträger,  
für die Ermittlung der Querträger- und Längsträgerwirkung die Stützweite und das System der Querträger.

Der Wert  $\varphi$  ist mit 1,40 zu begrenzen.

Abb. 2.35: Dynamische Beiwerte lt. ÖN B 4002 (1964) [10]

## 2.2.12 ÖN B 4002 (1970)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 4002 - Straßenbrücken, Berechnung und Ausführung der Tragwerke“ [11]. Sie wurde vom Fachnormenausschuss Brückenbau-Allgemeines im 1. Dezember 1970 veröffentlicht. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge der ÖN B 4002 von 1964 an. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 4002 (1970) [11] entnommen. Die Gültigkeit ist wie folgt definiert:

*Diese Norm gilt für sämtliche im Zuge von Straßen einschließlich Autobahnen, von Feldwegen und Fußwegen (Radwegen) liegenden Brücken, die dementsprechend in Straßen-, Feldweg- und Fußgänger- (Radweg-) brücken eingeteilt werden.*

Feldweg-, Fußgänger- und Radwegbrücken sind nicht Teil dieser Arbeit, da ausgeschlossen werden kann, dass Sondertransporte diese queren. Es wird daher auf die Erwähnung und Erläuterung der betreffenden Teilbereiche verzichtet.

### 2.2.12.1 Belastungen

Es gelten wieder zwei Brückenklassen, wobei die Gleichlasten genauer definiert wurden: *Die Straßen-, Feldweg- und Fußgänger- (Radweg-) brücken werden nach ihrer Tragfähigkeit in je 2 Klassen eingeteilt. Maßgebend für die Klasseneinteilung einer Brücke sind die der statischen Berechnung zugrunde gelegten Verkehrslasten. Als Verkehrslasten gelten die in Abbildung 2.36 angeführten gedachten Regelfahrzeuge und Gleichlasten.*

*Die 2,5 m breiten Regelfahrzeuge entsprechen der Breite der Belastungsstreifen und sind daher ohne Zwischenraum so nebeneinander aufzustellen, daß die Verkehrslast für den betrachteten Bauteil die ungünstigste Einwirkung ergibt. Ein Anrücken der Räder an die Schrammbordkante ist nicht notwendig. Gleichzeitig muß auch in der Längsrichtung der Belastungsstreifen die ungünstige Laststellung vorhanden sein. Quer- und Schrägstellungen der Fahrzeuge sind nicht zu berücksichtigen.*

Die Regellasten sind Abbildung 2.36 zu entnehmen.

- a) Für Klasse I ist je Fahrtrichtung anzunehmen: auf 2 benachbarten Belastungsstreifen je ein 25 t schwerer Lastkraftwagen; auf den übrigen Belastungsstreifen je ein 16 t schwerer Lastkraftwagen; auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehsteigen, Schutz- und Mittelstreifen sowie auf den Radwegen eine gleichmäßig verteilte Last von  $500 \text{ kg/m}^2$ , wobei die Breite der Leitschienenkonstruktion nicht abzuziehen ist. Für die Berechnung der Hauptträger und lastverteilenden Querträger dürfen die Gleichlastwerte entsprechend Abbildung 2.36 reduziert angenommen werden. Jede Brücke muß außerdem der Belastung durch ein 60 t schweres Raupenfahrzeug im Alleingang auf der Fahrbahn genügen. Dabei sind Gehsteige, Schutzstreifen und Radwege belastet anzunehmen. Bei getrennten Richtungsfahrbahnen (z. B. durch Anordnung eines Grünstreifens) ist ein Raupenfahrzeug in jeder der beiden Richtungsfahrbahnen anzunehmen. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.37 sowie Abbildung 2.38.

- b) Für Klasse II ist je Fahrtrichtung anzunehmen: auf 2 benachbarten Belastungsstreifen je ein 16 t schwerer Lastkraftwagen; auf den restlichen, von den Lastkraftwagen nicht besetzten Teilen der Fahrbahn, auf den Gehsteigen, Schutz- und Mittelstreifen sowie auf den Radwegen eine gleichmäßige verteilte Last von  $400 \text{ kg/m}^2$ , wobei die Breite der Leitschiene Konstruktion nicht abzuziehen ist. Für die Berechnung der Hauptträger und lastverteilenden Querträger dürfen die Gleichlastwerte entsprechend Abbildung 2.36 reduziert angenommen werden. Für die grafische Darstellung der Belastungen für unterschiedliche Konfigurationen von Fahrstreifen siehe Abbildung 2.39.

		Brückenklassen		I		II
				25	16	16
Lastkraftwagen	Gesamtgewicht		t	4	2,5	2,5
	Vorderrad		t	8,5	5,5	5,5
	Hinterrad		t/m <sup>2</sup>	1,67	1,07	1,07
	Ersatzlast		t/m <sup>2</sup>	1,67	1,07	1,07
Raupenfahrzeug	Gesamtgewicht		t	60	—	—
	Raupenlast		t/m <sup>2</sup>	17,14	—	—
	Ersatzlast		t/m <sup>2</sup>	3,33	—	—
Gleichlast	auf Brücken mit einer Fahrbahnbreite $B < 10 \text{ m}$ je Tragwerk und einer Stützweite $l$ von	$l \leq 50$	kg/m <sup>2</sup>	500	400	400
		$50 \leq l < 70$		750 — 5 l	600 — 4 l	600 — 4 l
		$70 < l$		400	320	320
	auf Brücken mit einer Fahrbahnbreite $B \geq 10 \text{ m}$ je Tragwerk und einer Stützweite $l$ von	$l \leq 30$	kg/m <sup>2</sup>	500	400	400
		$30 < l < 70$		650 — 5 l	520 — 4 l	520 — 4 l
		$70 < l$		300	240	240
Bei Durchlaufträgern ist für $l$ der um 10 % erhöhte Mittelwert der Stützweiten, höchstens jedoch die größte Stützweite einzusetzen.						

Abb. 2.36: Belastungsannahmen lt. ÖN B 4002 (1970) [11]

Zusätzlich sind folgende Regeln zu beachten:

- a) Unbeschadet dessen, ob Leitschienen angeordnet werden oder nicht, sind Gehsteige, Schutzstreifen, Radwege und Mittelstreifen für einen abgeirrten 25 t- (16 t-) LKW in ungünstiger Steilung mit einem dynamischen Beiwert = 1,4 zu berechnen, falls nicht Teile des Tragwerkes (z. B. Hauptträger bei Fahrbahn unten) das Abirren eines LKW auf diese Verkehrsflächen verhindern. Weitere Verkehrslasten sind für diesen Lastfall nicht in Rechnung zu stellen.
- b) Abweichend von den bisher genannten Gleichlasten müssen Holzbohlen und Stahlbetondielen von Gehsteigen und Schutzstreifen, die nicht für einen abgeirrten LKW berechnet werden, je 0,20 m Breite mit einer Streckenlast von  $150 \text{ kg/m}$  oder einer Einzellast von  $100 \text{ kg}$  berechnet werden. Die ungünstigere Last ist maßgebend für die Bemessung der Gehsteigkonstruktion.

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

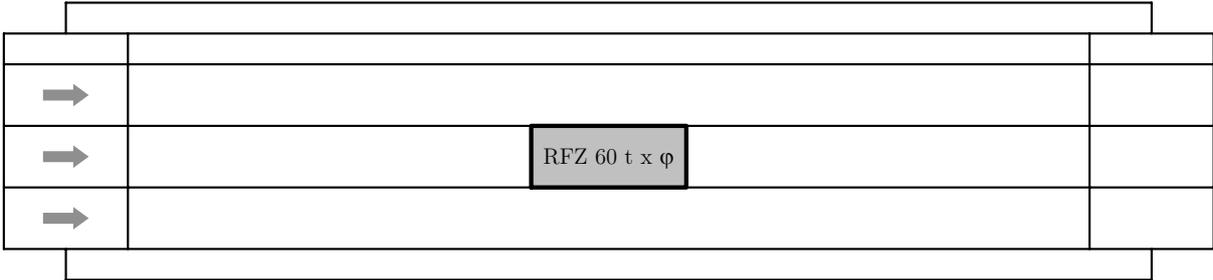
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

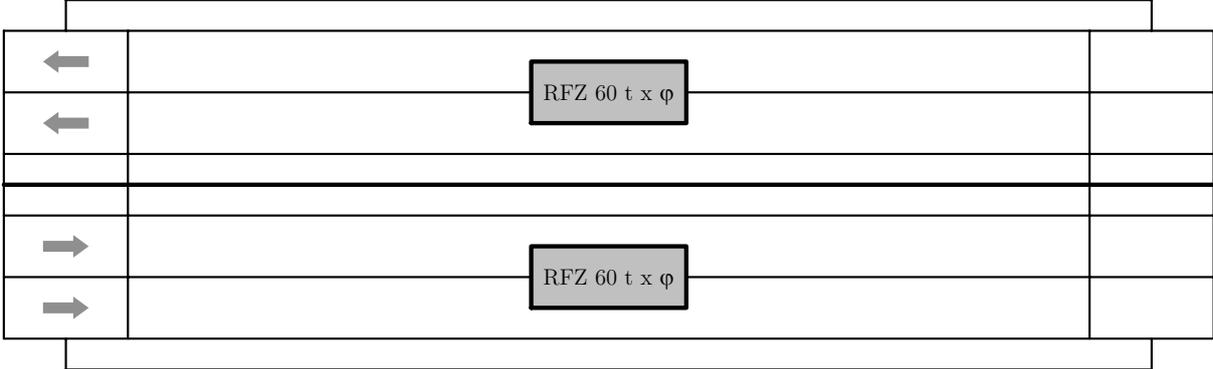
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 25 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

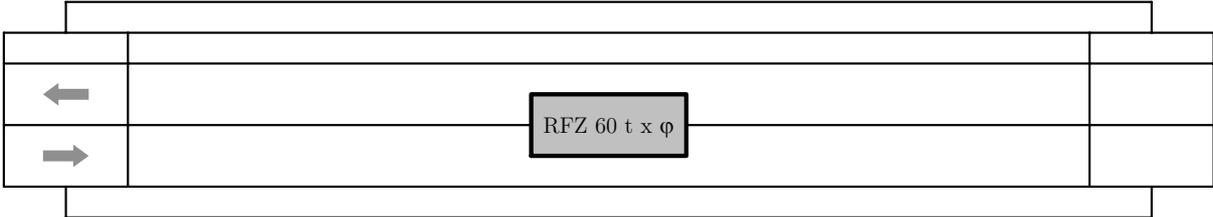
**Abb. 2.37:** Belastungsannahmen für Brückklasse I lt. ÖN B 4002 (1970)



(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung



(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk



(c) im übrigen Netz

Abb. 2.38: Belastungsannahmen für Brückenklasse I mit Raupenfahrzeug lt. ÖN B 4002 (1970)

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	

(a) mehrere Fahrspuren in eine Richtung

←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
	Restfläche $q_k \times \varphi$		
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	

(b) beide Richtungen auf einem Tragwerk

	Restfläche $q_k \times \varphi$		
←	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	
→	Normalverkehr $q_k \times \varphi$	LKW 16 t x $\varphi$	

(c) im übrigen Netz

**Abb. 2.39:** Belastungsannahmen für Brückenklasse II lt. ÖN B 4002 (1970)

## 2.2.12.2 Dynamische Beiwerte

Alle auf der Fahrbahn von Straßenbrücken und Feldwegbrücken befindlichen Regellasten und deren Ersatzlasten sind mit den dynamischen Beiwerten nach Abbildung 2.40 zu vervielfachen. Die Berechnung von Lagern, Gelenken und Auflagerbänken sowie der Pressungen in den Lagerfugen hat mit dem dynamischen Beiwert zu erfolgen.

a) Maßgebende Längen  $l_{\varphi}$ 

Längsträger	Abstand der Querträger					
Querträger ohne Trägerrostwirkung	Abstand der Hauptträger					
Querträger mit Trägerrostwirkung	Stützweite der Hauptträger					
Querträgerkragarm	wie Querträger					
Konsolen an Endquerträgern	min $l_{\varphi}$					
Hauptträger (Balken, Bogen) auf 2 Stützen	Stützweite des Trägers					
Hauptträger, Durchlaufträger über n Öffnungen mit $l_m = \frac{1}{n} (l_1 + l_2 + \dots + l_n)$	n =	2	3	4	5 u. mehr	Öffnungen
	$l_{\varphi} =$	1,2	1,3	1,4	1,5	$\times l_m^*$
Hauptträger (Gelenkträger mit Kragarm)	Stützweite des Trägers					
Hauptträger (Einhängeträger)	Stützweite des Einhängeträgers					
*) Ist $l_{\varphi}$ ein kleinerer Wert als $max l$ , so ist $max l$ zu nehmen.						

## b) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Holz

Fahrbahn Tafel, Fahrbahnträger, unmittelbar belastete Hauptträger	1,4 für alle Stützweiten
mittelbar (durch Querträger) belastete Hauptträger	1,2 für alle Stützweiten

## c) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Beton und Stahlbeton

$l_{\varphi}$ in mm	0	10	30	50	70
Fahrbahnträger, unmittelbar belastete Hauptträger, Plattentragwerke	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
mittelbar belastete Hauptträger (z. B. Trogbriicken, Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn)	1,40	1,25	1,10	1,00	1,00
Bogenbrücken und Gewölbe mit voller Überschüttung oder Aufmauerung	1,15	1,08	1,04	1,00	1,00
Fahrbahnplatten, Hängestangen, Stützen	1,40				

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

## d) Dynamische Beiwerte für Bauteile aus Stahl

$l_{\varphi}$ in m	bis 2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100
Belastungsstreifen I $\varphi_I$	1,64	1,56	1,50	1,45	1,41	1,38	1,35	1,32	1,30	1,23	1,18	1,13	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
Belastungsstreifen II $\varphi_{II}$	1,32	1,28	1,25	1,23	1,20	1,19	1,17	1,16	1,15	1,11	1,09	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten. Für Belastungsstreifen III und weitere Belastungsstreifen ist  $\varphi = 1$ .

Bei Berechnung der orthotropen Fahrbahnplatte gilt als  $l_{\varphi}$

für die Ermittlung der Hauptträgerwirkung die Stützweite und das System der Hauptträger,

für die Ermittlung der Querträger- und Längsträgerwirkung die Stützweite und das System der Querträger.

Der Wert  $\varphi$  ist mit 1,40 zu begrenzen.

Abb. 2.40: Dynamische Beiwerte lt. ÖN B 4002 (1970) [11]

### 2.2.13 ÖN EN 1991-2 (2004)

Der volle Name der vorliegenden Norm lautet „ÖN EN 1991-2 – Einwirkungen auf Tragwerke, Verkehrslasten auf Brücken“ [16] und wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ im Unterkomitee SC 1 „Einwirkungen auf Tragwerke“ erarbeitet. Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge von ÖN B 4002 1970 an, die damit aber nicht ihre Gültigkeit verliert, sondern erst 2008 verpflichtend durch den Eurocode ersetzt wurde. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN EN 1991-2 (2004) [16] entnommen.

Weiter heißt es: *Parameter (NDP's), bei denen gemäß der Geschäftsordnung des CEN eine nationale Entscheidung getroffen wird, sind in der nationalen Restnorm ÖNORM B 1991-2 ausgewiesen. Die ÖNORM EN 1991-2 ist für Österreich gemeinsam mit der ÖNORM B 1991-2 anzuwenden. Diese ÖNORM EN 1991-2 muss gemeinsam mit den weiteren ÖNORMEN EN 199x bzw. den gültigen ÖNORMEN ENV 199x angewendet werden. Für ÖN B 1991-2 (2004) siehe Kapitel 2.2.14.*

*Der Teil 2 der EN 1991 definiert Verkehrslastmodelle für Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken. Für die Bemessung neuer Brückentragwerke sollte die EN 1991-2 zusammen mit den Eurocodes EN 1990 bis EN 1999 angewendet werden. Die Grundlagen für die Kombination von Verkehrslasten mit nicht aus dem Verkehr resultierenden Lasten sind im Anhang A2 der EN 1990 angegeben.*

*Ergänzende Regelungen dürfen für Einzelprojekte festgelegt werden:*

- a) *wenn Verkehrslasten zu berücksichtigen sind, die nicht in diesem Teil des Eurocodes 1 definiert sind (z.B. Baustellenlasten, Militärlasten, Straßenbahnlasten);*
- b) *für Brücken mit gleichzeitigem Straßen- und Eisenbahnverkehr;*
- c) *wenn außergewöhnliche Einwirkungen bei Entwurf, Bemessung und Konstruktion zu berücksichtigen sind;*
- d) *für Bogenbrücken aus Mauerwerk.*

Zusätzlich wird festgelegt:

*Für Straßenbrücken wurden die Lastmodelle 1 und 2 aufgestellt, die, mit den Anpassungsfaktoren  $\alpha=1$  und  $\beta=1$ , den auf den Hauptstrecken der europäischen Länder vorhandenen oder zu erwartenden schweren Verkehr berücksichtigen. Sonderfahrzeuge benötigen eine Erlaubnis, um auf den Hauptstrecken der europäischen Länder zu fahren. Der Verkehr auf anderen Strecken in diesen und gewissen anderen Ländern kann beträchtlich geringer sein oder er kann besser kontrolliert werden. Jedoch sollte berücksichtigt werden, dass eine große Anzahl vorhandener Brücken die Anforderungen dieser Norm und der zugehörigen Normen für Entwurf, Berechnung und Bemessung EN 1992 bis EN 1999 nicht erfüllen.*

*Den Nationalen Behörden wird daher empfohlen, die Werte für die Anpassungsfaktoren  $\alpha$  und  $\beta$  bei Entwurf, Bemessung und Konstruktion entsprechend den verschiedenen Straßenklassen*

*festzulegen. Die Klassifizierung sollte so gering und einfach wie möglich sein und auf den nationalen Verkehrsvorschriften sowie deren zugehörigen Kontrollen basieren.*

Abschließend sei angemerkt, dass die EN 1991-2 (2004) sowohl die Belastungen für Straßen- und Eisenbahnbrücken als auch die für Fußgängerwege, Radwege und Fußgängerbrücken regelt.

### **2.2.13.1 Belastungen**

Aus der Norm ÖN EN 1991-2 (2004) werden die folgenden Themenbereiche auf das Wesentliche reduziert entnommen:

#### **Geltungsbereich**

- a) *EN 1991-2 definiert Nutzlasten (Modelle und repräsentative Werte) in Verbindung mit Straßenverkehr, Einwirkungen durch Fußgänger und Schienenverkehr. Diese Nutzlasten beinhalten, falls notwendig, dynamische Einflüsse und Fliehkräfte, Einwirkungen, resultierend aus Bremsen und Anfahren, sowie Einwirkungen für außergewöhnliche Bemessungssituationen.*
- b) *Die in der EN 1991-2 definierten Nutzlasten sollten bei der Bemessung neuer Brücken, einschließlich Pfeiler, Widerlager, Flügelwände, usw. und ihrer Gründungen, angewendet werden.*
- c) *Die in der EN 1991-2 angegebenen Lastmodelle und Werte sollten bei der Bemessung von an Straßen- und Eisenbahnstrecken angrenzenden Stützwänden angewendet werden.*
- d) *Nur für einige Modelle werden in der EN 1991-2 Anwendungsbedingungen definiert. Für die Bemessung von unterirdischen Tragwerken, Stützmauern und Tunnels können andere als in EN 1990 bis EN 1999 angegebene Vorschriften notwendig sein. Ergänzende Bedingungen dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.*
- e) *Es ist beabsichtigt, dass EN 1991-2 zusammen mit der EN 1990 (besonders Anhang A2) und den Normen EN 1991 bis EN 1999 angewendet wird.*

#### **Einteilung der Einwirkungen**

- a) *Die wesentlichen Einwirkungen aus Verkehr sowie andere für Brücken spezifische Einwirkungen sollten nachstehend nach EN 1990 Abschnitt 4 (4.1.1) klassifiziert werden.*
- b) *Einwirkungen aus Verkehr auf Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken bestehen aus veränderlichen und aus außergewöhnlichen Einwirkungen, die durch verschiedene Modelle dargestellt werden.*
- c) *Einwirkungen aus Verkehr bestehen aus mehreren Komponenten: veränderlichen Einwirkungen und außergewöhnlichen Einwirkungen.*

## Bemessungssituationen

- a) *Ausgewählte Bemessungssituationen müssen berücksichtigt werden und kritische Lastfälle sind zu ermitteln. Für jeden kritischen Lastfall müssen die Bemessungswerte der zu kombinierenden Einwirkungen festgelegt werden.*

*ANMERKUNG Für Brücken, bei denen das Fahrzeuggewicht durch Beschilderung begrenzt ist, sollte eine außergewöhnliche Bemessungssituation berücksichtigt werden, in der ein Einzelfahrzeug unter Nichtbeachtung der Warnhinweise die Brücke überquert.*

- b) *Die bei Verwendung von Lastgruppen (Kombination von Einwirkungsanteilen) gleichzeitig zu berücksichtigenden Verkehrslasten werden in den folgenden Abschnitten angegeben. Jede davon sollte, falls erforderlich, bei der Berechnung und Bemessung berücksichtigt werden.*
- c) *Die Kombinationsregeln hängen von den zu führenden Nachweisen ab; sie müssen mit EN 1990 übereinstimmen.*

*ANMERKUNG Kombinationen der seismischen Einwirkungen für Brücken und zugehörige Regeln, siehe EN 1998-2.*

- d) *Besondere Regelungen zur Berücksichtigung des gleichzeitigen Auftretens weiterer Einwirkungen auf Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken enthält Anhang A.2 von EN 1990.*
- e) *Für Brücken mit kombiniertem Straßen- und Eisenbahnverkehr sollten die Gleichzeitigkeit des Auftretens der Einwirkungen und die einschlägigen erforderlichen Nachweise festgelegt werden.*

*ANMERKUNG Die diesbezüglichen Regeln dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt festgelegt werden.*

## Anwendungsgebiete der Lastmodelle

- a) *Die in diesem Abschnitt definierten Lastmodelle sollten für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Straßenbrücken benutzt werden, deren Belastungslänge kleiner als 200 m ist.*

*ANMERKUNG 1 200 m entspricht der maximalen Länge, die bei der Anpassung des Lastmodells 1 berücksichtigt wurde. Im Allgemeinen liegt die Benutzung des Lastmodells 1 für Brücken mit Belastungslängen größer als 200 m auf der sicheren Seite.*

*ANMERKUNG 2 Lastmodelle für Brücken, die größer als 200 m sind, dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.*

- b) *Mit den Modellen und zugehörigen Regelungen ist beabsichtigt, alle normalerweise absehbaren Verkehrssituationen (d.h. Verkehr in jeder Richtung auf jedem Fahrstreifen infolge Straßenverkehr) bei Entwurf, Berechnung und Bemessung zu berücksichtigen.*

*ANMERKUNG 1* Besondere Modelle dürfen für Brücken, die gewichtsbeschränkend beschildert sind (z.B. für örtliche Straßen, Wirtschaftswege und -straßen sowie Privatstraßen), im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.

*ANMERKUNG 2* Lastmodelle für an Brücken angrenzende Widerlager und Wände sind getrennt zu definieren. Sie werden aus den Verkehrslastmodellen hergeleitet, ohne Korrektur der dynamischen Einflüsse. Bei Brücken mit Rahmenkonstruktionen können die aus der Hinterfüllung resultierenden Lasten die Einwirkungen auf das Brückentragwerk erhöhen.

- c) Die Einwirkungen von Lasten aus Straßenbauarbeiten (z.B. infolge von Schürfraupen, Lastwagen zum Transport von Boden usw.) oder von Lasten für Prüfung und Überwachung sowie für Versuche sind in den Lastmodellen nicht berücksichtigt. Falls erforderlich, sollten sie gesondert festgelegt werden.

### Modelle zur Darstellung von Straßenverkehrslasten

- a) Einwirkungen aus Straßenverkehr, bestehend aus Personenkraftwagen, Lastkraftwagen und Sonderfahrzeugen (z.B. für industrielle Transporte), erzeugen vertikale und horizontale, statische und dynamische Lasten.

*ANMERKUNG 1* Die in diesem Abschnitt festgelegten Lastmodelle beschreiben keine tatsächlichen Lasten. Sie wurden so gewählt und angepasst, dass sie den Einwirkungen des tatsächlichen im Jahr 2000 vorhandenen Verkehrs (einschließlich dynamischer Erhöhung, wo angezeigt) entsprechen.

*ANMERKUNG 2* Der Nationale Anhang darf ergänzende Lastmodelle mit zugehörigen Kombinationsregeln definieren, wenn ein Verkehr zu berücksichtigen ist, der außerhalb der in diesem Abschnitt festgelegten Geltungsbereiche liegt.

*ANMERKUNG 3* Obwohl die in den Modellen enthaltenen dynamischen Erhöhungen (Ermüdung nicht eingeschlossen) bereits für eine mittlere Unebenheit des Fahrbahnbelags und für eine normale Fahrzeugfederung ermittelt wurden, hängen sie zusätzlich von verschiedenen Parametern und von Einflüssen aus den zu betrachtenden Einwirkungen ab. Daher können sie nicht durch einen einheitlichen Faktor ausgedrückt werden. Im ungünstigsten Fall kann der Faktor 1,7 betragen. Trotzdem können sich bei größerer Fahrbahnunebenheit oder bei Gefahr von Resonanz noch ungünstigere Erhöhungsfaktoren ergeben. Solche Fälle können jedoch durch eine hinreichende Qualität des Fahrbahnbelags und durch Entwurfsmaßnahmen vermieden werden. Eine Anpassung des vorgesehenen dynamischen Erhöhungsfaktors sollte daher nur in Ausnahmefällen, für besondere Nachweise oder für ein bestimmtes Projekt vorgesehen werden.

- b) Wenn bei Entwurf, Berechnung und Bemessung von Brücken Militärlasten oder Fahrzeuge, die nicht mit nationalen Regelungen bezüglich der Begrenzung des Gewichts übereinstimmen, berücksichtigt werden sollen, müssen die zugehörigen Lastmodelle definiert werden. Dies gilt auch für Fahrzeuge, die aufgrund ihrer Abmessungen keine besondere Zulassung benötigen.

*ANMERKUNG* Der Nationale Anhang darf diese Modelle definieren. Angaben zu genormten Modellen für Spezialfahrzeuge und ihre Anwendung sind im Anhang A angegeben.

### Lastklassen

- a) Die derzeitigen Lasten auf Straßenbrücken ergeben sich aus verschiedenen Fahrzeugarten und aus Fußgängerverkehr.
- b) Der Fahrzeugverkehr kann, abhängig von seiner Zusammensetzung (z.B. LKW-Anteil), seiner Dichte (z.B. mittlere Anzahl von Fahrzeugen je Jahr), den Verkehrsbedingungen (z.B. Stauhäufigkeit), der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von maximalen Fahrzeuggewichten und der zugehörigen Achslasten sowie ggf. vom Einfluss gewichtsbeschränkender Verkehrszeichen, von Brücke zu Brücke unterschiedlich sein. Diese Unterschiede sollten durch Lastmodelle berücksichtigt werden, die zur örtlichen Lage der Brücke passen (z.B. Wahl der Anpassungsfaktoren  $\alpha$  und  $\beta$ ).

**Fahrstreifeneinteilung** Für die Anordnung der Lastmodelle ist es wichtig die Fahrbahn in Fahrstreifen bzw. Restflächen zu trennen. Die erfolgt mittels der in Tabelle 2.2 angegebenen Regeln:

**Tab. 2.2:** Einteilung der Fahrstreifen lt. EN 1991-2 (2004) [16]

Fahrbahnbreite $w$	Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen	Breite eines rechnerischen Fahrstreifens $w_l$	Breite der verbleibenden Restfläche
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_l = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_l = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_l = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3 \times n_l$
ANMERKUNG Zum Beispiel ergibt sich für eine Fahrbahn von 11m die Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen zu $n_l = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right) = 3$ . Die Breite der vorhandenen Restfläche beträgt: $11 - 3 \times 3 = 2 \text{ m}$ .			

### Anordnung von Lastmodellen

- a) Für jeden Einzelnachweis sollte das Lastmodell in jedem rechnerischen Fahrstreifen in ungünstigster Stellung (Länge der Belastung und Stellung in Längsrichtung) angeordnet werden, soweit dies mit den weiter unten angegebenen Anwendungsbedingungen für das jeweilige Modell verträglich ist.
- b) Auf der Restfläche sollte das entsprechende Lastmodell auf ungünstigster Länge und Breite angeordnet werden, soweit dies verträglich mit den in Lastmodell 1 bis 4 angegebenen Bedingungen ist.

### Einwirkungsarten der Lastmodelle

- a) *Lastmodell 1 (LM1): Einzellasten und gleichmäßig verteilte Lasten, die die meisten der Einwirkungen aus LKW- und PKW-Verkehr abdecken. Dieses Modell kann sowohl für globale als auch für lokale Nachweise angewendet werden.*
- b) *Lastmodell 2 (LM2): Eine Einzelachse mit typischen Reifenaufstandsflächen, die die dynamischen Einwirkungen üblichen Verkehrs bei Bauteilen mit sehr kurzen Stützweiten berücksichtigt.*

*ANMERKUNG LM2 kann bei Belastungslängen zwischen 3 m und 7 m bestimmend sein.*

- c) *Lastmodell 3 (LM3): Gruppe von Achslastkonfigurationen idealisierter Sonderfahrzeuge (z.B. für Industrietransporte) für ausgewiesene Schwerlaststrecken. Das Modell ist für globale und lokale Nachweise gedacht.*
- d) *Lastmodell 4 (LM4): Menschenansammlungen. Das Lastmodell ist nur für globale Nachweise gedacht.*

### Allgemeines zu den Lastmodellen

- a) *Die Lastmodelle 1, 2 und 3 sollten, falls notwendig, für jede Bemessungssituation berücksichtigt werden (z.B. vorübergehende Bemessungssituationen während Reparaturarbeiten).*
- b) *Das Lastmodell 4 gilt für gewisse vorübergehende Bemessungssituationen.*
- c) *Charakteristische Lasten dienen der Beschreibung der Einwirkungen aus dem Straßenverkehr, die zum Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit und bei gewissen Nachweisen im Gebrauchszustand benötigt werden (siehe EN 1990 bis 1999).*

**Lastmodell 1** *Mit dem LM1 soll der fließende und zähfließende Verkehr oder Stausituationen mit einer hohen Anzahl an LKW abgedeckt werden. Im Allgemeinen werden bei Verwendung der Grundwerte die Einflüsse aus den in Anhang A definierten Sonderfahrzeugen bis zu 600 kN abgedeckt. Dieses Modell besteht aus zwei Teilen:*

- a) *Doppelachse (Tandem-System TS): Jede Achslast beträgt  $\alpha_Q \cdot Q_k$ , wobei  $\alpha_Q$  ein Anpassungsfaktor ist.*
  - *In jedem rechnerischen Fahrstreifen sollte nur eine Doppelachse aufgestellt werden.*
  - *Es sollten nur vollständige Doppelachsen angeordnet werden.*
  - *Für die globale Nachweise sollte jede Doppelachse in der Mitte der rechnerischen Fahrstreifen angenommen werden.*

- Jede Achse der Doppelachse sollte durch zwei identische Räder berücksichtigt werden, so dass jede Radlast  $0,5 \cdot \alpha_Q \cdot Q_k$  beträgt.
  - Die Aufstandsfläche jedes Rads sollte als ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 0,40 m angenommen werden.
- b) Die gleichmäßig verteilte Belastung (UDL-System) beträgt je  $m^2$  des rechnerischen Fahrstreifens  $\alpha_q \cdot q_k$ , wobei  $\alpha_q$  ein Anpassungsfaktor ist.

Anmerkungen zum Lastmodell 1:

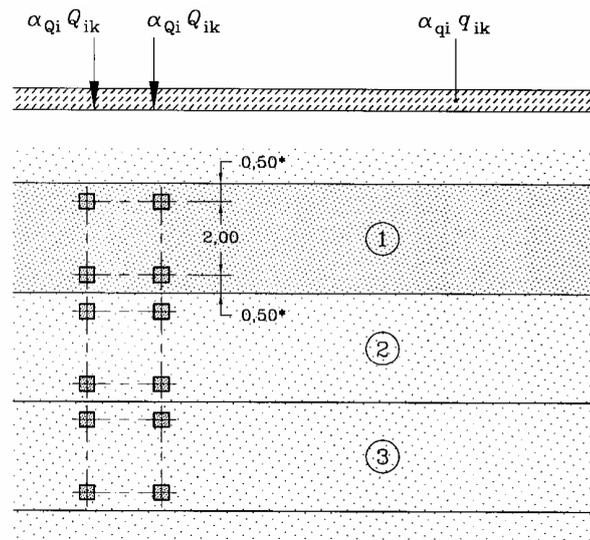
- a) Das Lastmodell 1 sollte auf jedem rechnerischen Fahrstreifen und auf der Restfläche angeordnet werden. Auf dem rechnerischen Fahrstreifen  $i$  betragen die Belastungen  $\alpha_{Qi} \cdot Q_{ik}$  und  $\alpha_{qi} \cdot q_{ik}$  (siehe Tabelle 2.3). Auf der Restfläche beträgt die Belastung  $\alpha_{qr} \cdot q_{rk}$ .

**Tab. 2.3:** Lastmodell 1: charakteristische Werte [16]

Stellung	Doppelachsen TS	Gleichmäßig verteilte Last
	Achslast $Q_{ik}$ (kN)	$q_{ik}$ (oder $q_{rk}$ ) (kN/m <sup>2</sup> )
Fahrstreifen 1	300	9
Fahrstreifen 2	200	2,5
Fahrstreifen 3	100	2,5
Andere Fahrstreifen	0	2,5
Verbleibende Restfläche $q_{rk}$	0	2,5

- b) Folgende Aussagen werden zu den Anpassungsfaktoren getroffen:
- Die Werte der Anpassungsfaktoren  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden im Nationalen Anhang angegeben.
  - In allen Fällen werden für Brücken, die keine durch Beschilderung angezeigte Beschränkung des Fahrzeuggewichts aufweisen, die folgenden Mindestwerte empfohlen:
    - \*  $\alpha_{Qi} \geq 0,8$
    - \*  $i \geq 2$ ,  $\alpha_{qi} \geq 1$ . Diese Beschränkungen sind nicht anwendbar auf  $\alpha_{qr}$ .
  - Die im Nationalen Anhang angegebenen Werte für  $\alpha$ -Faktoren dürfen auf Verkehrsklassen abgestimmt sein. Wenn sie zu 1 angenommen werden, entsprechen sie einem Verkehr, der einem schweren internationalen Güterverkehr entspricht, wobei ein großer Anteil des Gesamtverkehrs aus schweren Fahrzeugen besteht. Für alltägliche Verkehrszusammensetzungen (Autobahnen und Schnellstraßen) wird eine leichte Reduzierung der  $\alpha$ -Faktoren für die Doppelachsen und die gleichmäßig verteilte Belastung des Fahrstreifens 1 empfohlen (10 bis 20 %).

- c) Die charakteristischen Werte von  $Q_{ik}$  und  $q_{ik}$  einschließlich ihrer dynamischen Vergrößerungsfaktoren sollten der Tabelle 2.3 entnommen werden.
- d) Die Einzelheiten des Lastmodells sind in Abbildung 2.41 dargestellt.
- e) Sind bei angrenzenden Fahrstreifen zwei Doppelachsen zu berücksichtigen, dürfen diese enger angeordnet werden, wobei der Abstand der Radachsen nicht kleiner als 0,50 m sein sollte (Abbildung 2.42).



### Legende

- 1 Fahrstreifen Nr. 1 :  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$  ;  $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$
- 2 Fahrstreifen Nr. 2 :  $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$  ;  $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- 3 Fahrstreifen Nr. 3 :  $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$  ;  $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- 4 (\*) Für  $w_1 = 3 \text{ m}$

**Abb. 2.41:** Anwendung des Lastmodell 1 [16]

- f) Wenn globale und lokale Einwirkungen getrennt untersucht werden können, dürfen die globalen Einflüsse mit den folgenden vereinfachten alternativen Regelungen berechnet werden (Der Nationale Anhang darf Bedingungen für die Anwendung dieser alternativen Regeln definieren):
- durch Ersatz der zweiten und dritten Doppelachse durch eine zweite Doppelachse mit einer Achslast von  $(200 \cdot \alpha_{Q2} + 100 \cdot \alpha_{Q3}) \text{ kN}$ , oder
  - bei Stützweiten größer als 10 m durch Ersatz der Doppelachse jedes Fahrstreifens durch eine einzelne Achslast vom Gesamtgewicht der Doppelachse. In diesem Fall beträgt das Gewicht der Einzelachsen  $600 \cdot \alpha_{Q1} \text{ kN}$  für Fahrstreifen 1,  $400 \cdot \alpha_{Q2} \text{ kN}$  für Fahrstreifen 2 und  $200 \cdot \alpha_{Q3} \text{ kN}$  für Fahrstreifen 3.

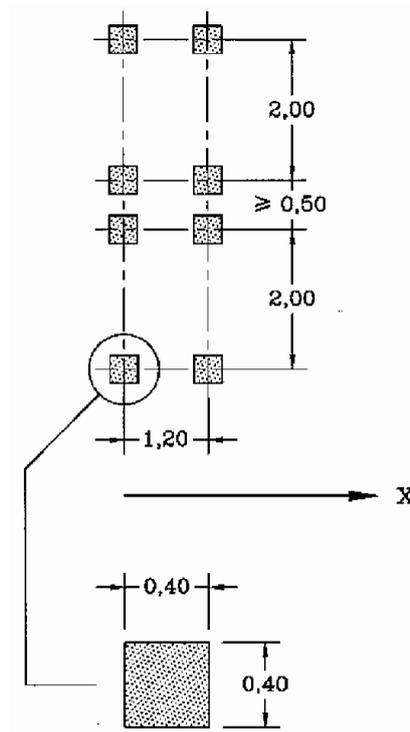
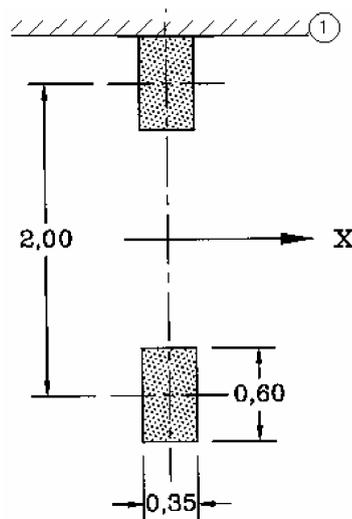


Abb. 2.42: Anwendung der Doppelachse für lokale Nachweise [16]

**Lastmodell 2** Der Eurocode definiert die folgenden Punkte für das Lastmodell 2:

- a) Dieses Modell besteht aus einer Einzelachse  $\beta_Q \cdot Q_{ak}$  mit  $Q_{ak} = 400 \text{ kN}$ , einschließlich dynamischem Vergrößerungsfaktor, die überall auf der Fahrbahn angeordnet werden sollte. Jedoch sollte ggf. nur ein Rad von  $200 \cdot \beta_Q \text{ kN}$  berücksichtigt werden.
- b) Der Wert von  $\beta_Q$  sollte entsprechend dem Wert  $\alpha_{QI}$  angenommen werden. (Dieser Wert darf im nationalen Anhang angepasst werden)
- c) Die Aufstandsfläche jedes Rads entspricht einem Rechteck mit Seitenlängen von  $0,35 \text{ m}$  und  $0,60 \text{ m}$  (siehe Abbildung 2.43).
  - Die Radaufstandsfläche der Lastmodelle 1 und 2 sind unterschiedlich, da sie sich auf unterschiedliche Reifenmodelle, Anordnungen und Druckverteilungen beziehen. Die Radaufstandsfläche des Lastmodells 2 entspricht einem Zwillingreifen und ist normalerweise bei orthotropen Fahrbahndecken maßgebend.

**Legende**

- X Brückenlängsachse  
1 Schrammbord

**Abb. 2.43:** Anwendung des Lastmodell 2 [16]

**Lastmodell 3 (Sonderfahrzeuge)** Diese dürfen im nationalen Anhang geregelt werden. Im Anhang A werden die folgenden Aussagen getroffen:

a) *Geltungs- und Anwendungsbereich*

- Dieser Anhang definiert Basismodelle für Sonderfahrzeuge, die für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Straßenbrücken benutzt werden können.
- Die in diesem Anhang angegebenen Sonderfahrzeuge dienen dazu, globale wie auch lokale Effekte durch Fahrzeuge, die nicht die nationalen Bestimmungen bezüglich Gewichtsgrenzen und ggf. Maßgrenzen von üblichen Fahrzeugen erfüllen, zu erzeugen.

*ANMERKUNG* Es wird angestrebt, dass die Berücksichtigung von Sonderfahrzeugen sich bei der Bemessung von Brücken auf einzelne Fälle beschränkt.

- In diesem Anhang ist auch eine Anleitung zur Berücksichtigung der gleichzeitigen Belastung einer Brückenfahrbahn mit Sonderfahrzeugen und normalem Straßenverkehr durch Lastmodell 1 gegeben.

b) *Basismodelle für Sonderfahrzeuge*

- Klassen für Sonderfahrzeuge werden in Tabelle 2.4 angegeben. Die Beschreibung der Sonderfahrzeuge erfolgt in Tabelle 2.5. Die Anordnung der Achsen und Definition der Kontaktflächen sind in Abbildung 2.44 festgelegt.

*ANMERKUNG 1 Die Basismodelle für Sonderfahrzeuge entsprechen unterschiedlichen Arten von ungewöhnlichen Lasten, die zur Fahrt auf bestimmten Straßen im Europäischen Fernstraßennetz berechtigt sein können.*

*ANMERKUNG 2 Es werden Fahrzeugbreiten von 3 m für Achsen mit 150 und 200 kN, und von 4,50 m für Achsen mit 240 kN angenommen.*

- *Eines oder mehrere Modelle von Spezialfahrzeugen dürfen berücksichtigt werden.*

*ANMERKUNG 1 Die Modelle, die Zahlenwerte der Lasten und die Abmessungen dürfen für das Einzelprojekt festgelegt werden.*

*ANMERKUNG 2 Die Effekte der standardisierten 600/150-Modelle werden durch die Effekte des Lastmodells 1 berücksichtigt, wenn die Faktoren  $\alpha_{Qi}$  und  $\alpha_{qi}$  zu 1 gesetzt werden.*

**Tab. 2.4:** Klassen für Sonderfahrzeuge [16]

<b>Gesamtgewicht</b>	<b>Aufbau</b>	<b>Bezeichnung</b>
600 kN	4 Achsen mit 150 kN	600/150
900 kN	6 Achsen mit 150 kN	900/150
1200 kN	8 Achsen mit 150 kN oder 6 Achsen mit 200 kN	1200/150 1200/200
1500 kN	10 Achsen mit 150 kN oder 7 Achsen mit 200 kN + 1 Achse mit 100 kN	1500/150 1500/200
1800 kN	12 Achsen mit 150 kN oder 9 Achsen mit 200 kN	1800/150 1800/200
2400 kN	12 Achsen mit 200 kN oder 10 Achsen mit 240 kN oder 6 Achsen mit 200 kN (Abstand 12m) + 6 Achsen mit 200 kN	2400/200 2400/240 2400/200/200
3000 kN	15 Achsen mit 200 kN oder 12 Achsen mit 240 kN + 1 Achse mit 120 kN oder 8 Achsen mit 200 kN (Abstand 12 m) + 7 Achsen mit 200 kN	3000/200 3000/240 3000/200/200
3600 kN	18 Achsen mit 200 kN oder 15 Achsen mit 240 kN oder 9 Achsen mit 200 kN (Abstand 12 m) + 9 Achsen mit 200 kN	3600/200 3600/240 3600/200/200

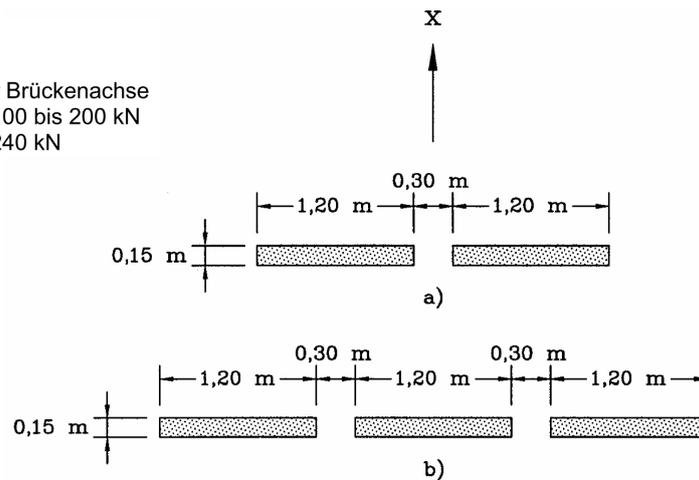
*ANMERKUNG 3 Besonders zur Erfassung der Einwirkungen von außergewöhnlichen Lasten mit einem Gesamtgewicht größer als 3600 kN dürfen spezielle Modelle für das jeweilige Vorhaben festgelegt werden.*

**Tab. 2.5:** Beschreibung der Sonderfahrzeuge [16]

	<b>Achse mit 150 kN</b>	<b>Achse mit 200 kN</b>	<b>Achse mit 240 kN</b>
600 kN	$n = 4 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$		
900 kN	$n = 6 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$		
1200 kN	$n = 8 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 6 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	
1500 kN	$n = 10 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 1 \times 100 + 7 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	
1800 kN	$n = 12 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 9 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	
2400 kN		$n = 12 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$  $n = 6 \times 200 + 6 \times 200$ $e = 5 \times 1,5 + 12 + 5 \times 1,5$	$n = 10 \times 240$ $e = 1,50 \text{ m}$
3000 kN		$n = 15 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$  $n = 8 \times 200 + 7 \times 200$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$	$n = 1 \times 120 + 12 \times 240$ $e = 1,50 \text{ m}$
3600 kN		$n = 18 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 15 \times 240$ $e = 1,50 \text{ m}$  $n = 8 \times 240 + 7 \times 240$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$
<b>ANMERKUNG</b>			
$n$ Anzahl der Achsen multipliziert mit dem Gewicht (kN) jeder Achse in jeder Gruppe			
$e$ Achsabstand (m) innerhalb und zwischen jeder Gruppe			

**Legende**

- x Richtung der Brückenachse  
 a) Achsen mit 100 bis 200 kN  
 b) Achsen mit 240 kN



**Abb. 2.44:** Anordnung der Achsen und Definition der Kontaktflächen der Reifen [16]

- Die mit den Sonderfahrzeugen verbundenen charakteristischen Lasten sollten als Nominalwerte berücksichtigt und ausschließlich als vorübergehende Bemessungssituation betrachtet werden.
- c) Anwendung für Spezialfahrzeuge auf der Fahrbahn
- Jedes genormte Modell sollte angewendet werden:
    - \* auf einem rechnerischen Fahrstreifen, wie er in Tabelle 2.2 (als Fahrstreifen Nummer 1) für Modelle bestehend aus 150 und 200 kN Achslasten definiert ist, oder
    - \* auf zwei nebeneinander liegenden rechnerischen Fahrstreifen (als Fahrstreifen Nummer 1 und 2 – siehe Abbildung 2.45) für Modelle bestehend aus 240 kN Achslasten.
  - Die rechnerischen Fahrstreifen sollten auf der Fahrbahn an der ungünstigsten Stelle angeordnet werden. In diesem Fall kann die Fahrbahnbreite unter Ausschluss der Standspuren, Bankette und Markierungstreifen definiert werden.
  - In Abhängigkeit der betrachteten Modelle darf angenommen werden, dass diese sich mit geringer Geschwindigkeit (nicht mehr als 5 km/h) oder mit normaler Geschwindigkeit (70 km/h) bewegen.
  - Unter Annahme einer geringen Geschwindigkeit der Modelle sollten nur vertikale Lasten ohne dynamische Vergrößerung berücksichtigt werden.
  - Unter Annahme einer normalen Geschwindigkeit der Modelle sollte die dynamische Vergrößerung berücksichtigt werden.

Dazu darf folgende Formel benutzt werden:

$$\varphi = 1,40 - \frac{L}{500} \quad \varphi \geq 1 \quad (2.1)$$

Dabei ist  $L$  die Einflusslänge, in m.

- Unter Annahme einer geringen Geschwindigkeit der Modelle sollte jeder rechnerische Fahrstreifen und die Restfläche des Brückenüberbaus mit Lastmodell 1 belastet werden, mit seinen häufigen Werten. Auf dem/den mit standardisierten Fahrzeugen belasteten Fahrstreifen sollte dieses System im Bereich von weniger als 25 m von den äußeren Achsen des betrachteten Fahrzeugs (siehe Abbildung 2.46) nicht angewandt werden.

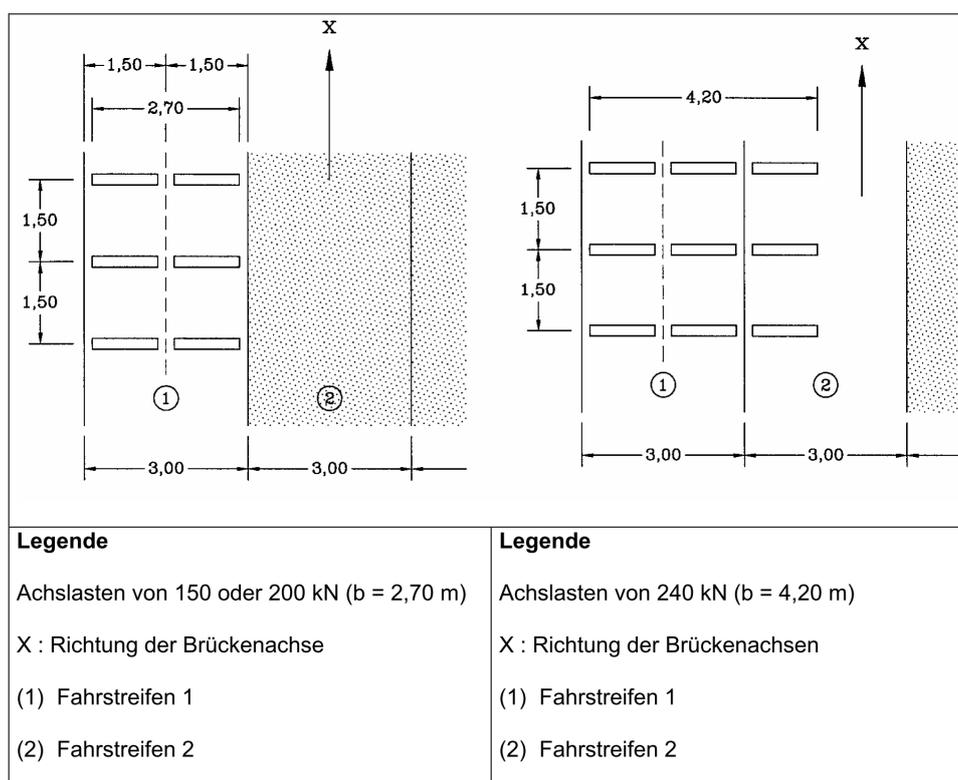


Abb. 2.45: Anwendung der Spezialfahrzeuge auf die rechnerischen Fahrstreifen [16]

**Lastmodell 4 (Menschenansammlungen)** Falls notwendig, sollte die Belastung aus Menschenansammlungen durch eine gleichmäßig verteilte Last (die einen dynamischen Vergrößerungsfaktor enthält) von  $5 \text{ kN/m}^2$  berücksichtigt werden.

Das Lastmodell 4 sollte sowohl in der Länge als auch in der Breite an den maßgebenden Stellen des Überbaus angeordnet werden. Falls notwendig sollte der Mittelstreifen enthalten sein. Diese Lastanordnung ist für globale Nachweise gedacht und sollte ausschließlich für vorübergehende Belastungssituationen angewendet werden.

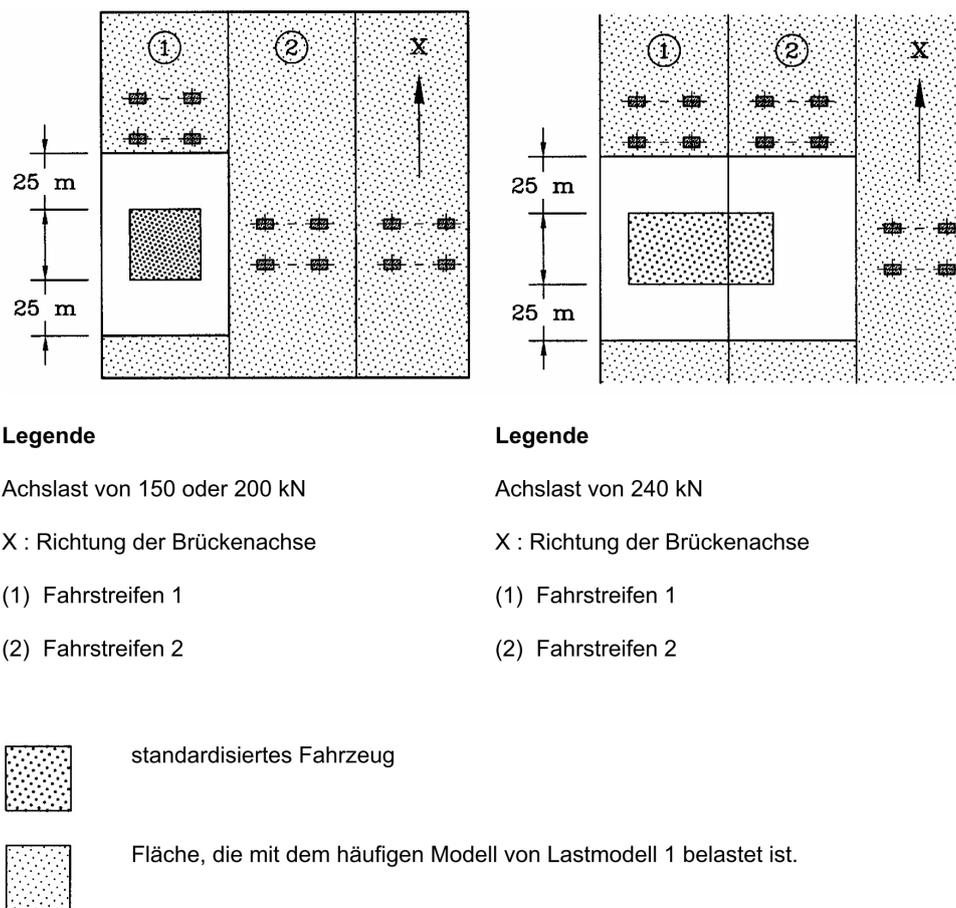


Abb. 2.46: Gleichzeitigkeit des Lastmodells 1 und der Spezialfahrzeuge [16]

### 2.2.14 ÖN B 1991-2 (2004)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 1991-2 – Einwirkungen auf Tragwerke, Verkehrslasten auf Brücken, Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-2 und nationale Ergänzungen (2004)“ [7]. Gemeinsam mit der ÖN EN 1991-2 tritt sie chronologisch gesehen die Nachfolge von ÖN B 4002 1970 an. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 1991-2 (2004) [7] entnommen. Die Gültigkeit ist wie folgt definiert:

*Im Eurocode ÖNORM EN 1991-2 wurden für nationale Entscheidungen Angaben zu Parametern offen gelassen. Diese national festzulegenden Parameter gelten für die Tragwerksplanung von Brücken jeweils in dem betreffenden Land, in dem sie gebaut werden.*

*Diese ÖNORM legt nationale Parameter zu EN 1991-2:2004 fest und ist für Österreich gemeinsam mit der ÖNORM EN 1991-2 anzuwenden.*

Aus der Norm ÖN B 1991-2 (2004) [7] werden die folgenden Themenbereiche auf das Wesentliche reduziert entnommen:

### Belastungen – nationale Festlegungen

- a) Die Anpassungsfaktoren  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  sind mit 1,0 anzusetzen.
- b) Der Anpassungsfaktor  $\beta_Q$  ist mit 1,0 anzusetzen.
- c) Für Autobahnen, Schnellstraßen und ähnlich ausgebaute Straßen sowie für Straßenzüge, die für Schwertransporte vorgesehen sind, sind als Sonderfahrzeuge die genormten Basismodelle gemäß ÖNORM EN 1991-2:2004, Anhang A mit einem Gesamtgewicht von 3000 kN zu verwenden.

**HINWEIS:** Damit wäre die Verwendung der Sonderfahrzeuge 3000/200, 3000/240 und 3000/200/200 lt. Norm möglich gewesen. Das Land Niederösterreich schrieb die Verwendung des Sonderfahrzeugs 3000/200 vor.

- d) Das Nationale Anwendungsdokument legt fest: *Für Straßenbahnbrücken ist kein dynamischer Nachweis erforderlich.*

## 2.2.15 ÖN EN 1991-2 (2012)

### 2.2.15.1 Einleitung

Der volle Name der vorliegenden Norm lautet „ÖN EN 1991-2 - Einwirkungen auf Tragwerke, Verkehrslasten auf Brücken“ [17] und wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ im Unterkomitee SC 1 „Einwirkungen auf Tragwerke“ erarbeitet. *Die vorliegende ÖNORM EN wurde ohne formelles Verfahren neu herausgegeben. Sie ist die konsolidierte nationale Neuauflage der EN 1991-2:2003-09, in die die Berichtigung EN 1991-2:2003/AC:2010-02 eingearbeitet ist.* Sie tritt chronologisch gesehen die Nachfolge von ÖN EN 1991-2 (2004) an. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN EN 1991-2 (2012) [17] entnommen.

Weiter heißt es: *Parameter (NDPs), bei denen gemäß der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung eine nationale Entscheidung getroffen wird, sollten als nationaler Anhang veröffentlicht werden. Der nationale Anhang wird in Österreich vom zuständigen nationalen Komitee 014 „Brückenbau-Allgemeines“ erarbeitet und als ÖNORM B 1991-2 publiziert. Die ÖNORM EN 1991-2 und ÖNORM B 1991-2 sind gemeinsam anzuwenden. Diese ÖNORM EN 1991-2 muss gemeinsam mit den weiteren ÖNORMEN EN 199x angewendet werden.* Für ÖN B 1991-2 (2011) siehe Kapitel 2.2.16.

*Der Teil 2 der EN 1991 definiert Verkehrslastmodelle für Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken. Für die Bemessung neuer Brückentragwerke sollte die EN 1991-2 zusammen mit den Eurocodes EN 1990 bis EN 1999 angewendet werden. Die Grundlagen für die Kombination von Verkehrslasten mit nicht aus dem Verkehr resultierenden Lasten sind im Anhang A2 der EN 1990 angegeben.*

*Ergänzende Regelungen dürfen für Einzelprojekte festgelegt werden:*

- a) *wenn Verkehrslasten zu berücksichtigen sind, die nicht in diesem Teil des Eurocodes 1 definiert sind (z.B. Baustellenlasten, Militärlasten, Straßenbahnlasten);*
- b) *für Brücken mit gleichzeitigem Straßen- und Eisenbahnverkehr;*
- c) *wenn außergewöhnliche Einwirkungen bei Entwurf, Bemessung und Konstruktion zu berücksichtigen sind;*
- d) *für Bogenbrücken aus Mauerwerk.*

*Für Straßenbrücken wurden die Lastmodelle 1 und 2 aufgestellt, die, mit den Anpassungsfaktoren  $\alpha=1$  und  $\beta=1$ , den auf den Hauptstrecken der europäischen Länder vorhandenen oder zu erwartenden schweren Verkehr berücksichtigen. Sonderfahrzeuge benötigen eine Erlaubnis, um auf den Hauptstrecken der europäischen Länder zu fahren. Der Verkehr auf anderen Strecken in diesen und gewissen anderen Ländern kann beträchtlich geringer sein oder er kann besser kontrolliert werden. Jedoch sollte berücksichtigt werden, dass eine große Anzahl vorhandener Brücken die Anforderungen dieser Norm und der zugehörigen Normen für Entwurf, Berechnung und Bemessung EN 1992 bis EN 1999 nicht erfüllen.*

*Den nationalen Behörden wird daher empfohlen, die Werte für die Anpassungsfaktoren  $\alpha$  und  $\beta$  bei Entwurf, Bemessung und Konstruktion entsprechend den verschiedenen Straßenklassen festzulegen. Die Klassifizierung sollte so gering und einfach wie möglich sein und auf den nationalen Verkehrsvorschriften sowie deren zugehörigen Kontrollen basieren.*

Abschließend sei angemerkt, dass die EN 1991-2 (2012) sowohl die Belastungen für Straßen- und Eisenbahnbrücken als auch die für Fußgängerwege, Radwege und Fußgängerbrücken regelt.

### **2.2.15.2 Belastungen**

Aus der Norm ÖN EN 1991-2 (2012) werden die folgenden Themenbereiche auf das Wesentliche reduziert entnommen:

#### **Geltungsbereich**

- a) *EN 1991-2 definiert Nutzlasten (Modelle und repräsentative Werte) in Verbindung mit Straßenverkehr, Einwirkungen durch Fußgänger und Schienenverkehr. Diese Nutzlasten beinhalten, falls notwendig, dynamische Einflüsse und Fliehkräfte, Einwirkungen, resultierend aus Bremsen und Anfahren, sowie Einwirkungen für außergewöhnliche Bemessungssituationen.*
- b) *Die in der EN 1991-2 definierten Nutzlasten sollten bei der Bemessung neuer Brücken, einschließlich Pfeiler, Widerlager, Flügeltwände, usw. und ihrer Gründungen, angewendet werden.*

- c) *Die in der EN 1991-2 angegebenen Lastmodelle und Werte sollten bei der Bemessung von an Straßen- und Eisenbahnstrecken angrenzenden Stützwänden angewendet werden.*
- d) *Nur für einige Modelle werden in der EN 1991-2 Anwendungsbedingungen definiert. Für die Bemessung von unterirdischen Tragwerken, Stützmauern und Tunnels können andere als in EN 1990 bis EN 1999 angegebene Vorschriften notwendig sein. Ergänzende Bedingungen dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.*
- e) *Es ist beabsichtigt, dass EN 1991-2 zusammen mit der EN 1990 (besonders Anhang A2) und den Normen EN 1991 bis EN 1999 angewendet wird.*

### **Einteilung der Einwirkungen**

- a) *Die wesentlichen Einwirkungen aus Verkehr sowie andere für Brücken spezifische Einwirkungen sollten nachstehend nach EN 1990 Abschnitt 4 (4.1.1) klassifiziert werden.*
- b) *Einwirkungen aus Verkehr auf Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken bestehen aus veränderlichen und aus außergewöhnlichen Einwirkungen, die durch verschiedene Modelle dargestellt werden.*
- c) *Einwirkungen aus Verkehr bestehen aus mehreren Komponenten: veränderlichen Einwirkungen und außergewöhnlichen Einwirkungen.*

### **Bemessungssituationen**

- a) *Ausgewählte Bemessungssituationen müssen berücksichtigt werden und kritische Lastfälle sind zu ermitteln. Für jeden kritischen Lastfall müssen die Bemessungswerte der zu kombinierenden Einwirkungen festgelegt werden.*

*ANMERKUNG Für Brücken, bei denen das Fahrzeuggewicht durch Beschilderung begrenzt ist, sollte eine außergewöhnliche Bemessungssituation berücksichtigt werden, in der ein Einzelfahrzeug unter Nichtbeachtung der Warnhinweise die Brücke überquert.*

- b) *Die bei Verwendung von Lastgruppen (Kombination von Einwirkungsanteilen) gleichzeitig zu berücksichtigenden Verkehrslasten werden in den folgenden Abschnitten angegeben. Jede davon sollte, falls erforderlich, bei der Berechnung und Bemessung berücksichtigt werden.*
- c) *Die Kombinationsregeln hängen von den zu führenden Nachweisen ab; sie müssen mit EN 1990 übereinstimmen.*

*ANMERKUNG Kombinationen der seismischen Einwirkungen für Brücken und zugehörige Regeln, siehe EN 1998-2.*

- d) *Besondere Regelungen zur Berücksichtigung des gleichzeitigen Auftretens weiterer Einwirkungen auf Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken enthält Anhang A.2 von EN 1990.*

- e) Für Brücken mit kombiniertem Straßen- und Eisenbahnverkehr sollten die Gleichzeitigkeit des Auftretens der Einwirkungen und die einschlägigen erforderlichen Nachweise festgelegt werden.

*ANMERKUNG* Die diesbezüglichen Regeln dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt festgelegt werden.

### Anwendungsgebiete der Lastmodelle

- a) Die in diesem Abschnitt definierten Lastmodelle sollten für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Straßenbrücken benutzt werden, deren Belastungslänge kleiner als 200 m ist.

*ANMERKUNG 1* 200 m entspricht der maximalen Länge, die bei der Anpassung des Lastmodells 1 berücksichtigt wurde. Im Allgemeinen liegt die Benutzung des Lastmodells 1 für Brücken mit Belastungslängen größer als 200 m auf der sicheren Seite.

*ANMERKUNG 2* Lastmodelle für Brücken, die größer als 200 m sind, dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.

- b) Mit den Modellen und zugehörigen Regelungen ist beabsichtigt, alle normalerweise absehbaren Verkehrssituationen (d.h. Verkehr in jeder Richtung auf jedem Fahrstreifen infolge Straßenverkehr) bei Entwurf, Berechnung und Bemessung zu berücksichtigen.

*ANMERKUNG 1* Besondere Modelle dürfen für Brücken, die gewichtsbeschränkend beschildert sind (z.B. für örtliche Straßen, Wirtschaftswege und -straßen sowie Privatstraßen), im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.

*ANMERKUNG 2* Lastmodelle für an Brücken angrenzende Widerlager und Wände sind getrennt zu definieren. Sie werden aus den Verkehrslastmodellen hergeleitet, ohne Korrektur der dynamischen Einflüsse. Bei Brücken mit Rahmenkonstruktionen können die aus der Hinterfüllung resultierenden Lasten die Einwirkungen auf das Brückentragwerk erhöhen.

- c) Die Einwirkungen von Lasten aus Straßenbauarbeiten (z.B. infolge von Schürfraupen, Lastwagen zum Transport von Boden usw.) oder von Lasten für Prüfung und Überwachung sowie für Versuche sind in den Lastmodellen nicht berücksichtigt. Falls erforderlich, sollten sie gesondert festgelegt werden.

### Modelle zur Darstellung von Straßenverkehrslasten

- a) Einwirkungen aus Straßenverkehr, bestehend aus Personenkraftwagen, Lastkraftwagen und Sonderfahrzeugen (z.B. für industrielle Transporte), erzeugen vertikale und horizontale, statische und dynamische Lasten.

*ANMERKUNG 1* Die in diesem Abschnitt festgelegten Lastmodelle beschreiben keine tatsächlichen Lasten. Sie wurden so gewählt und angepasst, dass sie den Einwirkungen des

tatsächlichen im Jahr 2000 vorhandenen Verkehrs (einschließlich dynamischer Erhöhung, wo angezeigt) entsprechen.

*ANMERKUNG 2* Der Nationale Anhang darf ergänzende Lastmodelle mit zugehörigen Kombinationsregeln definieren, wenn ein Verkehr zu berücksichtigen ist, der außerhalb der in diesem Abschnitt festgelegten Geltungsbereiche liegt.

*ANMERKUNG 3* Obwohl die in den Modellen enthaltenen dynamischen Erhöhungen (Ermüdung nicht eingeschlossen) bereits für eine mittlere Unebenheit des Fahrbahnbelags und für eine normale Fahrzeugfederung ermittelt wurden, hängen sie zusätzlich von verschiedenen Parametern und von Einflüssen aus den zu betrachtenden Einwirkungen ab. Daher können sie nicht durch einen einheitlichen Faktor ausgedrückt werden. Im ungünstigsten Fall kann der Faktor 1,7 betragen. Trotzdem können sich bei größerer Fahrbahnunebenheit oder bei Gefahr von Resonanz noch ungünstigere Erhöhungsfaktoren ergeben. Solche Fälle können jedoch durch eine hinreichende Qualität des Fahrbahnbelags und durch Entwurfsmaßnahmen vermieden werden. Eine Anpassung des vorgesehenen dynamischen Erhöhungsfaktors sollte daher nur in Ausnahmefällen, für besondere Nachweise oder für ein bestimmtes Projekt vorgesehen werden.

- b) Wenn bei Entwurf, Berechnung und Bemessung von Brücken Militärlasten oder Fahrzeuge, die nicht mit nationalen Regelungen bezüglich der Begrenzung des Gewichts übereinstimmen, berücksichtigt werden sollen, müssen die zugehörigen Lastmodelle definiert werden. Dies gilt auch für Fahrzeuge, die aufgrund ihrer Abmessungen keine besondere Zulassung benötigen.

*ANMERKUNG* Der Nationale Anhang darf diese Modelle definieren. Angaben zu genormten Modellen für Spezialfahrzeuge und ihre Anwendung sind im Anhang A angegeben.

## Lastklassen

- a) Die derzeitigen Lasten auf Straßenbrücken ergeben sich aus verschiedenen Fahrzeugarten und aus Fußgängerverkehr.
- b) Der Fahrzeugverkehr kann, abhängig von seiner Zusammensetzung (z.B. LKW-Anteil), seiner Dichte (z.B. mittlere Anzahl von Fahrzeugen je Jahr), den Verkehrsbedingungen (z.B. Stauhäufigkeit), der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von maximalen Fahrzeuggewichten und der zugehörigen Achslasten sowie ggf. vom Einfluss gewichtsbeschränkender Verkehrszeichen, von Brücke zu Brücke unterschiedlich sein. Diese Unterschiede sollten durch Lastmodelle berücksichtigt werden, die zur örtlichen Lage der Brücke passen (z.B. Wahl der Anpassungsfaktoren  $\alpha$  und  $\beta$ ).

**Fahrstreifeneinteilung** Für die Anordnung der Lastmodelle ist es wichtig die Fahrbahn in Fahrstreifen bzw. Restflächen zu trennen. Die erfolgt mittels der in Tabelle 2.6 angegebenen Regeln:

## Anordnung von Lastmodellen

**Tab. 2.6:** Anzahl und Breite der rechnerischen Fahrstreifen lt. EN 1991-2 (2012) [17]

Fahrbahnbreite $w$	Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen	Breite eines rechnerischen Fahrstreifens $w_l$	Breite der verbleibenden Restfläche
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_l = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_l = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_l = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3 \times n_l$
ANMERKUNG Zum Beispiel ergibt sich für eine Fahrbahn von 11m die Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen zu $n_l = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right) = 3$ . Die Breite der vorhandenen Restfläche beträgt: $11 - 3 \times 3 = 2\text{m}$ .			

- Für jeden Einzelnachweis sollte das Lastmodell in jedem rechnerischen Fahrstreifen in ungünstigster Stellung (Länge der Belastung und Stellung in Längsrichtung) angeordnet werden, soweit dies mit den weiter unten angegebenen Anwendungsbedingungen für das jeweilige Modell verträglich ist.
- Auf der Restfläche sollte das entsprechende Lastmodell auf ungünstigster Länge und Breite angeordnet werden, soweit dies verträglich mit den in Lastmodell 1 bis 4 angegebenen Bedingungen ist.

### Einwirkungsarten der Lastmodelle

- Lastmodell 1 (LM1): Einzellasten und gleichmäßig verteilte Lasten, die die meisten der Einwirkungen aus LKW- und PKW-Verkehr abdecken. Dieses Modell kann sowohl für globale als auch für lokale Nachweise angewendet werden.
- Lastmodell 2 (LM2): Eine Einzelachse mit typischen Reifenaufstandsflächen, die die dynamischen Einwirkungen üblichen Verkehrs bei Bauteilen mit sehr kurzen Stützweiten berücksichtigt.

ANMERKUNG LM2 kann bei Belastungslängen zwischen 3 m und 7 m bestimmend sein.

- Lastmodell 3 (LM3): Gruppe von Achslastkonfigurationen idealisierter Sonderfahrzeuge (z.B. für Industrietransporte) für ausgewiesene Schwerlaststrecken. Das Modell ist für globale und lokale Nachweise gedacht.
- Lastmodell 4 (LM4): Menschenansammlungen. Das Lastmodell ist nur für globale Nachweise gedacht.

### Allgemeines zu den Lastmodellen

- a) Die Lastmodelle 1, 2 und 3 sollten, falls notwendig, für jede Bemessungssituation berücksichtigt werden (z.B. vorübergehende Bemessungssituationen während Reparaturarbeiten).
- b) Das Lastmodell 4 gilt für gewisse vorübergehende Bemessungssituationen.
- c) Charakteristische Lasten dienen der Beschreibung der Einwirkungen aus dem Straßenverkehr, die zum Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit und bei gewissen Nachweisen im Gebrauchszustand benötigt werden (siehe EN 1990 bis 1999).

**Lastmodell 1** Mit dem LM1 soll der fließende und zähfließende Verkehr oder Stausituationen mit einer hohen Anzahl an LKW abgedeckt werden. Im Allgemeinen werden bei Verwendung der Grundwerte die Einflüsse aus den in Anhang A definierten Sonderfahrzeugen bis zu 600 kN abgedeckt. Dieses Modell besteht aus zwei Teilen:

- a) *Doppelachse (Tandem-System TS):* Jede Achslast beträgt  $\alpha_Q \cdot Q_k$ , wobei  $\alpha_Q$  ein Anpassungsfaktor ist.
  - In jedem rechnerischen Fahrstreifen sollte nur eine Doppelachse aufgestellt werden.
  - Es sollten nur vollständige Doppelachsen angeordnet werden.
  - Für die globalen Nachweise sollte jede Doppelachse in der Mitte der rechnerischen Fahrstreifen angenommen werden.
  - Jede Achse der Doppelachse sollte durch zwei identische Räder berücksichtigt werden, so dass jede Radlast  $0,5 \cdot \alpha_Q \cdot Q_k$  beträgt.
  - Die Aufstandsfläche jedes Rads sollte als ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 0,40 m angenommen werden.
- b) *Die gleichmäßig verteilte Belastung (UDL-System)* beträgt je  $m^2$  des rechnerischen Fahrstreifens  $\alpha_q \cdot q_k$ , wobei  $\alpha_q$  ein Anpassungsfaktor ist.

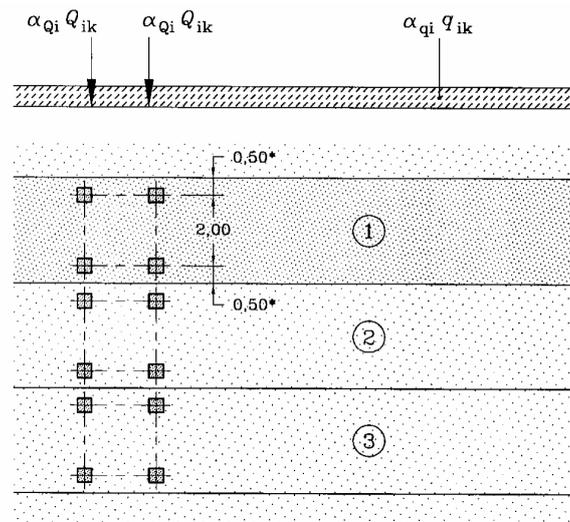
Anmerkungen zum Lastmodell 1:

- a) Das Lastmodell 1 sollte auf jedem rechnerischen Fahrstreifen und auf der Restfläche angeordnet werden. Auf dem rechnerischen Fahrstreifen  $i$  betragen die Belastungen  $\alpha_{Qi} \cdot Q_{ik}$  und  $\alpha_{qi} \cdot q_{ik}$  (siehe Tabelle 2.7). Auf der Restfläche beträgt die Belastung  $\alpha_{qr} \cdot q_{rk}$ .
- b) Folgende Aussagen werden zu den Anpassungsfaktoren getroffen:
  - Die Werte der Anpassungsfaktoren  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden im Nationalen Anhang angegeben.

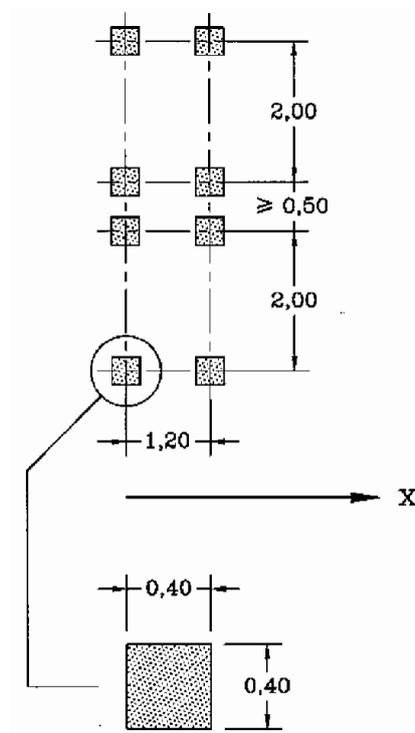
Tab. 2.7: Lastmodell 1: charakteristische Werte [17]

Stellung	Doppelachsen TS	Gleichmäßig verteilte Last
	Achslast $Q_{ik}$ (kN)	$q_{ik}$ (oder $q_{rk}$ ) (kN/m <sup>2</sup> )
Fahrstreifen 1	300	9
Fahrstreifen 2	200	2,5
Fahrstreifen 3	100	2,5
Andere Fahrstreifen	0	2,5
Verbleibende Restfläche $q_{rk}$	0	2,5

- In allen Fällen werden für Brücken, die keine durch Beschilderung angezeigte Beschränkung des Fahrzeuggewichts aufweisen, die folgenden Mindestwerte empfohlen:
    - \*  $\alpha_{Qi} \geq 0,8$
    - \*  $i \geq 2$ ,  $\alpha_{qi} \geq 1$ . Diese Beschränkungen sind nicht anwendbar auf  $\alpha_{qr}$ .
  - Die im Nationalen Anhang angegebenen Werte für  $\alpha$ -Faktoren dürfen auf Verkehrsklassen abgestimmt sein. Wenn sie zu 1 angenommen werden, entsprechen sie einem Verkehr, der einem schweren internationalen Güterverkehr entspricht, wobei ein großer Anteil des Gesamtverkehrs aus schweren Fahrzeugen besteht. Für alltägliche Verkehrszusammensetzungen (Autobahnen und Schnellstraßen) wird eine leichte Reduzierung der  $\alpha$ -Faktoren für die Doppelachsen und die gleichmäßig verteilte Belastung des Fahrstreifens 1 empfohlen (10 bis 20 %).
- c) Die charakteristischen Werte von  $Q_{ik}$  und  $q_{ik}$  einschließlich ihrer dynamischen Vergrößerungsfaktoren sollten der Tabelle 2.7 entnommen werden.
- d) Die Einzelheiten des Lastmodells sind in Abbildung 2.47 dargestellt.
- e) Sind bei angrenzenden Fahrstreifen zwei Doppelachsen zu berücksichtigen, dürfen diese enger angeordnet werden, wobei der Abstand der Radachsen nicht kleiner als 0,50 m sein sollte (siehe Abbildung 2.48).
- f) Wenn globale und lokale Einwirkungen getrennt untersucht werden können, dürfen die globalen Einflüsse mit den folgenden vereinfachten alternativen Regelungen berechnet werden (Der Nationale Anhang darf Bedingungen für die Anwendung dieser alternativen Regeln definieren):

**Legende**

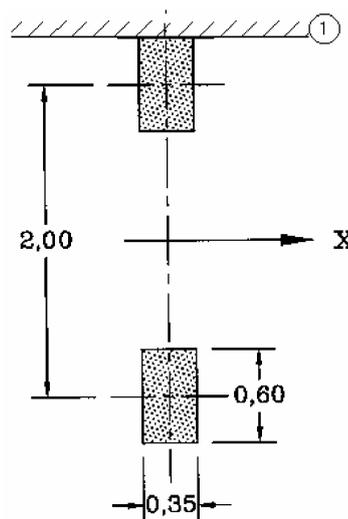
- 1 Fahrstreifen Nr. 1 :  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$  ;  $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$
- 2 Fahrstreifen Nr. 2 :  $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$  ;  $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- 3 Fahrstreifen Nr. 3 :  $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$  ;  $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$  AC Abstand der Doppelachsen =  $1,2 \text{ m}$  AC
- 4 (\*) Für  $w_1 = 3 \text{ m}$

**Abb. 2.47:** Anwendung des Lastmodell 1 [17]**Abb. 2.48:** Anwendung der Doppelachse für lokale Nachweise [17]

- durch Ersatz der zweiten und dritten Doppelachse durch eine zweite Doppelachse mit einer Achslast von  $(200 \cdot \alpha_{Q2} + 100 \cdot \alpha_{Q3})$  kN, oder
- bei Stützweiten größer als 10m durch Ersatz der Doppelachse jedes Fahrstreifens durch eine einzelne Achslast vom Gesamtgewicht der Doppelachse. In diesem Fall beträgt das Gewicht der Einzelachsen  $600 \cdot \alpha_{Q1}$  kN für Fahrstreifen 1,  $400 \cdot \alpha_{Q2}$  kN für Fahrstreifen 2 und  $200 \cdot \alpha_{Q3}$  kN für Fahrstreifen 3.

**Lastmodell 2** Der Eurocode definiert die folgenden Punkte für das Lastmodell 2:

- a) Dieses Modell besteht aus einer Einzelachse  $\beta_Q \cdot Q_{ak}$  mit  $Q_{ak} = 400$  kN, einschließlich dynamischem Vergrößerungsfaktor, die überall auf der Fahrbahn angeordnet werden sollte. Jedoch sollte ggf. nur ein Rad von  $200 \cdot \beta_Q$  kN berücksichtigt werden.
- b) Der Wert von  $\beta_Q$  sollte entsprechend dem Wert  $\alpha_{QI}$  angenommen werden. (Dieser Wert darf im nationalen Anhang angepasst werden)
- c) Die Aufstandsfläche jedes Rads entspricht einem Rechteck mit Seitenlängen von 0,35 m und 0,60 m (siehe Abbildung 2.49).
  - Die Radaufstandsfläche der Lastmodelle 1 und 2 sind unterschiedlich, da sie sich auf unterschiedliche Reifenmodelle, Anordnungen und Druckverteilungen beziehen. Die Radaufstandsfläche des Lastmodells 2 entspricht einem Zwillingsreifen und ist normalerweise bei orthotropen Fahrbahndecken maßgebend.
  - Zur Vereinfachung darf der Nationale Anhang die gleiche quadratische Radaufstandsfläche für das Lastmodell 1 und 2 angeben.



**Legende**

- X Brückenlängsachse
- 1 Schrammbord

**Abb. 2.49:** Anwendung des Lastmodell 2

**Lastmodell 3 (Sonderfahrzeuge)** *Der Nationale Anhang darf das Lastmodell 3 und die Anwendungsbedingungen definieren. Der Anhang A enthält Hinweise für Standardmodelle und ihren Anwendungsbedingungen:*

a) *Geltungs- und Anwendungsbereich*

- *Dieser Anhang definiert Basismodelle für Sonderfahrzeuge, die für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Straßenbrücken benutzt werden können.*
- *Die in diesem Anhang angegebenen Sonderfahrzeuge dienen dazu, globale wie auch lokale Effekte durch Fahrzeuge, die nicht die nationalen Bestimmungen bezüglich Gewichtsgrenzen und ggf. Maßgrenzen von üblichen Fahrzeugen erfüllen, zu erzeugen.*

*ANMERKUNG* *Es wird angestrebt, dass die Berücksichtigung von Sonderfahrzeugen sich bei der Bemessung von Brücken auf einzelne Fälle beschränkt.*

- *In diesem Anhang ist auch eine Anleitung zur Berücksichtigung der gleichzeitigen Belastung einer Brückenfahrbahn mit Sonderfahrzeugen und normalem Straßenverkehr durch Lastmodell 1 gegeben.*

b) *Basismodelle für Sonderfahrzeuge*

- *Klassen für Sonderfahrzeuge werden in Tabelle 2.8 angegeben. Die Beschreibung der Sonderfahrzeuge erfolgt in Tabelle 2.9. Die Anordnung der Achsen und Definition der Kontaktflächen sind in Abbildung 2.50 festgelegt.*

*ANMERKUNG 1* *Die Basismodelle für Sonderfahrzeuge entsprechen unterschiedlichen Arten von ungewöhnlichen Lasten, die zur Fahrt auf bestimmten Straßen im Europäischen Fernstraßennetz berechtigt sein können.*

*ANMERKUNG 2* *Es werden Fahrzeugbreiten von 3 m für Achsen mit 150 und 200 kN, und von 4,50 m für Achsen mit 240 kN angenommen.*

- *Eines oder mehrere Modelle von Spezialfahrzeugen dürfen berücksichtigt werden.*

*ANMERKUNG 1* *Die Modelle, die Zahlenwerte der Lasten und die Abmessungen dürfen für das Einzelprojekt festgelegt werden.*

*ANMERKUNG 2* *Die Effekte der standardisierten 600/150-Modelle werden durch die Effekte des Lastmodells 1 berücksichtigt, wenn die Faktoren  $\alpha_{Qi}$  und  $\alpha_{qi}$  zu 1 gesetzt werden.*

*ANMERKUNG 3* *Besonders zur Erfassung der Einwirkungen von außergewöhnlichen Lasten mit einem Gesamtgewicht größer als 3600 kN dürfen spezielle Modelle für das jeweilige Vorhaben festgelegt werden.*

Tab. 2.8: Klassen für Sonderfahrzeuge [17]

Gesamtgewicht	Aufbau	Bezeichnung
600 kN	4 Achsen mit 150 kN	600/150
900 kN	6 Achsen mit 150 kN	900/150
1200 kN	8 Achsen mit 150 kN oder 6 Achsen mit 200 kN	1200/150 1200/200
1500 kN	10 Achsen mit 150 kN oder 7 Achsen mit 200 kN + 1 Achse mit 100 kN	1500/150 1500/200
1800 kN	12 Achsen mit 150 kN oder 9 Achsen mit 200 kN	1800/150 1800/200
2400 kN	12 Achsen mit 200 kN oder 10 Achsen mit 240 kN oder 6 Achsen mit 200 kN (Abstand 12m) + 6 Achsen mit 200 kN	2400/200 2400/240 2400/200/200
3000 kN	15 Achsen mit 200 kN oder 12 Achsen mit 240 kN + 1 Achse mit 120 kN oder 8 Achsen mit 200 kN (Abstand 12 m) + 7 Achsen mit 200 kN	3000/200 3000/240 3000/200/200
3600 kN	18 Achsen mit 200 kN oder 15 Achsen mit 240 kN oder 9 Achsen mit 200 kN (Abstand 12 m) + 9 Achsen mit 200 kN	3600/200 3600/240 3600/200/200

## Legende

- x Richtung der Brückenachse  
a) Achsen mit 100 bis 200 kN  
b) Achsen mit 240 kN

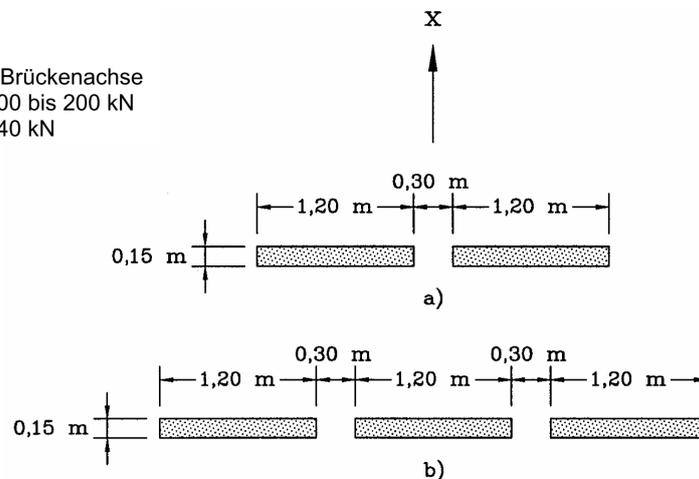


Abb. 2.50: Anordnung der Achsen und Definition der Kontaktflächen der Reifen [17]

Tab. 2.9: Beschreibung der Sonderfahrzeuge [17]

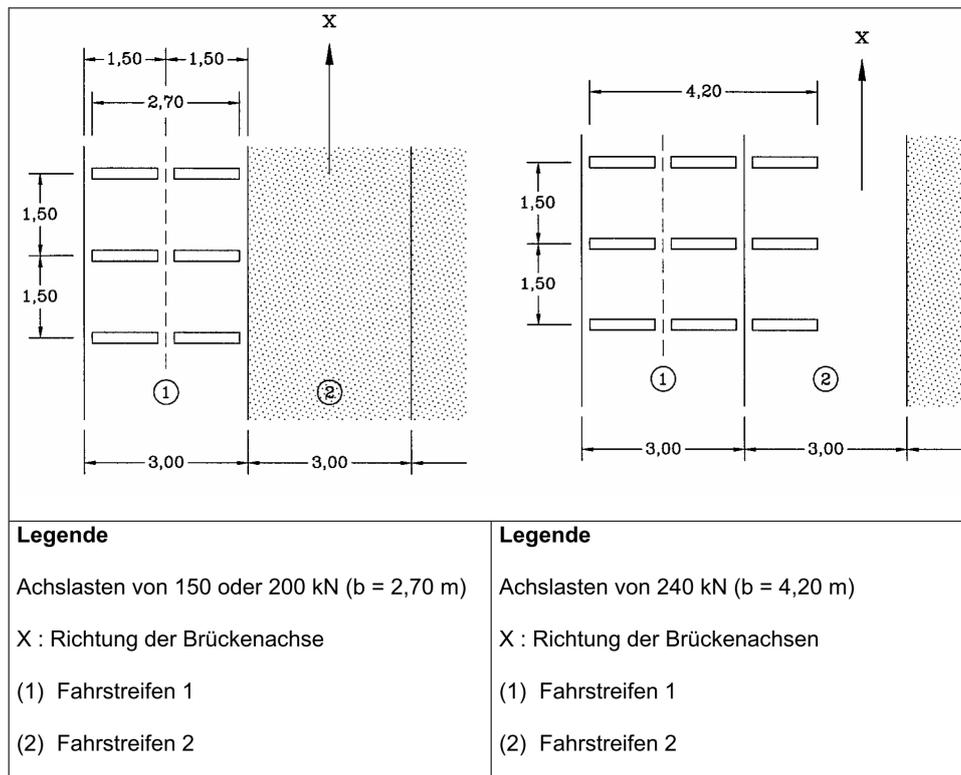
	Achse mit 150 kN	Achse mit 200 kN	Achse mit 240 kN
600 kN	$n = 4 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$		
900 kN	$n = 6 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$		
1200 kN	$n = 8 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 6 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	
1500 kN	$n = 10 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 1 \times 100 + 7 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	
1800 kN	$n = 12 \times 150$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 9 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	
2400 kN		$n = 12 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$  $n = 6 \times 200 + 6 \times 200$ $e = 5 \times 1,5 + 12 + 5 \times 1,5$	$n = 10 \times 240$ $e = 1,50 \text{ m}$
3000 kN		$n = 15 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$  $n = 8 \times 200 + 7 \times 200$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$	$n = 1 \times 120 + 12 \times 240$ $e = 1,50 \text{ m}$
3600 kN		$n = 18 \times 200$ $e = 1,50 \text{ m}$	$n = 15 \times 240$ $e = 1,50 \text{ m}$  $n = 8 \times 240 + 7 \times 240$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$
<b>ANMERKUNG</b>			
$n$ Anzahl der Achsen multipliziert mit dem Gewicht (kN) jeder Achse in jeder Gruppe			
$e$ Achsabstand (m) innerhalb und zwischen jeder Gruppe			

- Die mit den Sonderfahrzeugen verbundenen charakteristischen Lasten sollten als Nominalwerte berücksichtigt und ausschließlich als vorübergehende Bemessungssituation betrachtet werden.

## c) Anwendung für Spezialfahrzeuge auf der Fahrbahn

– Jedes genormte Modell sollte angewendet werden:

- \* auf einem rechnerischen Fahrstreifen, wie er in Tabelle 2.6 (als Fahrstreifen Nummer 1) für Modelle bestehend aus 150 und 200 kN Achslasten definiert ist, oder
- \* auf zwei nebeneinander liegenden rechnerischen Fahrstreifen (als Fahrstreifen Nummer 1 und 2 – siehe Abbildung 2.51) für Modelle bestehend aus 240 kN Achslasten.



**Abb. 2.51:** Anwendung der Spezialfahrzeuge auf die rechnerischen Fahrstreifen [17]

- Die rechnerischen Fahrstreifen sollten auf der Fahrbahn an der ungünstigsten Stelle angeordnet werden. In diesem Fall kann die Fahrbahnbreite unter Ausschluss der Standspuren, Bankette und Markierungsstreifen definiert werden.
- In Abhängigkeit der betrachteten Modelle darf angenommen werden, dass diese sich mit geringer Geschwindigkeit (nicht mehr als 5 km/h) oder mit normaler Geschwindigkeit (70 km/h) bewegen.
- Unter Annahme einer geringen Geschwindigkeit der Modelle sollten nur vertikale Lasten ohne dynamische Vergrößerung berücksichtigt werden.

- Unter Annahme einer normalen Geschwindigkeit der Modelle sollte die dynamische Vergrößerung berücksichtigt werden. Dazu darf folgende Formel benutzt werden:

$$\varphi = 1,40 - \frac{L}{500} \quad \varphi \geq 1 \quad (2.2)$$

Dabei ist  $L$  die Einflusslänge, in m.

- Unter Annahme einer geringen Geschwindigkeit der Modelle sollte jeder rechnerische Fahrstreifen und die Restfläche des Brückenüberbaus mit Lastmodell 1 belastet werden, mit seinen häufigen Werten. Auf dem/den mit standardisierten Fahrzeugen belasteten Fahrstreifen sollte dieses System im Bereich von weniger als 25 m von den äußeren Achsen des betrachteten Fahrzeugs (siehe Abbildung 2.52) nicht angewandt werden.

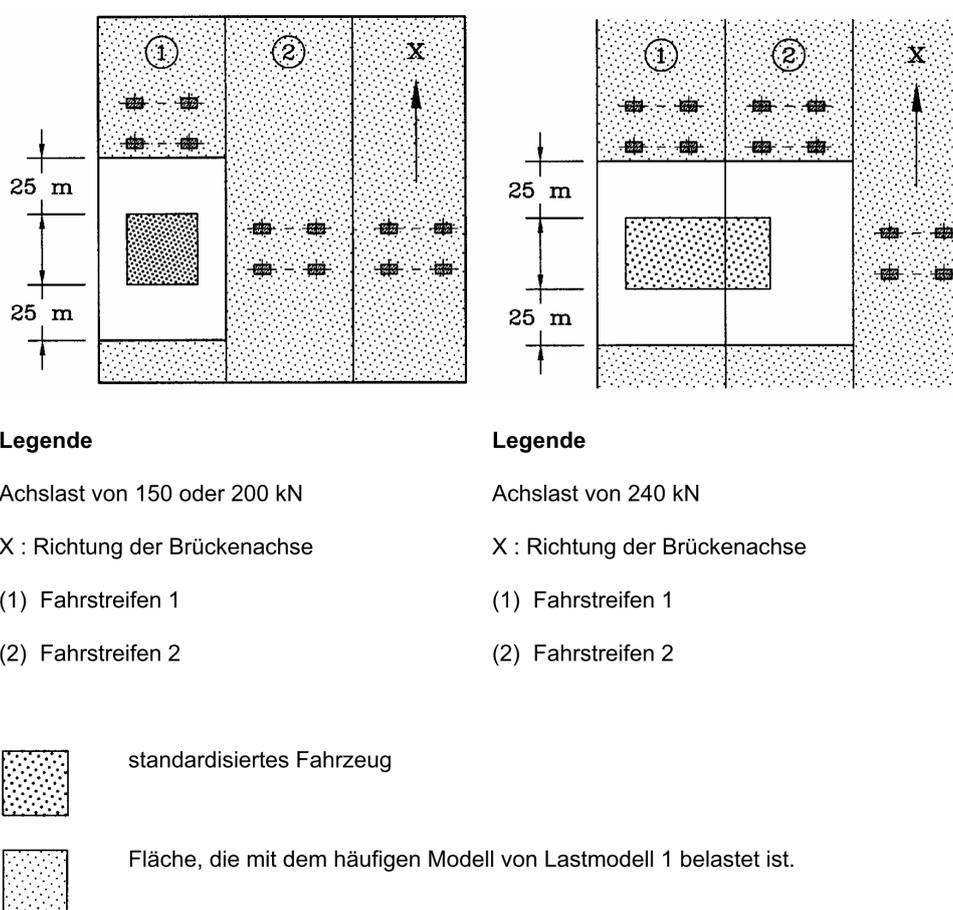


Abb. 2.52: Gleichzeitigkeit des Lastmodells 1 und der Spezialfahrzeuge [17]

**Lastmodell 4 (Menschenansammlungen)** Falls notwendig, sollte die Belastung aus Menschenansammlungen durch eine gleichmäßig verteilte Last (die einen dynamischen Vergrößerungsfaktor enthält) von  $5 \text{ kN/m}^2$  berücksichtigt werden. Das Lastmodell 4 sollte sowohl in der Länge als auch in der Breite an den maßgebenden Stellen des Überbaus angeordnet werden. Falls notwendig sollte der Mittelstreifen enthalten sein. Diese Lastanordnung ist für globale Nachweise gedacht und sollte ausschließlich für vorübergehende Belastungssituationen angewendet werden.

### 2.2.16 ÖN B 1991-2 (2011)

Der volle Name der Norm lautet „ÖN B 1991-2 - Einwirkungen auf Tragwerke, Verkehrslasten auf Brücken, Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-2 und nationale Ergänzungen (2011)“ [8]. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ÖN B 1991-2 (2011) [8] entnommen. Die Gültigkeit ist wie folgt definiert:

*Die vorliegende Ausgabe ersetzt die Ausgabe ÖNORM B 1991-2:2004, die technisch komplett überarbeitet wurde. Aufgenommen wurden unter anderem Änderungen für Straßenbrücken bei Sonderfahrzeugen.*

*Diese ÖNORM legt für Verkehrslasten auf Brücken nationale Parameter zur ÖNORM EN 1991-2 fest und ist für Österreich gemeinsam mit dieser anzuwenden.*

Aus der Norm ÖN B 1991-2 (2011) [8] werden die folgenden Themenbereiche auf das Wesentliche reduziert entnommen:

#### **Belastungen – Nationale Festlegungen**

- a) *Die Nutzung von nicht häufigen Werten für Straßenbrücken ist nicht vorgesehen.*
- b) *Für Brücken mit einer Belastungslänge über 200 m sind im Regelfall die analogen Lastmodelle wie bei Belastungslängen unter 200 m anzusetzen.*
- c) *Die Anpassungsfaktoren  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  sind mit 1,0 anzusetzen.*
- d) *Der Anpassungsfaktor  $\beta_Q$  ist mit 1,0 anzusetzen.*
- e) *Vereinfachend darf für LM2 die gleiche quadratische Radaufstandsfläche wie für LM1 angenommen werden.*
- f) *Für Autobahnen, Schnellstraßen und ähnlich ausgebaute Straßen sowie für Straßenzüge, die für Schwertransporte vorgesehen sind, ist als Sonderfahrzeug das genormte Basismodell mit der Bezeichnung 3000/200 gemäß ÖNORM EN 1991-2:2004, Anhang A mit einer Gesamtmasse von 3000 kN zu verwenden. Die Geschwindigkeit des Sonderfahrzeugs ist mit 5 km/h anzusetzen. Die anderen Fahrstreifen und die Restfläche des Brückenüberbaus sind mit den häufigen Werten des LM1 zu belasten.*
- f) *Das LM4 ist nur in Sonderfällen anzuwenden. Für Brücken mit  $w \leq 12,50$  m und  $L \leq 100$  m ist das LM4 nicht maßgebend, da das LM4 durch LM1 abgedeckt ist.*
- g) *Das Nationale Anwendungsdokument legt fest: Für Straßenbahnbrücken ist kein dynamischer Nachweis erforderlich.*

## 2.3 Richtlinien

Im Folgenden zusammengefasst die für Straßenbrücken relevanten Verkehrsbelastungsannahmen aller in Österreich seit 1999 gültigen Richtlinien.

### 2.3.1 RVS 15.114 (1999)

Der volle Name der Richtlinie lautet „RVS 15.114 (1999) - Berechnungsvorschriften, Ergänzung zur ÖNORM B 4002 für Gegenverkehr bei getrennten Richtungsfahrbahnen und für Sonderfahrzeuge“ [22]. Sie gilt chronologisch gesehen als Ergänzung der Vorschrift ÖN B 4002 (1970) [11]. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm RVS 15.114 (1999) [22] entnommen.

#### 2.3.1.1 Definition und Anwendungsbereich

*Diese RVS ist bei Straßenbrücken auf Autobahnen, Schnellstraßen sowie bei Schwertransportrouten als Ergänzung zur ÖNORM B 4002 anzuwenden.*

*Die derzeit gültige ÖNORM B 4002 berücksichtigt nicht den Gegenverkehr auf einer Richtungsfahrbahn von Straßenbrücken bei Sperre der anderen Richtungsfahrbahn zur Durchführung von größeren Instandsetzungsarbeiten und die daraus folgenden, höheren Verkehrsfasten. Weiters sind bisher Schwerfahrzeuge nicht genormt. Da in Gegenverkehrsbereichen beim Befahren einer Brücke der Gegenverkehr im Regelfall nicht angehalten werden kann, sind die daraus resultierenden Verkehrslasten bei der Bemessung solcher Brücken zu beachten.*

*Die gegenständliche RVS ist somit eine notwendige Ergänzung der ÖNORM B 4002. Die Berücksichtigung von Sonderfahrzeugen (SF2) soll sicherstellen, daß das oben angeführte Straßennetz von derartigen Fahrzeugen benützt werden kann.*

*Es ist nicht Zweck dieser RVS, bestehende Bauwerke grundsätzlich für diese Sonderlasten umzubauen oder zu erneuern.*

*Diese RVS ist jedoch anzuwenden, wenn im Rahmen von Generalinstandsetzungen durch geringe Ergänzungsmaßnahmen die höhere Tragfähigkeit erreicht werden kann.*

*Bei Neubau oder Umbau von Brücken auf Straßen ohne getrennte Richtungsfahrbahnen ist zu prüfen, ob die Bemessung für Sonderfahrzeuge zweckmäßig ist. Sie ist nur dann sinnvoll, wenn damit ein ganzer Straßenabschnitt auf gleiches Lastniveau gehoben werden kann.*

*Bei der Festlegung der Sonderfahrzeuge wurde die ÖNORM ENV 1991-3, Abschnitt 4.3.4, Lastmodell 3, sinngemäß herangezogen. Die Lastannahmen 3.1, 3.2 und 3.3 dieser RVS gemeinsam mit den Lastannahmen der ÖNORM B 4002 1970 stimmen im Mittel mit der ÖNORM ENV 1991-3 bei Verwendung eines Anpassungsfaktors  $\alpha_Q = \alpha_q = 0,9$  am besten überein.*

### 2.3.1.2 Belastungen

Die Belastungsannahmen sind in der RVS 15.114 (1999) [22] wie folgt geregelt:

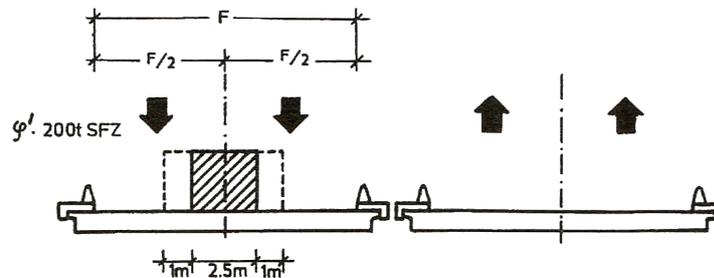
*Belastung der Gehsteige, Schutzstreifen und Radwege gemäß ÖNORM B 4002 in allen Lastfällen.*

**Lastannahme 3.1, 25 t-LKW für die Bemessung von Brücken mit getrennten Richtungsfahrbahnen** Bei Brücken mit getrennten Richtungsfahrbahnen, Brückenklasse I, Lastfall LKW der ÖNORM B 4002, gilt folgendes:

*Es sind auf allen Belastungsstreifen nur 25 t-LKW aufzustellen (keine 16 t-LKW). Dynamischer Beiwert  $\varphi$  und Verkehrsgleichlast gemäß ÖNORM B 4002.*

**Lastannahme 3.2, 200 t Sonderfahrzeug im Alleingang** Bei Brücken auf Autobahnen, Schnellstraßen sowie bei Schwertransportrouten im Normalbetrieb gilt als Ergänzung zur ÖNORM B 4002 folgendes:

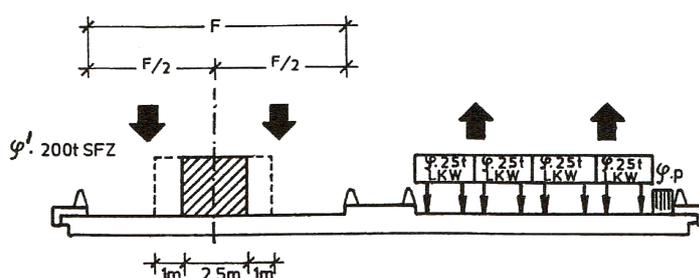
- a) *Es ist ein 200 t-SFZ im Alleingang in der Mitte einer Richtungsfahrbahn mit 1 m Achsabweichung beidseits anzunehmen (siehe Abbildung 2.53). Bei einem gemeinsamen Tragwerksquerschnitt für beide Richtungsfahrbahnen ist auf der anderen Richtungsfahrbahn gem. 3.1 vorzugehen (siehe Abbildung 2.54). Das 200 t-SFZ hat eine Länge von 20 m, eine Breite von 2,5 m und eine gleichmäßige Belastung von  $4 \text{ t/m}^2$ . Die gesamte Laufmeterlast beträgt somit  $10 \text{ t/m}$ .*



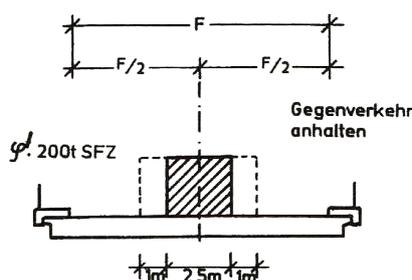
**Abb. 2.53:** Lastannahmen bei mit durch Leitschienen oder Leitwände getrennten Richtungsfahrbahnen [22]

- b) *Brücken In Schwertransportrouten ohne Leitschienen oder Leitwände zur Trennung der Fahrtrichtung bei Anhaltung des Gegenverkehrs: Es ist ein 200 t-SFZ anzunehmen im Alleingang in der Mitte der Gesamtfahrbahn mit 1 m Achsabweichung beidseits (siehe Abbildung 2.55).*

**Lastannahme 3.3, 150 t Sonderfahrzeug mit Gegenverkehr** Bei Brücken mit getrennten Richtungsfahrbahnen bei Sperre einer Richtungsfahrbahn für größere Instandsetzungsarbeiten gilt als Ergänzung zur ÖNORM B 4002:



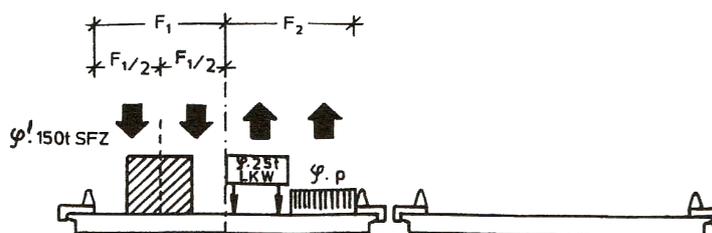
**Abb. 2.54:** Lastannahmen bei gemeinsamen Tragwerksquerschnitt [22]



**Abb. 2.55:** Lastannahme bei Brücken in Schwertransportrouten ohne Leitschienen oder Leitwände bei Anhaltung des Gegenverkehrs [22]

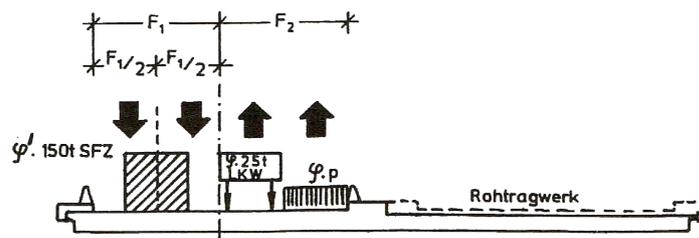
Es ist ein 150 t-SFZ in der Mitte einer Fahrbahn  $F_1$  im Alleingang auf dieser Fahrbahn  $F_1$ , bei Gegenverkehr auf der anderen Fahrbahn  $F_2$  (nur ein 25 t-LKW in ungünstigster Stellung, Verkehrsgleichlast und dynamischer Beiwert  $\varphi$ ) anzunehmen (siehe Abbildung 2.56).

Das 150 t Sonderfahrzeug hat eine Länge von 15 m, eine Breite von 2,5 m und eine gleichmäßige Belastung von  $4 \text{ t/m}^2$ . Die gesamte Laufmeterlast beträgt somit  $10 \text{ t/m}$ .



**Abb. 2.56:** Lastannahme 150 t Sonderfahrzeug mit Gegenverkehr bei getrennten Richtungsfahrbahnen

Bei einem gemeinsamen Tragwerksquerschnitt für beide Richtungsfahrbahnen ist für die andere Richtungsfahrbahn nur die Eigenlast des Rohtragwerkes anzusetzen (Bauzustand für die Instandsetzung) (siehe Abbildung 2.57).



**Abb. 2.57:** Lastannahme bei gemeinsamen Tragwerksquerschnitt und Sperre einer Richtungsfahrbahn [22]

**Dynamischer Beiwert SFZ** Für beide Sonderfahrzeuge 200 t und 150 t ist ein dynamischer Beiwert  $\varphi'$  anzunehmen, entsprechend einer Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h:

$$\varphi' = \frac{1 + \varphi}{2} \quad (2.3)$$

Dynamischer Beiwert  $\varphi$  gemäß ÖN B 4002.

### 2.3.2 ONR 24008 (2014)

Der volle Name der Richtlinie lautet „ONR 24008 - Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und Straßenbrücken“ [19]. Diese Richtlinie bildet die Grundlage für die Beurteilung von Sondertransporten. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt der Norm ONR 24008 (2014) [19] entnommen. Auf das Wesentliche reduziert wird dort Folgendes festgehalten:

*In Österreich gibt es eine große Anzahl von Eisenbahn- und Straßenbrücken, die ein Alter von bis zu 150 Jahren haben. Diese Bauwerke werden nicht nur durch den täglichen Verkehr, der sich im Laufe der Jahrzehnte gewaltig verändert hat, sondern auch durch die verschiedensten Richtlinien und Normen beeinflusst. Im Spannungsfeld des letztgültigen Stands der Technik zu historischen Bauwerken ist eine Entscheidungsfindung für den Ingenieur durchaus schwierig. Diese ONR gibt hier eine Hilfestellung und wurde vom zuständigen Komitee 014 „Brückenbau – Allgemeines“ erarbeitet.*

*Die vorliegende Ausgabe ersetzt die Ausgabe ONR 24008:2006, die technisch überarbeitet wurde. In dieser ONR werden Brücken aus Holz aufgrund ihrer untergeordneten Bedeutung für den Eisenbahn- und Straßenverkehr nicht behandelt.*

**HINWEIS:** Im niederösterreichischen Landesstraßennetz befinden sich Holzbrücken die durch diese Richtlinie nicht erfasst werden.

### 2.3.2.1 Anwendungsbereich

*Diese ONR regelt die wirklichkeitsnahe Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Brückenbauwerke. Damit ist einerseits eine mögliche Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit rechtzeitig erkennbar, andererseits ein unnötiger Mitteleinsatz zu vermeiden.*

*Als bestehende Bauwerke im Sinne dieser ONR gelten Tragwerke, die bereits eine behördliche Benützungsbewilligung nach den geltenden Bauvorschriften erhalten haben.*

*Diese ONR ist nicht für die Planung und Konstruktion von neuen Tragwerken anzuwenden.*

### 2.3.2.2 Grundsätze

**Notwendigkeit zur Bewertung der Tragfähigkeit** *Es kann sich unter anderem in folgenden Fällen die Notwendigkeit ergeben, die Tragfähigkeit eines bestehenden Brückenobjektes zu überprüfen:*

- *bei Verkehr von Schwertransporten (Belastungsmodell, das höhere Beanspruchungen im Bauwerk hervorrufen könnte als das der Berechnung des Bauwerkes zugrunde gelegte Modell).*

*Die Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Bauwerke nach den neuen Erkenntnissen bzw. Rechenvorschriften ist nur dann erforderlich, wenn dies ausdrücklich in Neufassungen von Normen vorgeschrieben wird.*

**Vertrauensgrundsatz** *Unter Betrieb befindliche Bestandsbauwerke sind – im Gegensatz zum Entwurf neuer Tragwerke – langjährig unter Erprobung gestanden und lassen somit Rückschlüsse auf das reale Tragverhalten zu. Bei Fehlen von die Tragfähigkeit beeinflussenden Bauschäden und konstruktiven Mängeln kann festgestellt werden, dass sich diese Tragsysteme bewährt haben. Umgekehrt können Bauschäden und konstruktive Mängel ebenfalls Rückschlüsse auf das Tragverhalten geben. Bei der Bewertung der Tragfähigkeit von Brücken kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass das Bauwerk nach den zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden technischen Regeln geplant und ausgeführt wurde, sofern keine gegenteiligen Hinweise auf Grund von Bauwerksprüfungen, aus Archivunterlagen oder anderen Quellen bekannt sind (Vertrauensprinzip).*

**Zustandsaufnahme** *Zur Beurteilung bestehender Tragwerke muss eine dem Objekt angemessene Zustandsaufnahme vorliegen. Sie sollte die Abmessungen der Tragstruktur, die verwendeten Baustoffe mit deren Eigenschaften sowie Mängel und Schäden zum untersuchten Zeitpunkt beinhalten. Der Berechnung dürfen – falls Planunterlagen vorhanden und auf Übereinstimmung mit der Natur geprüft sind – die Nennwerte der Querschnittsabmessungen zugrunde gelegt werden. Bei signifikanten Schäden (z.B. Querschnittsschwächungen durch Korrosion, Risse) sind diese Stellen aufzunehmen und es ist mit den so ermittelten Ist-Werten der Querschnittsabmessungen zu rechnen.*

### 2.3.2.3 Möglichkeiten der Bewertung

*Die Nachrechnung von Bestandsobjekten erfordert in der Regel gegenüber der Neuberechnung eine erheblich wirklichkeitsnähere Modellierung des Tragverhaltens, stellt höhere Genauigkeitsansprüche und verlangt Nachweisforderungen mit meist höherem Berechnungsaufwand zur Aktivierung von Tragreserven. Weiters werden Kenntnisse des Normenwesens und der Materialtechnologie zum Zeitpunkt der Errichtung des Bauwerkes gefordert.*

*Die statische Berechnung eines Tragsystems ist ein abgestimmtes System von Einwirkungen (Einwirkungsseite), Widerständen (Widerstandsseite), einschließlich Modellbildung des Tragsystems, verknüpft durch ein Sicherheitskonzept.*

**Qualitative Bewertung der Tragfähigkeit** *Eine qualitative Bewertung der Tragfähigkeit bietet die Möglichkeit, aufgrund von Erfahrungen mit dem Verhalten von Tragsystemen rasch zu einer Bewertung der Tragfähigkeit zu gelangen.*

*Es gilt:*

- a) *Eine qualitative Beurteilung einer Brücke ist nur für Nutzungen ausreichend, die keine größeren Beanspruchungen hervorrufen als die bisher in Verkehr gesetzten.*
- b) *Eine qualitative Beurteilung stützt sich vornehmlich auf Erfahrungen mit vergleichbaren Bauwerken und ingenieurmäßigen Überlegungen.*
- c) *Wenn ein über längere Zeiträume genutztes Bauwerk bei periodischer sachgemäßer Überprüfung keine sicherheitsrelevanten Mängel und Schäden aufweist, darf eine ausreichende Tragfähigkeit für die bisher in Verkehr gesetzte Belastung angenommen werden („permanente Belastungsprobe“).*
- d) *Bei einer qualitativen Beurteilung eines Tragwerkes ist objektspezifisch zu berücksichtigen:*
  - *Bedeutung des Tragwerkes,*
  - *mögliche Versagensfolgen im Hinblick auf Leben und Unversehrtheit von Personen und auf wirtschaftliche Verluste,*
  - *Art des Tragwerksversagens (duktil, spröd),*
  - *Kontrollierbarkeit des Tragverhaltens.*
- e) *Qualitativ bewertete Tragwerke sind in regelmäßigen Intervallen in einer auf das jeweilige Tragwerk abgestimmten Art und Weise zu überprüfen und zu bewerten.*

### 2.3.2.4 Lastmodell für den aktuellen Verkehr einschließlich Sondertransporten (KFG-Modell)

Dieses Lastmodell ist abgeleitet von KFG 1967 (26. KFG-Novelle und Änderung der 3. und 4. Kraftfahrzeuggesetz-Novelle) und dient ausschließlich zur Beurteilung der vertikalen Belastbarkeit bestehender Bauwerke und ist nicht für Nachrechnungen gemäß Stufe 2 zu verwenden.

Sofern keine Erhebung des tatsächlichen Verkehrs vorliegt, bzw. die Anlageverhältnisse die mögliche Benutzbarkeit vorgibt (PKW-Spur), darf auf Basis der gesetzlichen Vorschriften von einer Belastung gemäß Abbildung 2.58 und Tabelle 2.10 ausgegangen werden, wobei die Lage und Anzahl der Fahrstreifen entsprechend der tatsächlichen Verkehrsführung angenommen werden darf. Für Zwischenwerte der LKW-Belastbarkeit sind die Vorderachsen des nächsthöheren LKW-Lastbildes entsprechend reduziert anzunehmen (z.B. 14 t-LKW = 11,5 t Hinterachse + 2,5 t Vorderachse). Bei eingeschränkter Belastbarkeit sind entsprechende Kundmachungen an der Brücke erforderlich. Diese können entweder direkt durch entsprechende Lastbeschränkungen aber auch indirekt (z.B. Überholverbot für LKW, Beschränkung der maximal zulässigen Fahrzeugbreite, da eine maximal zulässige Fahrzeugbreite von 2,0 m bei der Baustellenführung nur PKW-Verkehr gemäß Tabelle 2.10, Zeile 4 erlaubt) erfolgen.

⇒ Normalverkehr: $q_{k3}$			
⇒ Normalverkehr: $q_{k2}$	LKW x $\varphi$		
⇒ Normalverkehr: $q_{k1}$	LKW x $\varphi$ bzw. Sondertransport x $\varphi$		

(a) Hochrangiges Netz, mehrere Fahrspuren in die gleiche Richtung

⇐ Normalverkehr: $q_{k1}$	LKW x $\varphi$		
⇐ Normalverkehr: $q_{k2}$	LKW x $\varphi$		
⇒ Normalverkehr: $q_{k2}$	LKW x $\varphi$		
⇒ Normalverkehr: $q_{k1}$	LKW x $\varphi$ bzw. Sondertransport x $\varphi$		

(b) Hochrangiges Netz, beide Richtungen auf einem Tragwerk

⇐ Normalverkehr: $q_{k2}$	LKW x $\varphi$		
⇒ Normalverkehr: $q_{k1}$	LKW x $\varphi$ bzw. Sondertransport x $\varphi$		

(c) Übriges Netz

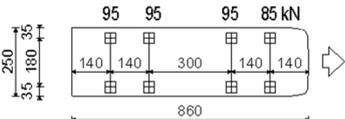
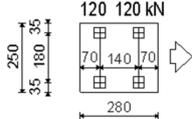
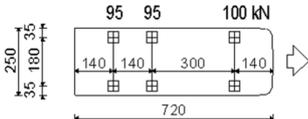
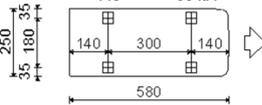
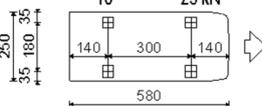
Abb. 2.58: Belastungsannahmen lt. ONR 24008 (2014) [19]

Der dynamische Vergrößerungsfaktor (dynamische Beiwert)  $\varphi$  darf gemäß der jeweiligen Belastungsnorm, welche zum Zeitpunkt der Errichtung der Brücke gültig war, angenommen werden.

Bei Sondertransporten mit 30 km/h Fahrgeschwindigkeit darf der dynamische Vergrößerungsfaktor  $\varphi$  wie folgt angenommen werden:

$$\varphi_{v=30} = \frac{1 + \varphi}{2} \quad (2.4)$$

Tab. 2.10: Belastungen [19]

Zeile	Belastbarkeit	LKW, in kN	Verteilte Last außerhalb der LKW, in kN/m			
			$q_{k1}$	$q_{k2}$	$q_{k3}$	$q_{kn}$
1	unbeschränkt	 <p>Der Nachweis für diesen 37 t LKW darf entfallen, wenn folgende 2 · 12 t Tandemachse angesetzt wird.</p> 	22,50	7,50	6,50	5,50
2	29 t		17,50	6,00	5,00	4,00
3	20 t		12,50	4,00	3,50	3,00
4	3,5 t (PKW-Spur)		2,50	2,50	2,50	2,50
<p>Annahmen:  Die Radaufstandsfläche beträgt generell 40 cm · 40 cm.  Die Lasten sind mittig in den Fahrspuren gemäß der tatsächlichen Verkehrsführung anzusetzen.  Auf Randbalken werden keine Nutzlasten angenommen.  Es ist nur die erste und zweite Fahrspur je Richtung mit LKW zu belasten.</p>						

# Kapitel 3

## Programmbeschreibung

### 3.1 Allgemeines

Viele Dinge sind komplex, diese Exceltabelle ist nur – kompliziert. Abgearbeitet werden die Aufgaben AUFBEREITEN, BERECHNEN und ABFERTIGEN, wie in Abbildung 3.1 zu sehen. Die dafür notwendigen Schritte, wollen wir in diesem Kapitel klären.



**Abb. 3.1:** Zusammenfassung der Aufgaben, die durch das Excel erledigt werden

#### 3.1.1 Aufbereiten

Im ersten Schritt des Programmablaufs wird ein Antrag in Excel geladen. Dies geschieht über den Button »Antrag«. Die für den Benutzer des Programms wichtigen Informationen (wie Antragsteller, Fahrzeug, usw.) werden mittels eines Visual-Basic-Skripts in ein Tabellenblatt übertragen. Das im Antrag enthaltene Fahrzeug wird auf Datenfehler überprüft und für die spätere Berechnung gespeichert.

In die Felder für »Lastfahrt« und »Leerfahrt« wird die Route eingefügt. Es sind jene Straßenzüge, die der Antragsteller mit dem Sondertransport im angegebenen Zeitraum des Antrages befahren will. Eingeben werden dürfen zwei verschiedene Routentypen (Block- bzw. Kettentyp). Nach der

Umwandlung der Route in Blöcke von Straßenzügen mit Anfangs- und Endkilometer können alle überfahrenen Brücken ausgewählt werden.

Mit den Brückenabmessungen, dem Fahrzeug und den Informationen aus der Vergleichsnorm ONR 24008 (2014) [19] kann nun das Berechnungsmodul gefüttert werden. Das Aufbereitungsmodul verarbeitet dafür eine große Anzahl von Datenmengen. Detaillierte Angaben zu den Grunddaten von Brücken, Straßenzügen, den Grundrouten, Kreuzungen, Rampen, Verkehrsinformationen und dem Antrag entnehmen Sie dem Kapitel 3.3 (Datenpool).

### 3.1.2 Berechnung

Im nächsten Schritt kann die Berechnung der befahrenen Brücken getrennt für die Lastfahrt oder Leerfahrt erfolgen. Mit den Button »Berechnung« wird der Vorgang gestartet. Ein Visual-Basic-Skript beginnt daraufhin abzulaufen. Dieses berechnet und vergleicht die Auswirkungen der äußeren Einwirkungen aus Belastungsnorm und Vergleichsnorm miteinander.

Das Berechnungsmodul greift auf die zusammengefassten Informationen des Vorgängermoduls Aufbereiten zurück. Zusätzlich benötigt es aber alle Normenregelungen, auch jene die Ihre Gültigkeit bereits verloren haben. Dies ist auf die große Anzahl von Brücken in Niederösterreich und deren Alter zurückzuführen. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Regelung für die Belastung von Brückentragwerke kann dem Kapitel 2 (Normenanalyse) entnommen werden.

Die Berechnung wird für die Last- bzw. Leerfahrt getrennt durchgeführt. Nun ist für jede Brücke auf der Route eine Auflage festgelegt. Die Ergebnisse werden in den zugehörigen Tabellenblättern abgespeichert, um in weiterer Folge beim Modul Abfertigen darauf zugreifen zu können.

### 3.1.3 Abfertigen

Über das User Interface des Sotra Programmes können alle Auflagen eingesehen werden, sortiert nach Straßenzügen und in aufsteigender Reihenfolge nach Kilometern. Der Bearbeiter prüft hier die Plausibilität der Berechnung und erstellt eine geeignete Zusammenfassung der Brückenaufgaben.

Der letzte Schritt wird mit dem Button »Abfertigung« gestartet. Die Abfertigung des Antrags kopiert alle nötigen Ergebnisse für die Stellungnahme zum Bescheid in die Zwischenablage. Der Bearbeiter des Antrags fügt diese Stellungnahme in das Onlineportal des Landes ein. Mithilfe der Stellungnahme verfasst das Land für den Antragsteller einen Bescheid.

## 3.2 Gliederung

Der Ablauf wird in drei Abschnitte gegliedert. Da es sich bei diesem Excel-Programm nicht um eines handelt, dass in einem Tabellenblatt sinnvoll umsetzbar wäre, musste eine Systematik in der Benennung der Tabellenblätter gefunden werden. Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit und Zusammenarbeit war eine strikte Vorgehensweise notwendig. Bei der Konzeptionierung

des Excel-Programms kommt daher die *rs1.Methode* [23] von Reinhold Scheck zur Anwendung. Grundlegende Regeln bei der Namensvergabe und Verwendung der Arbeitsmappe werden hier gegeben.

### 3.2.1 Tabellenblätter nach rS1.Methode

Zur besseren Verständlichkeit der weiteren Abbildungen wird kurz auf die Tabellenblätter und deren Inhalte nach der *rs1.Methode* eingegangen. Die *rs1.Methode* vertritt den Grundsatz: „*Jedem Inhalt sein eigenes Blatt.*“ Der Inhalt eines Tabellenblattes ist demnach eine eigene Kategorie von Daten bzw. Datentypen. Die folgend kursiv gestellten Textstellen sind direkt aus [23] entnommen. Diese Einteilung von Daten sieht folgende Standardnamen von Tabellenblättern vor:

- a) *Fokus 1 (Darstellung ausgewählter Daten)*  
*Das Blatt Fokus 1 (oder ihm folgende weitere Foki) ist das „Gesicht“ der Anwendung und nimmt alle Daten auf, die der unmittelbaren Betrachtung durch den Anwender bzw. die dem Ausdruck dienen. Es enthält also Diagramme und/oder tabellarisch aufgebaute Ergebnisse wie z.B. einen periodischen Bericht und bietet in vielen Fällen eine dynamische, benutzerdefinierte Datenauswahl an.*
- b) *Basis 1 (Kalkulatorische Grundlage für den Fokus)*  
*Das Blatt Basis 1 enthält die dynamisierbare Datengrundlage für den Fokus. Hier werden mit selektierenden und extrahierenden Formeln jene Daten zusammengestellt, die im Fokus zu präsentieren sind. Die Formeln dieses Tabellenblatts benutzen häufig variable Argumente, die vom Anwender mittels Steuerelementen erzeugt werden.*
- c) *Daten 1 (Rohdatencontainer oder Primärtafel)*  
*Das Blatt Daten 1 enthält die Quelldaten der Lösung, also alle Daten (entweder als Rohdaten oder besser als bereits strukturierte Primärtafel) einer bestimmten Kategorie bzw. Gruppe, die dort mittels Import oder anderer Verfahren aufgenommen wurden. Soll ein Modell mit seinem Fokus auf mehrere Quelldatenkategorien referenzieren, werden gemäß dem Grundsatz „jedem Inhalt sein eigenes Blatt“ mehrere gleichartige Datenblätter angelegt, die dann entsprechende Namen mit fortlaufender Nummerierung erhalten.*
- d) *Parameter 1 (Stammdaten und Standards)*  
*Im Blatt Parameter 1 werden solche Daten hinterlegt, die als konstante oder variable Parameter in verschiedenen Teilen des Modells eine Rolle spielen. Dies sind beispielsweise Stammdaten wie die Bezeichnung und Adresse eines Unternehmens, Namen von Verantwortlichen und Ähnliches. Hinzu kommen Standards wie beispielsweise Prozentsätze für Abgaben und Rabatte oder geprüfte Kennzahlen, die in eine Berechnung von Werten einfließen sollen. Schließlich können Sie dort auch Objekte hinterlegen oder Farben definieren, die an anderer Stelle des Projekts zum Einsatz kommen sollen.*

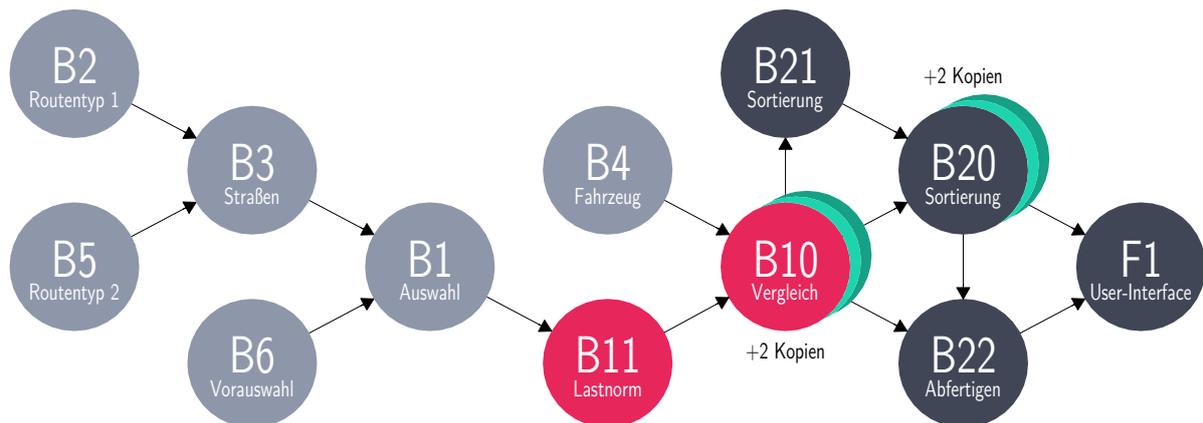
Sollte es mehrere gleichwertige Datentypen geben, werden die Tabellenblätter einfach fortlaufend nummeriert, z.B. *Basis1*, *Basis2*, usw. Dies wird in einer etwas erweiterten Form auch bei *Sotra UI 2016* angewendet. Die fortlaufenden Nummern der Tabellenblätter stellen dabei auch die Zugehörigkeit zu einem Modul dar. Tabellenblätter mit den fortlaufenden Nummern von 1 bis 9

werden dem Modul AUFBEREITEN, von 10 bis 19 dem Modul BERECHNEN und von 20 bis 29 dem Modul ABFERTIGEN zugeordnet.

### 3.2.2 Programm Ablauf

Den drei wesentlichen Arbeitsschritten aus Abbildung 3.1 können direkt mehrere Tabellenblätter zugeordnet werden. Der generelle Ablauf des Programms ist reduziert in Abbildung 3.2 dargestellt. Dies geschieht aus Gründen der Übersichtlichkeit.

Jeder Kreis stellt ein eigenes Tabellenblatt dar. Der Programmfluss wird mit den Pfeilrichtungen von links nach rechts angegeben. Das  $A$  und  $\Omega$  bildet der Fokus – das User Interface (kurz UI). Im UI werden die Routen in den dafür vorgesehenen Feldern der Last- bzw. Leerfahrt eingefügt. Je nach Routentyp wird die Route entweder in die Basis 2 (B2) bzw. in die Basis 5 (B5) geladen (Abbildung 3.2). Dies stellt den Ausgangspunkt für die Suche nach den Brücken auf der Route dar. Die aufbereiteten Routen werden in Form von einzelnen Straßenzügen der Basis 3 (B3) übergeben. Dort werden Anfangs- und Endkilometer für die Straßenzüge bestimmt. Kapitel 3.5 (Routenaufbereitung) erläutert den genauen Ablauf der Routenaufbereitung.



**Abb. 3.2:** Genereller Ablauf des Excel-Programms nach Tabellenblättern gegliedert

Nicht benötigte Bauwerke werden in Basis 6 aussortiert. Diese Vorauswahl ist notwendig, da sich in den Brückendaten des Landes NÖ nicht nur Straßenbrücken sondern auch Brücken von anderen Erhaltern befinden. Die weiteren Aufgaben der Brückenvorauswahl werden im Kapitel 3.6 (Brückenvorauswahl) erklärt.

In der Basis 1 werden im Anschluss an Basis 3 und Basis 6 die vom Sondertransport überfahrenen Brückentragwerke festgestellt. Mit den Fahrzeugdaten aus Basis 4 bildet dies den Abschluss des ersten Programmabschnittes **AUFBEREITEN** (in Abbildung 3.2 in hellgrau). Diese beiden Arbeitsschritte können genauer den Kapiteln 3.7 (Brückenauswahl) bzw. 3.4 (Fahrzeugdaten) entnommen werden.

Die nächste Aufgabe ist das **BERECHNEN** der Brücken. Der Vergleich zwischen Lastnorm und Vergleichsnorm ergibt Auflagen. Basis 11 ist für die Berechnung des Tragwerkwiderstandes (Lastnorm) und Basis 10 für die Auswirkungen der Belastung durch das Sonderfahrzeug (Ver-

gleichsnorm) und den Vergleich zuständig. Tiefergreifend wird darauf im Kapitel 3.8 (Lastnorm) und Kapitel 3.9 (Vergleichsnorm) eingegangen. Am Ende der Basis 10 steht der Übergang zum Modul **ABFERTIGEN** bevor.

Die Tabellenblätter Basis 21 (B21) und Basis 20 (B20) sortieren die Brücken für die Darstellung am Fokus 1 (F1). Genauere Informationen sind im Kapitel 3.10 Sortieren zu finden. Wurden die Einstellungen für die Abfertigung getätigt, kopiert ein Klick auf den Button »Abfertigung« die Stellungnahme in die Zwischenablage. Jetzt ist das Einfügen in das Online-Portal des Landes NÖ möglich. Dies ist Thema des Kapitels 3.11 (Abfertigen).

Viele der oben angeführten Schritte gliedern sich in der vollständigen Programmstruktur noch detaillierter auf. Die nun folgenden Abschnitte gehen auf jedes Tabellenblatt ein. Die Basis für alle Operationen bilden die umfassenden Datenbanken des Landes NÖ.

## 3.3 Datenpool

### 3.3.1 Überblick

Eine Stellungnahme hat kaum mehr als 150 Wörter; etwa eine Viertel A4 Seite Text. Dafür werden aber ungleich mehr Datensätze benötigt. Insgesamt verarbeitet Excel etwa eine Million Rohdaten, produziert eine Million neue Daten und benötigt dafür etwa 480 Milliarden Rechenoperationen der CPU. All das sind nur Näherungswerte. Jeder Antrag ist individuell.

Die Rohdaten des Landes Niederösterreich bilden die Grundlage für jede Berechnung. Diese setzen sich aus dem Niederösterreich Atlas (NÖGIS), der Auflistung der Grundroute, den aktuellen Verkehrsinformationen, hochrangigen Straßenkreuzungen bzw. Rampen, den TEKU-Daten und dem Antrag zusammen. All diese Informationen werden in Excel mit einem Klick eingelesen (Abbildung 3.3).

Die Dateiformate der Rohdaten sind in der Auflistung (im Bild rechts) angegeben. Gesteuert wird dieser Import über das UI. Zusätzlich gibt es noch Rohdaten in den Tabellenblättern Daten 9 (D9), Daten 10 (D10) und Daten 11 (D11). Diese enthalten alle Straßenzüge in Niederösterreich, die Lastnormen seit 1929 und alle dynamischen Beiwerte seit 1958. Dynamische Beiwerte haben erst später in die Belastungsnormen Einzug gehalten, um dann mit den Eurocodes wieder aus der Normenlandschaft zu verschwinden. Die dynamischen Beiwerte sind in der aktuell gültigen Normengebung bereits in den Belastungsannahmen enthalten.

### 3.3.2 Daten 1, Daten 2 und Daten 8 – Brückendaten

Die Datencontainer Daten 1 (D1), Daten 2 (D2) und Daten 8 (D8) enthalten alle Informationen niederösterreichischer Brücken. Zusammengefasst in der TEKU (Technische Kunstbauten) werden diese Daten durch die niederösterreichischen Brückenmeistereien oder der Brückenbauabteilung des Landes Niederösterreich verwaltet. Ein Auszug der TEKU sollte regelmäßig in Form von drei

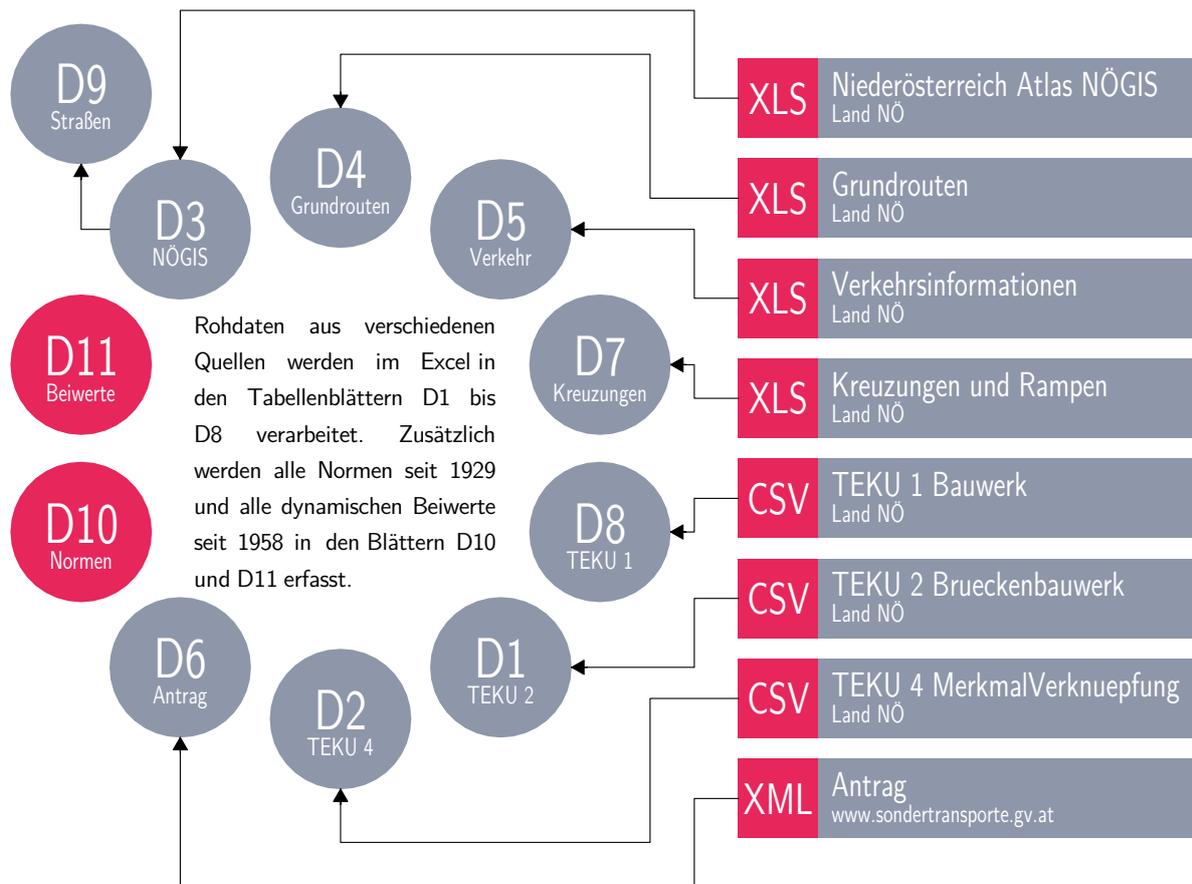


Abb. 3.3: Zusammenfassung aller Daten die verarbeitet werden

CSV-Dateien ins Sotra importiert werden: *Bauwerk*, *Brueckenbauwerk* und *MerkmalVerknuepfung*.

Aktualisiert werden alle gemeinsam mit einem Klick auf den Button »F1« oder mit dem Shortcut **Strg** + **F1**. Excel gibt die Reihenfolge der Aktualisierung in die zugehörigen Datenblätter vor:

1. *Bauwerk* in Daten 8
2. *MerkmalVerknuepfung* in Daten 2
3. *Brueckenbauwerk* in Daten 1

### 3.3.2.1 Daten 8

Wichtig aus Daten 8 sind die in Tabelle 3.1 angeführten Spalten. Mit der *BauwerkId* werden die Brückenbauwerke definiert und mit den anderen Brückendaten verknüpft. Die Bauwerksnummer und der Bauwerksname verwendet nur die Abfertigung für die Stellungnahme, um die Brücken

zu bezeichnet. Aussortiert werden Brücken mit einem anderen Verwalter bzw. Erhalter als Amt N Lreg.

**Tab. 3.1:** Beispielhafter Aufbau der Brückengrunddaten 1 in Tabellenblatt Daten 8. Enthalten sind nur die zur Erklärung wichtigen Spalten. Es fehlen für die weitere Datenverarbeitung nicht relevante Spalten

Bauwerkld	Bauwerksnummer	Bauwerksname	Verwalter Erhalter
ca3bbb8e-b678-11d2-9415-000000000000	L83.07	Steinbach in Marbach	Amt N Lreg
a59f410f-b695-11d2-9415-000000000000	B37.R02	Fussweg und Radweg bei KREMS	Amt N Lreg
f88843bf-c0f5-11d2-9421-000000000000	L1254.01	Gscheinzbach bei Wiedendorf	Amt N Lreg
b7b4540d-23ad-11d3-9455-000000000000	B37.07	Siegleithenstrasse in KREMS	Amt N Lreg
262212b1-2210-11d3-9468-000000000000	LE4182.U1	ÖBB-Überführung in Tauchen	ÖBB
8f90c700-7712-11d2-944a-00002147a3f8	LO151.04	Triesting in Leobersdorf	Gemeinde
...	...	...	...

### 3.3.2.2 Daten 2

Wichtig aus Daten 2 sind die in Tabelle 3.2 angeführten Spalten. Mit der **Bauwerkld** werden die Brückenbauwerke definiert und mit den anderen Brückendaten verknüpft. Ein Bauwerk kann aus mehreren Objekten bestehen. Aus diesem Grund ist es wichtig die Bauwerk-Id mit der Objekt-Id zu verknüpfen. Die Spalte **Id** enthält eine eindeutige Objekt-Id. Mit den Spalten **Straßenzug** und **KM** wird der Kilometer auf der Route festgelegt. Aus der Spalte **Spur Markiert** wird die Anzahl der markierten Fahrstreifen gewählt. Der Exkurs im Kapitel 4.4.2.5 auf Seite 166 beschreibt die weitere Vorgehensweise.

**Tab. 3.2:** Beispielhafter Aufbau der Brückengrunddaten 4 in Tabellenblatt Daten 2. Enthalten sind nur die zur Erklärung wichtigen Spalten. Es fehlen für die weitere Datenverarbeitung nicht relevante Spalten

Id	Straßenzug	KM	Spur Markiert	Bauwerkld
fd3d2552-c395-4b97-a92f-49a4aa3a2e74	L83	0,695	2	ca3bbb8e-b678-11d2-9415-000000000000
0ba3fef9d-0b93-4f39-9e34-cedc90ca439c	B37 1 R 3	0,315	3	a59f410f-b695-11d2-9415-000000000000
b3cc4556-c113-4911-a4aa-f5df9033c375	L1254	1,927	2	f88843bf-c0f5-11d2-9421-000000000000
e14090cb-f0be-4084-a0a2-b747892fb654	B37	2,779	4	b7b4540d-23ad-11d3-9455-000000000000
...	...	...	...	...

**HINWEIS:** Eindeutig zuordnen lässt sich eine Brücke nur über die Objekt-Id.

### 3.3.2.3 Daten 1

Aus Daten 1 kommen alle Bauwerksabmessungen und Belastungsannahmen. Verknüpft werden diese Daten mit den restlichen Brückendaten durch die Objekt-Id. Wichtig aus Daten 1 sind die folgenden Spalten:

- ObjektId
- Baujahr
- Allgemein.Anzahl der Einzelstützweiten
- Last.Brueckenklasse
- Last.Norm
- Last.Ausgabe
- Last.Lastbeschränkung (t)
- Überbau.Material
- Überbau.Max. Einzelstützweite (m)
- RBBreitenband.FahrbahnbreiteLinks
- RBBreitenband.FahrbahnbreiteRechts
- BauwerkId

### 3.3.3 Daten 3 – NÖGIS

Der Datencontainer Daten 3 (D3) enthält alle Informationen des niederösterreichischen Straßennetzes. Zusammengefasst im NÖ-Atlas sind diese und weitere Daten für alle online unter <http://atlas.noel.gv.at/> abrufbar. Das Amt der NÖ Landesregierung Abteilung Hydrologie und Geoinformationen verwaltet diese Daten. Ein Auszug der Datenbank des NÖGIS sollte daher regelmäßig in Form einer XLSX-Datei ins Sotra eingespielt werden. Mit einem Klick auf den Button »F2« oder mit dem Shortcut **Strg** + **F2** wird die Aktualisierung gestartet.

Der Aufbau von Daten 3 sieht wie in Tabelle 3.3 aus; die Reihenfolge der Spalten ist egal. Die Spaltennamen definiert Parameter 1. Die Erklärung der ersten Datenzeile ist: Strasse B17 hat BeiKM 72,75294 eine Kreuzung mit der STR\_NAME B27. Die Straße B27 ihrerseits beginnt bei KM\_ANF 0 und endet bei KM\_END 38,663. Die ART der B27 ist eine B Landesstraße. In Spalte kombiniert1 werden die Spalten Strasse und STR\_NAME zusammengefügt; ein VBA-Skript erledigt das beim Einlesen. Kreuzungen findet Basis 3 aus Daten 3 mithilfe der Spalte kombiniert1.

**Tab. 3.3:** Beispielhafter Aufbau der Tabelle des NÖGIS in Tabellenblatt Daten 3. Enthalten sind nur die zur Erklärung wichtigen Spalten. Es fehlen für die weitere Datenverarbeitung nicht relevanten Spalten Distance, FID\_IST\_ST und ROUT\_ID

Strasse	BeiKM	STR_NAME	KM_ANF	KM_END	ART	kombiniert1
B17	72,75294	B27	0	38,663	B	B17B27
B121	2,091022	B1	16,444	167,17	B	B121B1
L88	22,42661	L6195	0	5,595	L	L88L6195
L2060	3,641106	L155	0	13,449	L	L2060L155
...	...	...	...	...	...	...

### 3.3.4 Daten 4 – Grundrouten

Der Datencontainer Daten 4 (D4) enthält alle Informationen zur Grundroute des Landes NÖ. Diese Daten sind manuell aktuell zu halten und können als XLSX-Datei in Sotra eingespielt werden. Mit einem Klick auf den Button »F3« oder mit dem Shortcut Strg + F3 wird die Aktualisierung gestartet.

Der Aufbau von Daten 4 sieht wie in Tabelle 3.4 aus; die Reihenfolge der Spalten ist egal. Die Spaltennamen definiert Parameter 1. In Zeile zwei steht: Die Straße B1 (rD4.Ueber) gehört vom Straßenkilometer 16,444 (rD4.kmVon) bis zum Straßenkilometer 167,17 (rD4.kmBis) zur Grundroute.

**Tab. 3.4:** Beispielhafter Aufbau der Grundrouten in Tabellenblatt Daten 4

rD4.kmVon	rD4.Ueber	rD4.kmBis
16,444	B1	167,17
56,369	B2	115,54
0,000	B3	67,526
147,23	B3	177,32
0,000	L12	5,710
20,002	L45	48,738
...	...	...

### 3.3.5 Daten 5 – Verkehrsbehinderungen

Der Datencontainer Daten 5 (D5) enthält alle Informationen zu Baumaßnahmen auf B und L Straßen des Landes NÖ. Diese Daten sind manuell aktuell zu halten und können als Excel Datei (.xlsx; .xlsm) in Sotra eingespielt werden. Mit einem Klick auf den Button »F4« oder mit dem Shortcut Strg + F4 wird die Aktualisierung gestartet.

Der Aufbau von Daten 5 sieht wie in Tabelle 3.5 aus; die Reihenfolge der Spalten ist egal. Die Spaltennamen definiert Parameter 1. In Zeile eins steht: Die Straße L123 wird Von km 1,34 Bis km 1,40 von (BeginnVB) 25.05.2016 bis (EndeVB) 26.05.2016 halbseitig gesperrt. Am Fokus 1

erscheint ein Hinweis; am Bescheid wird der Zeitraum ausgegeben. Die Behinderung des Verkehrs ist entweder eine **halbseitige Sperre** oder **Sperre**.

**Tab. 3.5:** Beispielhafter Aufbau der Tabelle der Verkehrsbehinderungen in Tabellenblatt Daten 5. Enthalten sind nur die zur Erklärung wichtigen Spalten. Es fehlen für die weitere Datenverarbeitung nicht relevante Spalten BSTNr, Bauvorhaben, zuständige STRM, Verkehrsführung, Kontakt und Breite

<b>Straße</b>	<b>Von km</b>	<b>Bis km</b>	<b>Behinderung</b>	<b>BeginnVB</b>	<b>EndeVB</b>
L123	1,34	1,40	halbseitige Sperre	25.05.2016	26.05.2016
B25	0,35	0,60	halbseitige Sperre	08.06.2016	14.09.2016
B30	75,23	75,38	Sperre	15.12.2015	05.08.2016
...	...	...	...	...	...

### 3.3.6 Daten 7 – Kreuzungen und Rampen

Der Datencontainer Daten 7 (D7) enthält alle Informationen zu Kreuzungen von Bundes- und Landesstraßen mit Autobahnen und Schnellstraßen im Land NÖ; außerdem alle Rampen die Brückentragwerke sind. Diese Daten sind manuell aktuell zu halten und können als Excel-Datei (.xlsx; .xlsm) in Sotra eingespielt werden. Mit einem Klick auf den Button »F5« oder mit dem Shortcut **Strg** + **F5** wird die Aktualisierung gestartet.

Sind Kreuzungen zwischen Bundes- und Landesstraßen mit Autobahnen und Schnellstraßen in der Route enthalten, wird Daten 7 (Tabelle 3.6) überprüft. Kilometer und Straßenbezeichnung werden ausgelesen, z.B. hat die A1 bei Kilometer 22,90 eine Kreuzung mit der B44 bei Kilometer 10,40; ohne Brückenbauwerk. Anders bei der Kreuzung von B4 bei km 27,2 mit der L43 bei km 20,00; dort gibt es eine Rampe des Landes NÖ – diese wird mit dem SFZ belastet. Die Spalte Name dient für die Abfertigung. Identifiziert wird die Rampe mit der Id. Die Id ist in diesem Fall die Bauwerk-Id, nicht die Objekt-Id.

**Tab. 3.6:** Beispielhafter Aufbau der Tabelle Kreuzungen und Rampen in Tabellenblatt Daten 7. Enthalten sind nur die zur Erklärung wichtigen Spalten. Es fehlt die Spalte **Anmerkung**; diese ist für die weitere Datenverarbeitung nicht relevant

<b>Straße_von</b>	<b>km_von</b>	<b>Straße_bis</b>	<b>km_bis</b>	<b>Name</b>	<b>Id</b>
A1	22,90	B44	10,40		
A2	6,60	B17	9,80		
S1	2,10	L2092	1,20		
S33	2,00	L113	6,70		
B4	27,20	L43	20,00	B4.S19 - Rampe 2 über Mühlbach	8f90bfe6-7712-11d2- 944a-00002147a3f8
B37a	26,90	L114	7,50	B37A.R02 - B37A bei Angern	432d15be-fe5a-4ae1- a564-91784bc7474c
...	...	...	...	...	...

### 3.3.7 Daten 6 – Antrag

Alle wichtigen Informationen aus dem Antrag speichert *Sotra UI 2016* in Daten 6. Der Einlesevorgang startet mit einem Klick der Schaltfläche »Antrag«, zu sehen in Schritt 1 aus Kapitel 4.2 (Programmoberfläche). Der Antrag ist eine XML-Datei, aufgebaut wie eine Ordnerstruktur von Betriebssystemen. In XML heißen die „Ordner“ Knoten (engl. nodes). Knoten haben weitere „Unterknoten“ (sogenannte childnodes). Der erste Knoten ist der root-node.

Im Beispielantrag in Abbildung 3.4 heißt der root-node `<ns3:antrag...>`. Das VBA-Skript speichert die enthaltenen Informationen der Knoten `<antragsId>`, `<antragsArt>`, `<vorantragsnummer>`, `<zulassungsbesitzer>`, `<kontakte>` und `<ansprechPerson>` für das Informationsfenster im UI. In analoger Weise werden alle Daten zu den Fahrzeugabmessungen gespeichert. Weiterverarbeitet werden diese in der Basis 4, Genaueres dazu in Kapitel 3.4 (Fahrzeugdaten).

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <ns3:antrag xsi:schemaLocation="http://antrag.sot.ooe.gv.at atGvOoeSotAntrag.xsd "
  <version>1</version>
  <antragsId>1616233</antragsId>
  <antragsBehoerde>L4</antragsBehoerde>
  <antragsArt>Neuantrag</antragsArt>
  <vorantragsnummer>1611813</vorantragsnummer>
- <bevollmaechtigter>
  <personenart>Juristisch</personenart>
  <name/>
  <adresse/>
</bevollmaechtigter>
- <zulassungsbesitzer>
  <personenart>Juristisch</personenart>
  <name>Felbermayr Transport- und Hebetchnik GmbH & Co KG</name>
  - <adresse>
    <strasse>Machstraße</strasse>
    <hausnummer>7</hausnummer>
    <postleitzahl>4600</postleitzahl>
    <ort>Wels</ort>
    <staat>Österreich</staat>
  </adresse>
  <firmenbuchnummer>227268v</firmenbuchnummer>
  <uidnummer>ATU55116109</uidnummer>
</zulassungsbesitzer>
- <kontakte>
  <telefon>07242 695-215</telefon>
  <eMail>c.felbermayr@felbermayr.cc</eMail>
  <fax>07242 695-9215</fax>
</kontakte>
- <ansprechPerson>
  <vorname>Clemens</vorname>
  <name>Felbermayr</name>
</ansprechPerson>

```

Abb. 3.4: Ausschnitt eines XML-Antrages

### 3.3.8 Daten 9 – Alle Straßenzüge

Daten 9 enthält alle Straßenzüge Niederösterreichs. Mit einem VBA-Skript wird Daten 9 aus dem NÖGIS (Daten 3) erzeugt. Diese Auflistung aller Straßenzüge ist für die Berechnung von Gesamt-

Niederösterreich notwendig. Weiterverarbeitet werden diese in Kapitel 3.5 (Routenaufbereitung). Der Aufbau des Tabellenblattes Daten 9 ist ident mit dem aus Daten 4 (Tabelle 3.7).

**Tab. 3.7:** Beispielhafter Aufbau der Grundrouten in Tabellenblatt Daten 4

rD9.kmVon	rD9.Ueber	rD9.kmBis
16,444	B1	167,17
56,369	B10	115,54
0	B11	67,526
147,23	B119	177,32
0	B119a	5,710
...	...	...

### 3.3.9 Daten 10 – Belastungsnormen

Die Belastungsnormen aus Kapitel 2.2 sind die Grundlage für Daten 10. Alle Lastmodelle aller Normen seit der ÖN B 6201 (1929) bis zum aktuellen Eurocode ÖN EN/B 1991-2 (2012/2011) sind dort zusammengefasst. Nach der Einlesung der Brückendaten aus der TEKU in *Sotra UI 2016* startet eine Brückenberechnung mit den Belastungsnormen. Das VBA-Skript verwendet die Belastungsmodelle in Daten 10. Änderungen an bestehenden Belastungsmodellen sind einfach möglich; ebenso das Hinzufügen von weiteren Normen oder Regelwerken.

Das Hinzufügen von neuen Lastmodellen ist einfach: Dazu sind freie Spalten nach dem Schema in Abbildung 3.5 auszufüllen. Die Zelle links oben in gelb ist entscheidend; diese ist der gesuchte Knoten. Er definiert eindeutig den Namen des Lastmodells. Die Bezeichnung muss mit der in Parameter 10 übereinstimmen. In Parameter 10 sind der Normname, Lastmodellname und Geltungszeitraum einer Norm hinterlegt und in Daten 10 die dazu passenden Zahlenwerte der Lastmodelle. Der Name eines Lastmodells setzt sich zusammen aus:

Normname\_Erscheinungsdatum\_Lastmodell (jeweils getrennt durch einen Unterstrich)

In der blauen Zeile oben kann eine ausführliche Beschreibung des Lastmodells stehen; diese hat aber keine weitere Bedeutung. Unterhalb folgen 32 Zeilen für insgesamt 8 Fahrstreifen zu je 4 Zeilen. Die Ziffer 1 am Ende von EN1991-2\_2011\_LM1\_1 bezeichnet den ersten Fahrstreifen. Jeder Fahrstreifen enthält Lastblöcke zu je 3 Zeilen. Jede Spalte ist ein eigener Lastblock. Ein Lastblock ist entweder eine Einzelkraft (grün hinterlegt) oder eine Streckenlast (hellblau hinterlegt).

Betrachten wir den Lastblock mit hellblauer Füllfarbe. Zeile 1 des Lastblocks ist der Lastanfang, Zeile 2 das Lastende und Zeile 3 der Zahlenwert der Belastung. Dieser Lastblock ist eine Streckenlast, weil Lastanfang (-999,0 m) und Lastende (999,0 m) ungleich sind. Der hellblaue Lastblock auf Fahrstreifen 1 ist eine Streckenlast mit 9,0 kN/m<sup>2</sup> und verläuft von -999,0 m bis 999,0 m.

Der Lastblock mit grüner Füllfarbe ist eine Einzellast, weil Lastanfang (-1,20 m) und Lastende (-1,20 m) gleich sind. Der grüne Lastblock auf Fahrstreifen 1 ist eine 300 kN Einzelkraft an der

EN1991-2_2011_LM1	ÖN EN/B 1991-2 (2011) Lastmodell 1		
EN1991-2_2011_LM1_1	-999,00 m	-1,20 m	0,00 m
	999,00 m	-1,20 m	0,00 m
	9,00 kN/m <sup>2</sup>	300 kN	300 kN
EN1991-2_2011_LM1_2	-999,00 m	-1,20 m	0,00 m
	999,00 m	-1,20 m	0,00 m
	2,50 kN/m <sup>2</sup>	200 kN	200 kN
EN1991-2_2011_LM1_3	-999,00 m	-1,20 m	0,00 m
	999,00 m	-1,20 m	0,00 m
	2,50 kN/m <sup>2</sup>	100 kN	100 kN
EN1991-2_2011_LM1_4	-999,00 m		
	999,00 m		
	2,50 kN/m <sup>2</sup>		
EN1991-2_2011_LM1_5	-999,00 m		
	999,00 m		
	2,50 kN/m <sup>2</sup>		
EN1991-2_2011_LM1_6	-999,00 m		
	999,00 m		
	2,50 kN/m <sup>2</sup>		
EN1991-2_2011_LM1_7	-999,00 m		
	999,00 m		
	2,50 kN/m <sup>2</sup>		
EN1991-2_2011_LM1_8	-999,00 m		
	999,00 m		
	2,50 kN/m <sup>2</sup>		

**Abb. 3.5:** Zahlenwerte des Lastmodell 1 der ÖN EN 1991-2(2011)

Stelle -1,20 m. Ein weiterer Lastblock befindet sich am Fahrstreifen 1: Eine 300 kN Einzelkraft an der Stelle 0,00 m.

Für alle Fahrstreifen von 1 bis 7 wird in dieser Weise vorgegangen, um Belastungen zu definieren. Eine Ausnahmestellung hat der Fahrstreifen 8; dieser darf nur eine Streckenlast enthalten. Der Fahrstreifen 8 ist der Reststreifen. Die Belastung des Reststreifens sind den Belastungsnormen zu entnehmen.

Die ÖN B 4002 (1970) sieht zwei Lastmodelle für Brückenklasse 1 vor. Einerseits die Belastung durch LKW in Abbildung 3.6, andererseits durch ein Raupenfahrzeug im Alleingang in Abbildung 3.7.

Der Lastfall LKW in Abbildung 3.6 hat eine Besonderheit; markiert mit oranger Füllfarbe. Manche dritte Zeile eines Lastblockes enthält  $q_k$  und nicht einen Zahlenwert, wie sonst üblich. Dies liegt an der ÖN B 4002 (1970). Die Belastung ist abhängig von der Brückenspannweite. Beim Berechnen der Belastungsnorm wird dieser Zahlenwert für jede Brücke einzeln ermittelt.

**HINWEIS:** Sollte eine zukünftige Norm ähnlich wie die alte ÖN B 4002 (1970) vorgehen, erfordert dies eine Umprogrammierung von SOTRA 2016.

B4002_1970_BKL1	ÖN B 4002 (1970) Brückenklasse 1			
B4002_1970_BKL1_1	-999,00 m	-4,50 m	-1,50 m	0,00 m
	-6,00 m	-4,50 m	-1,50 m	999,00 m
	qk	170 kN	80 kN	qk
B4002_1970_BKL1_2	-999,00 m	-4,50 m	-1,50 m	0,00 m
	-6,00 m	-4,50 m	-1,50 m	999,00 m
	qk	170 kN	80 kN	qk
B4002_1970_BKL1_3	-999,00 m	-4,50 m	-1,50 m	0,00 m
	-6,00 m	-4,50 m	-1,50 m	999,00 m
	qk	110 kN	50 kN	qk
B4002_1970_BKL1_4	-999,00 m	-4,50 m	-1,50 m	0,00 m
	-6,00 m	-4,50 m	-1,50 m	999,00 m
	qk	110 kN	50 kN	qk
B4002_1970_BKL1_5	-999,00 m	-4,50 m	-1,50 m	0,00 m
	-6,00 m	-4,50 m	-1,50 m	999,00 m
	qk	110 kN	50 kN	qk
B4002_1970_BKL1_6	-999,00 m	-4,50 m	-1,50 m	0,00 m
	-6,00 m	-4,50 m	-1,50 m	999,00 m
	qk	110 kN	50 kN	qk
B4002_1970_BKL1_7	-999,00 m	-4,50 m	-1,50 m	0,00 m
	-6,00 m	-4,50 m	-1,50 m	999,00 m
	qk	110 kN	50 kN	qk
B4002_1970_BKL1_8	-999,00 m			
	999,00 m			
	qk			

**Abb. 3.6:** Zahlenwerte des Lastmodells für Brückenklasse 1 der ÖN B 4002 (1970). Die ersten beiden Fahrstreifen werden mit 25 t-LKW, jeder weitere mit 16 t-LKW belastet. Davor und dahinter wird eine Streckenlast angeordnet

Die Regelbreite für Fahrzeuge ist 2,50 m. Überschreiten Fahrzeuge die Regelbreite schreibt man dies neben die Bezeichnung des Fahrstreifens, wie in Abbildung 3.7 (orange Füllfarbe). Das 60 t Raupenfahrzeug ist 3,00 m breit. Diese Breite gilt damit für den gesamten Fahrstreifen 1.

### 3.3.10 Daten 11 – Dynamische Beiwerte

In der Phase zwischen ÖN B 4002 (1958) bis zur ÖN B 4002 (1970) gibt es dynamische Beiwerte. Diese Faktoren erhöhen die Belastungen in Abhängigkeit von Material und Spannweite. In der aktuellen Belastungsnormen sind diese dynamischen Belastungserhöhungen bereits in den Lastannahmen enthalten – mit Ausnahme des Lastmodells 3. Mit einer Änderung von Daten in diesem Tabellenblatt ist in Zukunft nicht zu rechnen. Abbildung 3.8 enthält die dynamischen Beiwerte der ÖN B 4002 (1970). Zwischenwerte werden linear interpoliert.

**HINWEIS:** Für die Normen vor 1958 kommen die dynamischen Beiwerte der ÖN B 4002 (1958) zur Anwendung.

B4002_1970_RFZ	ÖN B 4002 (1970) Brückenklasse 1; 60t Raupenfahrzeug im Alleingang																																																																																																																																										
B4002_1970_RFZ_1	3,00 m														-3,50 m														0,00 m													B4002_1970_RFZ_2	57,14 kN/m <sup>2</sup>													B4002_1970_RFZ_3														B4002_1970_RFZ_4														B4002_1970_RFZ_5														B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8													
	-3,50 m														0,00 m													B4002_1970_RFZ_2	57,14 kN/m <sup>2</sup>													B4002_1970_RFZ_3														B4002_1970_RFZ_4														B4002_1970_RFZ_5														B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																											
	0,00 m													B4002_1970_RFZ_2	57,14 kN/m <sup>2</sup>													B4002_1970_RFZ_3														B4002_1970_RFZ_4														B4002_1970_RFZ_5														B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																																									
B4002_1970_RFZ_2	57,14 kN/m <sup>2</sup>													B4002_1970_RFZ_3														B4002_1970_RFZ_4														B4002_1970_RFZ_5														B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																																																							
B4002_1970_RFZ_3														B4002_1970_RFZ_4														B4002_1970_RFZ_5														B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																																																																					
B4002_1970_RFZ_4														B4002_1970_RFZ_5														B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																																																																																			
B4002_1970_RFZ_5														B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																																																																																																	
B4002_1970_RFZ_6														B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																																																																																																															
B4002_1970_RFZ_7														B4002_1970_RFZ_8																																																																																																																													
B4002_1970_RFZ_8																																																																																																																																											

Abb. 3.7: Ein 60 t Raupenfahrzeug im Alleingang belastet die Brückenklasse 1 der ÖN B 4002 (1970). Die Fahrstreifenbreite ist 3,0 m. Das Raupenfahrzeug wird durch eine Streckenlast abgebildet

B4002_1970	ÖN B 4002 (1970)																			
B4002_1970_Stahl	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100	999
	1,64	1,64	1,56	1,50	1,45	1,41	1,38	1,35	1,32	1,30	1,23	1,18	1,13	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,00
	1,32	1,32	1,28	1,25	1,23	1,20	1,19	1,17	1,16	1,15	1,11	1,09	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,00
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Abb. 3.8: Daten 11 enthält die dynamischen Beiwerte seit 1954. Abgebildet sind die Werte für Stahl der B 4002 (1970) für Fahrstreifen eins, zwei und für jeden weiteren Fahrstreifen in Abhängigkeit der Stützweite

### 3.4 Fahrzeugdaten

Entspricht ein Fahrzeug nicht den Bestimmungen des Kraftfahrzeuggesetzes 1967 ist eine Bewilligung der Fahrt notwendig. Die Kontaktaufnahme des Frächter zur Behörde beginnt mit der Webseite <http://www.sondertransporte.gv.at/>. Alle Bundesländer und die ASFINAG betreiben diese gemeinsam. In einer Onlinemaske gibt der Frächter seine Kontaktdaten, Fahrzeugdaten usw. ein. Diese werden als XML-Datei zu einem Antrag zusammengefasst. Der Datenfluss ist in Abbildung 3.9 dargestellt.



**Abb. 3.9:** Mit dem Antrag werden die Fahrzeugdaten eingelesen und in Basis 4 verarbeitet

Der Bearbeiter seitens des Landes NÖ lädt den XML-Antrag herunter. Die Antragsdaten werden nach dem Einlesen in Daten 6 gespeichert. Darin enthalten sind alle Fahrzeugabmessungen, Fahrzeugtyp, Achsabstände, Achslasten, Gesamtgewicht und Gesamtlänge des Sondertransportes. In Basis 4 werden die Fahrzeugdaten für das User Interface aufbereitet und überprüft. Sind Daten im Antrag falsch, zeigt das ein Fehlercode an. Die möglichen Fehler sind in Kapitel 4.4.6 erfasst. Der obere Teil des Informationsfelds zeigt den Sondertransport mit Achslasten in Tonnen.

Basis 14 erzeugt aus den Fahrzeugdaten in Basis 4 ein Lastmodell der Vergleichsnorm. Für jede Brückenaufgabe wird ein solches erstellt.

### 3.4.1 Basis 14 – Vergleichsnorm

Wird eine Berechnung der Vergleichsnorm gestartet, greift VBA auf die Basis 14 zu. Das Tabellenblatt enthält die Lastmodelle der ONR 24008 (2014). Aufgebaut ist Basis 14 genau wie Daten 10. In Abbildung 3.10 ist das Lastmodell für die Auflage 1.01 dargestellt. Die Belastung am Fahrstreifen 1 ist abhängig vom Sondertransport. Die Fahrzeugdaten des Sondertransportes werden aus dem Antrag importiert, in Basis 4 aufbereitet und im Lastmodell aktualisiert.

Die Fahrstreifenbreite ist 1,0 m. Der Grund ist: ONR 24008 gibt die Streckenbelastung in kN/m je Fahrstreifen an. Bei der Berechnung der Vergleichsnorm wird die Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen nach Kapitel 4.4.2.5 ( Mindest-Fahrstreifenbreite) bestimmt. Im Exkurs auf der Seite 165 wird der Vorgang erläutert.

VerglNor_1_1.01	Vergleichsnorm lt. Parameter Brückenklasse 1 Auflage 1.01							
VerglNor_BKL1_1.01_1	1,00 m							
	-999,00 m	-1,50 m	-4,50 m	-10,98 m	-12,29 m	-13,60 m	-14,91 m	0,00 m
	-16,41 m	-1,50 m	-4,50 m	-10,98 m	-12,29 m	-13,60 m	-14,91 m	999,00 m
	22,5	64	136	100	100	100	100	22,5
VerglNor_BKL1_1.01_2	1,00 m							
	-999,00 m	-7,20 m	-5,80 m	-2,80 m	-1,40 m	0,00 m		
	-8,60 m	-7,20 m	-5,80 m	-2,80 m	-1,40 m	999,00 m		
	7,50 kN/m	95 kN	95 kN	95 kN	85 kN	7,50 kN/m		
VerglNor_BKL1_1.01_3	1,00 m							
	-999,00 m	-7,20 m	-5,80 m	-2,80 m	-1,40 m	0,00 m		
	-8,60 m	-7,20 m	-5,80 m	-2,80 m	-1,40 m	999,00 m		
	6,50 kN/m	95 kN	95 kN	95 kN	85 kN	6,50 kN/m		
VerglNor_BKL1_1.01_4	1,00 m							
	-999,00 m	-7,20 m	-5,80 m	-2,80 m	-1,40 m	0,00 m		
	-8,60 m	-7,20 m	-5,80 m	-2,80 m	-1,40 m	999,00 m		
	5,50 kN/m	95 kN	95 kN	95 kN	85 kN	5,50 kN/m		
VerglNor_BKL1_1.01_5	1,00 m							
	-999,00 m							
	999,00 m							
	5,50 kN/m							
VerglNor_BKL1_1.01_6	1,00 m							
	-999,00 m							
	999,00 m							
	5,50 kN/m							
VerglNor_BKL1_1.01_7	1,00 m							
	-999,00 m							
	999,00 m							
	5,50 kN/m							
VerglNor_BKL1_1.01_8	1,00 m							
	-999,00 m							
	999,00 m							
	5,50 kN/m							

Abb. 3.10: Das Lastmodell der Vergleichsnorm für die Brückenaufgabe 1.01

### 3.5 Routenaufbereitung

Ein Brückenbauwerk ist immer mit einer Straßenbezeichnung und einer Kilometrierung hinterlegt. Welche Brücken auf der Route liegen entscheidet eine Routenaufbereitung (Abbildung 3.11); zentrales Tabellenblatt ist Basis 3. Am Anfang des Prozesses steht eine Benutzereingabe. Der User muss im Focus die Route aus dem Antrag eingeben. Das Format wird auf zwei Möglichkeiten beschränkt: Kettenform und Blockform.

Abhängig vom Routentyp wird die Basis 2 oder Basis 5 aktiviert. Diese übernehmen die Aufbereitung der Routeninformationen in Dreierketten mit dem Format von - über - bis. Der befahrene Straßenabschnitt (über) wird durch die Kreuzungspunkte mit einer Startstraße (von) und einer Zielstraße (bis) genau definiert. Ersetzt werden können die Einträge (von und bis) durch Kilometerangaben. Diese Dreierketten werden an die Basis 3 übergeben.

Zur eindeutigen Identifikation der zu berechnenden Brücken fehlen Kilometereinträge. Mithilfe von Daten 3 und Daten 7 wird überprüft, wo sich die befahrene Straße (über) mit der Startstraße (von) und der Zielstraße (bis) kreuzt. In Abbildung 3.12 sehen wir ein Beispiel einer Blockroute in der Basis 3.

Jede blau hinterlegte Zeile steht für einen neuen Routenabschnitt. Jede weiße Zeile darunter hingegen für die Ergebnisse des jeweiligen Abschnittes. In Spalte **1** werden nun abhängig von den

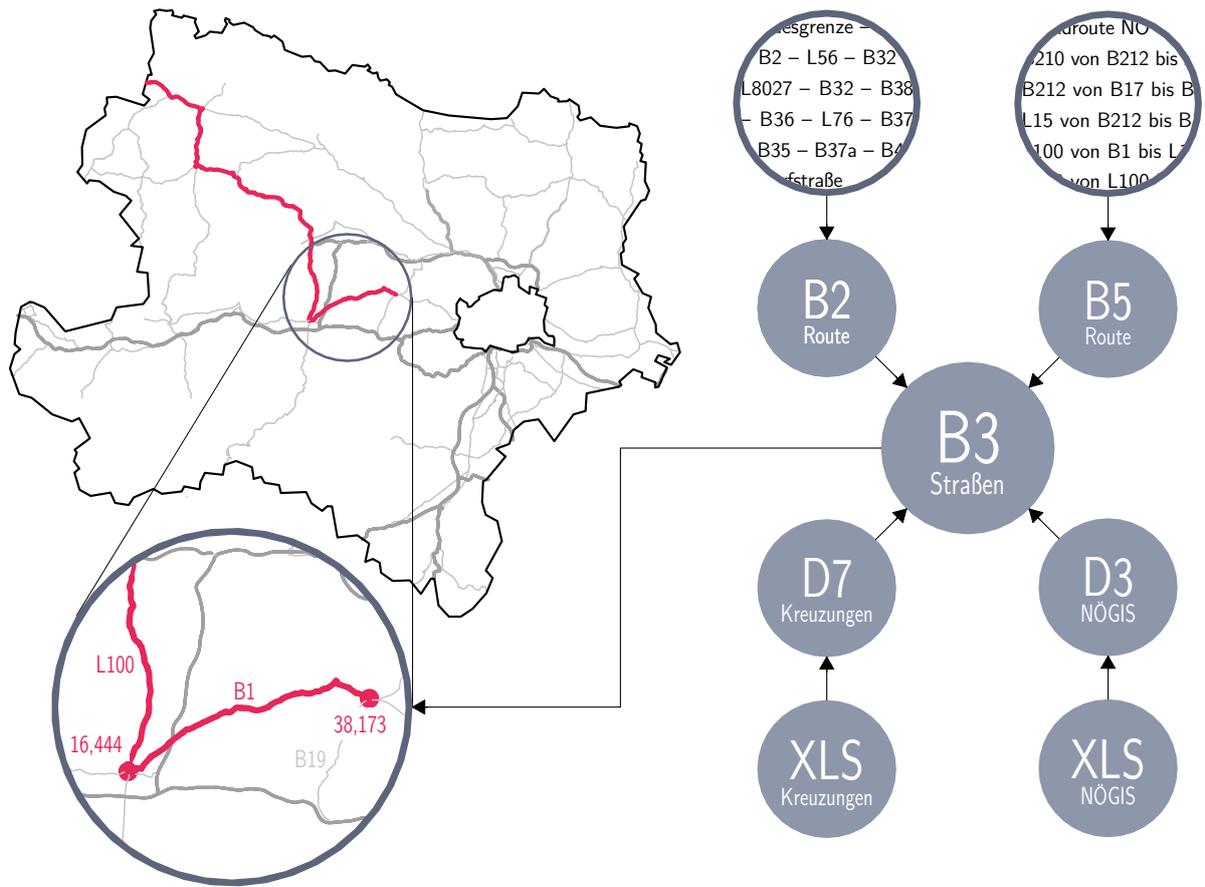


Abb. 3.11: Ablaufdiagramm der Routenaufbereitung

Spalten 2 bis 9 verschiedene Fälle unterschieden. Diese haben Einfluss auf die Ergebnisse der Spalte Min Final und Max Final, welche den finalen Kilometerabschnitt auf der zu untersuchenden Straße darstellen. Wird zum Beispiel ein Fehler erkannt, wird der Routenabschnitt mit dem Minimum von 0,00 und dem Maximum von 999,00 versehen. Werden Kilometer eingegeben bzw. sind reguläre Verknüpfungen in Daten 3 und Daten 7 vorhanden, so werden diese Kilometer eingetragen.

Abfrage/Aufbereitung/Fallunterscheidung											
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Min Final	Max Final	Fall	Min	Max	Startkilometer	Endkilometer	Start	Ende	VON	WÜBEL	ÜBER
17,02	28,62	10	17,02	28,62	FALSCH	FALSCH	1	1	1	1	1
0,00	7,56	10	0,00	7,56	FALSCH	FALSCH	1	1	1	1	1
0,00	999,00	11	0,00	0,00	FALSCH	FALSCH	1	1	0	1	1
0,00	1,54	10	0,00	1,54	FALSCH	FALSCH	1	1	1	1	1
0,00	1,70	10	0,00	1,70	FALSCH	FALSCH	1	1	1	1	1
0,00	0,47	10	0,00	0,47	FALSCH	FALSCH	1	1	1	1	1
1,07	2,33	10	1,07	2,33	FALSCH	FALSCH	1	1	1	1	1
3,96	14,37	12	3,96	3,96	14,37	FALSCH	1	1	0	1	1
0,00	18,90	12	0,00	0,00	18,90	FALSCH	1	1	1	0	1

Abb. 3.12: Ausschnitt aus einem Beispiel der Basis 3

Am Ende der Basis 3 steht eine Auflistung der über-Straßen, mit einem Start- und Zielkilometer. Wichtig zur späteren Auswertung am User Interface sind die Fallunterscheidungen. Sie dienen der Visualisierung von Fehlern der Route.

### 3.5.1 Kettenform

Die Route wird einem Navigationsgerät ähnlich Straße für Straße angegeben. Jede davon wird befahren, getrennt mit Bindestrichen. Ein Beispiel dafür ist:

Ab Werk Zurndorf - L303 KM14,25 - |ASt. Mönchhof| A4 | ASt. Knoten Prater| A23 - S2 - S1 Nord |ASt- Knoten Eibesbrunn| A5 |ASt Schrick|- B7 - B40 bis Dürnkrot - B49 - L11 bis Waidendorf Mühlstrasse - L17 bis Velm-Götzendorf - L3026 - L17 bis Spannberg - L18 bis Matzen - L19 ab Matzen, Kreisverkehr Matzen entgegen der Fahrtrichtung, bis Einfahrt WP bzw. L19 Prottes Hauptplatz - L11 KM12,30 bis Einfahrt WP

Die Eingabe ist reglementiert (siehe Tabelle 3.8). Eine korrekte Berechnung kann ohne Einhaltung dieser Regeln nicht garantiert werden.

**Tab. 3.8:** Regeln für den Routentyp Kettenform

Zeichen	Bezeichnung	Anwendung	Beispiel
-	Bindestrich	Trennt zwei Straßenzüge	B7 - B40 - B49
	Senkrechter Strich	Zwischen zwei Strichen können Informationen vor einem Straßennamen (nach einem Bindestrich) eingegeben werden.	ASt. Mönchhof
:	Doppelpunkt	Trennt zwei Routen	
\$	Dollarzeichen	Geschütztes Zeichen!	
kmXXX,XX	Kilometrierung	Es ist möglich den Anfangskilometer der ersten Straße und den Endkilometer der letzten Straße einzugeben.	Ab Werk - L303 KM14,25 - L11 KM12,30 bis Einfahrt WP
Niederösterreich	Grundroute	Zeichenfolge für die Auslösung der Grundroute.	
Grundroute	Grundroute	Zeichenfolge für die Auslösung der Grundroute.	
Gesamt Niederösterreich	Alle Brücken	Zeichenfolge für die Berechnung aller Brücken Niederösterreichs.	

Folgende Punkte sind noch hervorzuheben:

- Routenabschnitte müssen durch einen Bindestrich (-) getrennt werden.
- Nach einem Bindestrich muss eine gültige Straßenbezeichnung folgen (B1, L17, ...)

- Zusätzliche Information müssen zwischen vertikalen Strichen (|) stehen (... - |ASt. Mönchhof| A4 | ASt. Knoten Prater| A23 - ...).
- Die Kilometrierung (KM12,30) kann hinter dem Straßennamen eingefügt werden; das Trennzeichen ist ein Komma (,) mit maximal zwei nachfolgenden Stellen: Ab Werk - L303 KM14,25 - ... oder ... - L11 KM12,30 bis Einfahrt WP.
- Doppelpunkte (:) dürfen in der Route nur als Trennzeichen zwischen zwei Routen zum Einsatz kommen (... - Alternativroute: ... oder ... - alternativ wegen Baustelle: ...).
- Das Dollarzeichen (\$) darf in der Route nicht vorkommen.
- Schlüsselwörter lösen die Berechnung der Grundroute oder aller Brücken aus. (Grundroute - zusätzlich: Ab Werk - L303 KM14,25 - ...).

### 3.5.2 Blockform

Routen in Blockform kommen vor allem in Kombination mit Grundrouten vor. Dem Antragssteller reicht die Standardroute nicht aus. Deshalb erweitert er diese mit einzelnen Straßenzügen. Die Eingabe ist reglementiert (siehe Tabelle 3.9). Eine korrekte Berechnung kann ohne Einhaltung dieser Regeln nicht garantiert werden. Ein Beispiel dazu:

Grundroute  
und  
L139 von L140 |ASt. Mönchhof| bis B54  
L140 von B17 bis B54 |ASt. Beispiel|  
L139 von km14,37 bis B54  
L139 von L140 bis km18,90  
L139 von km14,37 bis km18,90  
B20 von A1 bis km10,20 |Schrambachstraße|  
B1

Zum besseren Verständnis und der sichereren Anwendung dient folgende Auflistung. Auch hier gilt wiederum, dass die korrekte Berechnung des Programmes nur dann garantiert werden kann, wenn diese Regeln auch eingehalten werden:

- Die zu befahrende Straße muss als Erstes genannt werden.
- Mit dem Wort „von“ getrennt muss als nächstes die Startstraße oder die Kilometrierung der befahrenen Straße im Format km##0,## (0 ... zwingendes Zeichen, # ... optional) eingegeben werden. Das Zeichen ist jedoch nur erforderlich, wenn eine Startstraße eingegeben wird (Ab Landesgrenze kann somit entfallen).
- Mit dem Wort „bis“ getrennt muss als letztes die Endstraße oder die Kilometrierung der befahrenen Straße im Format km##0,## (0 ... zwingendes Zeichen, # ... optional) eingegeben werden. Das Zeichen ist jedoch nur erforderlich, wenn eine Endstraße eingegeben wird (Bis Landesgrenze kann somit entfallen).

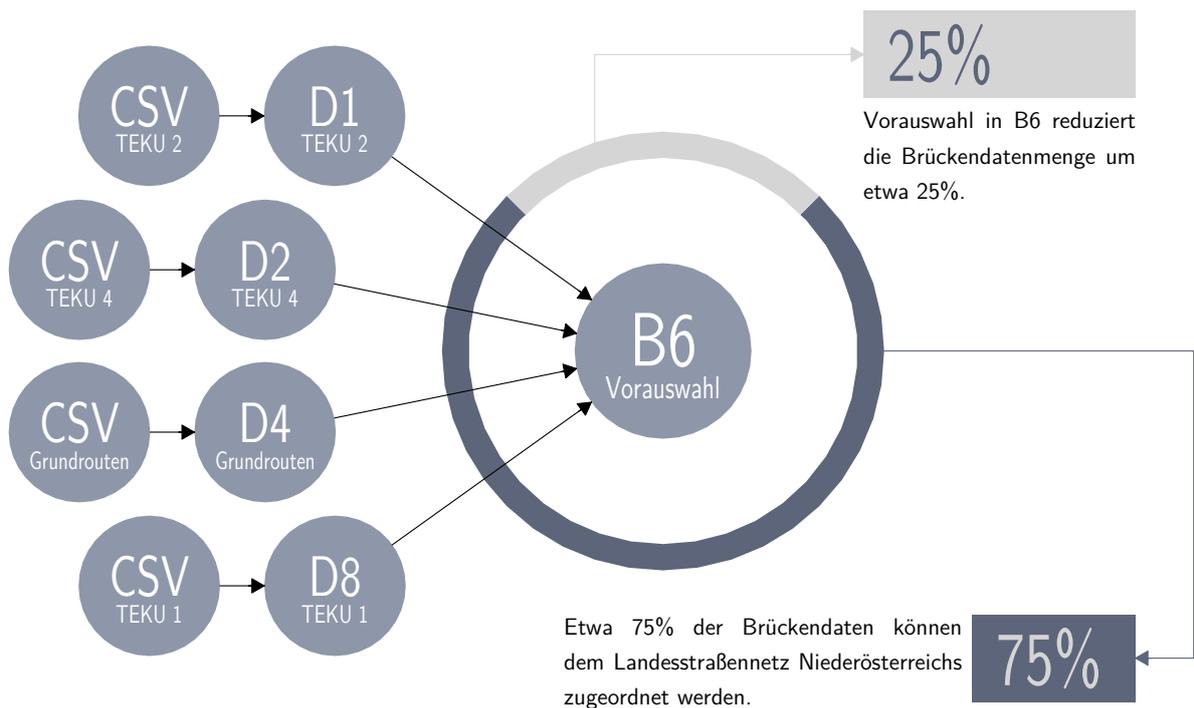
- Zusätzliche Informationen müssen zwischen vertikalen Strichen (|) hinter den Straßen genannt werden.
- Bindestriche (-) dürfen nicht verwendet werden.
- Doppelpunkte (:) dürfen nur zur Routentrennung verwendet werden.
- Ein Enter (Absatz) oder ein Doppelpunkt (:) stellen einen Blockwechsel dar.

Tab. 3.9: Vorlagen für den Routentyp Blockform

Zeichen	Bezeichnung	Anwendung	Beispiel
-	Bindestrich	Darf in dieser Routenart nicht verwendet werden!	
	Senkrechter Strich	Zwischen zwei Strichen können Informationen nach einem Straßennamen eingegeben werden.	L139 von L140 bis B54  ASt. Mönchhof
:	Doppelpunkt	Trennt zwei Routenblöcke.	
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Enter</span> von	Enter	Trennt zwei Routenblöcke.	
bis		Erstes Trennzeichen zwischen zu befahrender Straße und Startstraße.	L139 von L140 bis B54
kmXXX,XX	Kilometrierung	Zweites Trennzeichen zwischen Startstraße und Zielstraße.	L139 von L140 bis B54
		Es ist möglich anstatt von Start- und/oder Zielstraßen Kilometer der befahrenen Straße einzutragen.	L139 von km14,37 bis B54 oder L139 von L140 bis km18,90
Niederösterreich	Grundroute	Zeichenfolge für die Auslösung der Grundroute.	
Grundroute	Grundroute	Zeichenfolge für die Auslösung der Grundroute.	
Gesamt Niederösterreich	Alle Brücken	Zeichenfolge für die Berechnung aller Brücken Niederösterreichs.	

### 3.6 Brückenvorauswahl

Die Einsparung von Rechenzeit war ein zentrales Thema der Programmierung. Basis 6 spart diese durch Aussortieren von Datensätzen; je früher Daten wegfallen desto wirksamer werden die Maßnahmen. Basis 6 wird beim Einlesen aller Brückendaten einmal berechnet. Deshalb erfolgt hier die rechenintensive Zuordnung der Brücken zur Grundroute. Abbildung 3.13 zeigt die einfließenden Daten.



**Abb. 3.13:** Brückenvorauswahl wird in der Basis 6 durchgeführt

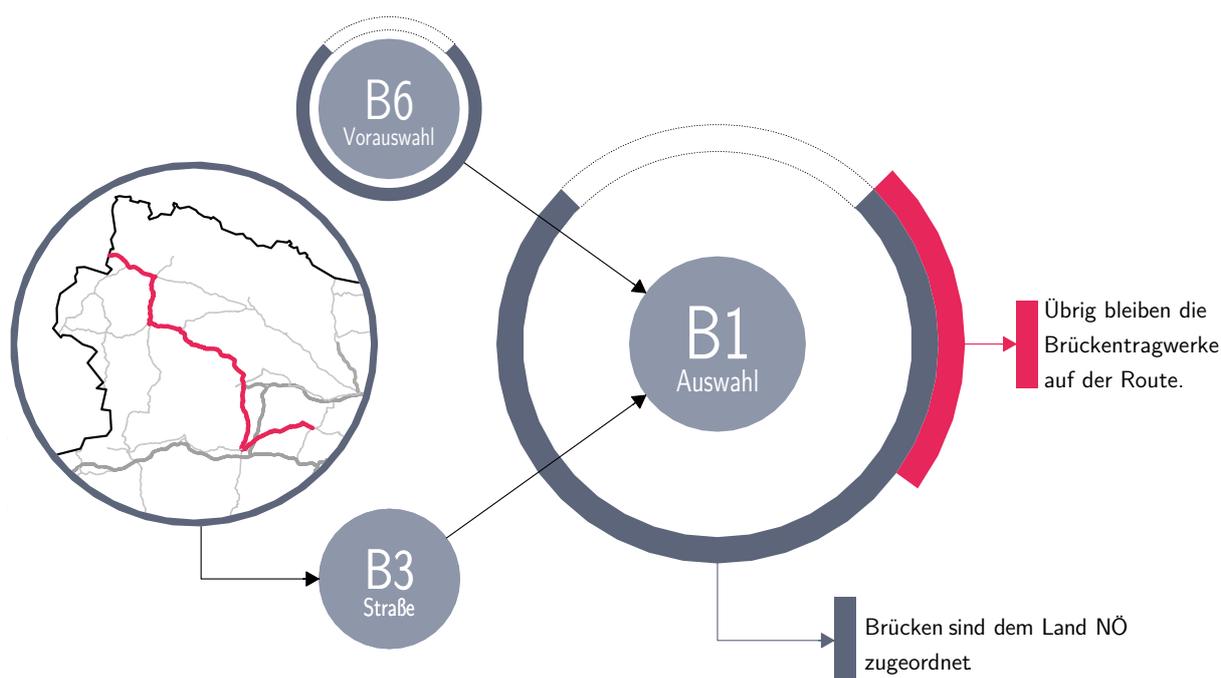
Zunächst werden aus den Daten 1 die Bauwerks- und Objekt-IDs übernommen. Aus Daten 8 fließen danach die Bauwerksnummer und Erhalter der Brücken ein. Daten 2 liefert den Straßenzug und die Kilometrierung. Es folgt eine Datenbankbereinigung – von der Bauwerksnummer abhängige Ausschlusskriterien sind:

- B\_\_S\_\_ ... Seitenbauwerk (wird vom Sondertransport nicht befahren)
- BE\_\_\_\_ ... Anderer Erhalter (nicht dem Land NÖ direkt zugeordnet)
- LE\_\_\_\_ ... Anderer Erhalter (nicht dem Land NÖ direkt zugeordnet)
- LX\_\_\_\_ ... Brücken mit dieser Nummer wurden bereits abgebrochen.
- BX\_\_\_\_ ... Brücken mit dieser Nummer wurden bereits abgebrochen.
- LU\_\_\_\_ ... Überführungen über den angegebenen Straßenzug.
- BU\_\_\_\_ ... Überführungen über den angegebenen Straßenzug.

Diese Vorgehensweise eliminiert 504 von 5499 Brückeneinträgen. Es ergeben sich zwei Informationen am Ende der Basis 6. Einerseits ob die Brücke für die weiteren Rechenschritte relevant ist und andererseits ob sie sich auf der Grundroute befindet.

### 3.7 Brückenauswahl

Die Basis 1 positioniert sich im Programmdurchlauf nach der Basis 3 (Routenaufbereitung) und Basis 6 (Vorauswahl). Ausgewählt werden nur Brücken, die auf der Route liegen. In Abbildung 3.14 wurde der Ablauf grafisch aufbereitet. Aus Basis 6 werden Informationen relevanter Objekte übernommen: Bauwerks- und Objekt-IDs sowie Bauwerksnummer, Straßenzug, Kilometrierung und der Grundroutenmarker. Basis 6 erzeugt einen Pool von Daten, der mit Hilfe von Basis 3 abgeschöpft wird.



**Abb. 3.14:** Basis 1 reduziert die Anzahl der zu berechnenden Brücken

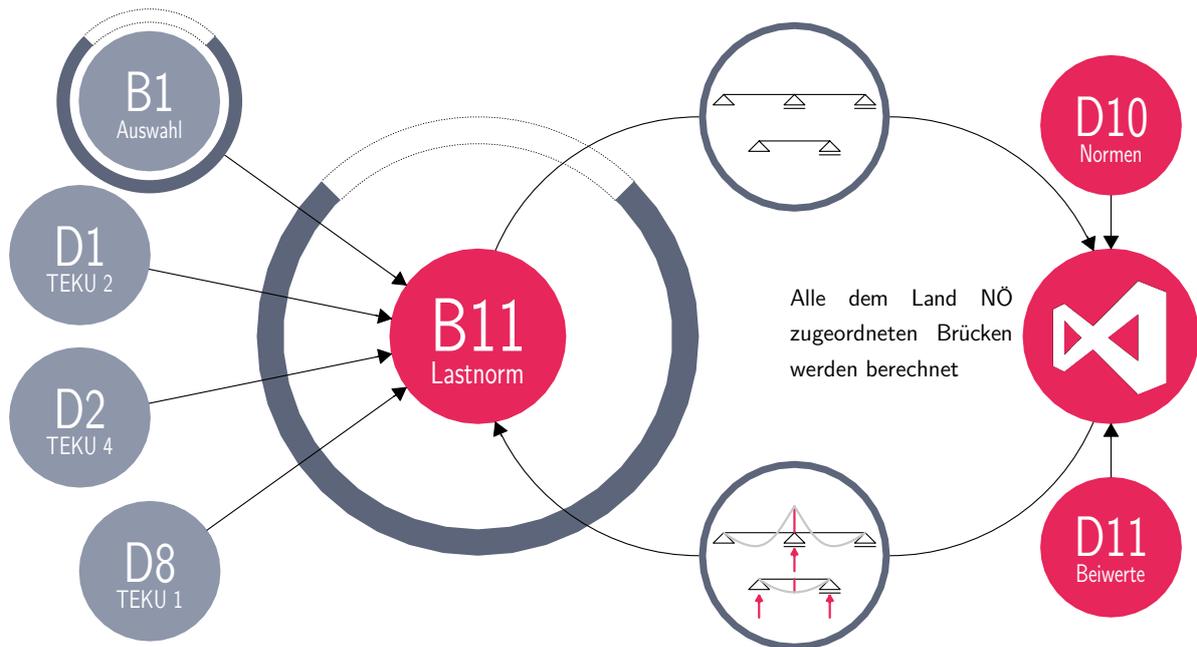
Löst die Basis 3 die Grundroute aus, werden alle Brücken mit Grundroutenmarker ausgewählt. Als nächstes wird die Position der Brücke mit den Routendaten aus Basis 3 verglichen – und bei Bedarf ausgewählt. Als Ergebnis liefert die Basis 1 alle Brücken aus Basis 6, reduziert durch die Routenvorgaben von Basis 3.

### 3.8 Lastnorm

Die Ergebnisse der Lastnorm sind gleichzusetzen mit dem charakteristischen Wert des Widerstands. Wie bereits in Kapitel 4.4.2 (Berechnung) erwähnt, wird dieser Berechnungsvorgang nur nach der Aktualisierung der Brückendaten durchgeführt. Die Basis 11 übernimmt die Objekt-IDs aller Brücken aus Basis 1, unabhängig von der Route. Zum Zeitpunkt des Einlesens der Brückendaten ist die Route nicht relevant. Die Basis 11 verknüpft mit der Objekt-ID die Daten 1, Daten 2 und Daten 8. Gespeichert werden in Basis 11: Bauwerks-ID, Objekt-ID, Baujahr, Lastnorm,

Ausgabejahr der Lastnorm, Anzahl der Einzelstützweiten, Brückenklasse/Lastmodell, Lastbeschränkung, Überbaumaterial, maximale Stützweite, Fahrbahnbreite, Brückenname und Anzahl der Fahrstreifen. Nach einer Fehlerüberprüfung werden die Rohdaten dem VBA übergeben.

In Abbildung 3.15 ist VBA mit einer liegenden 8 symbolisch dargestellt. Das VBA greift auf die Lastmodellldaten aus Daten 10 zu. Wenn nötig werden dynamischen Beiwerte aus Daten 11 gelesen. Nach Abschluss der Berechnungen werden die Ergebnisse in Basis 11 gespeichert. Diese sind:  $M_{R,max,Einfeld}$ ,  $V_{R,max,Einfeld}$  und falls die Brücke mehr als ein Feld hat:  $M_{R,min,Zweifeld}$ ,  $B_{R,max,Zweifeld}$ .



**Abb. 3.15:** Basis 11 führt Brückendaten zusammen und übergibt diese dem VBA. Nach der Berechnung der Lastnorm werden die Ergebnisse wieder in Basis 11 gespeichert. Die Ergebnisse der Lastnorm sind der charakteristische Wert des Widerstands

Das VBA-Skript durchläuft 7 Schritte, wie in Abbildung 3.16 zu sehen. Als erstes werden die Brückendaten eingelesen – die Wichtigsten sind: Spannweite, rechnerische Brückenbreite, Statisches System, Lastnorm und Brückenklasse bzw. Lastmodell. Mit der Lastnorm werden Zahlenwerte der Lastmodelle aus Daten 10 gesucht. Die rechnerische Brückenbreite und die Breite der Lastmodelle ergeben eine Fahrstreifenanzahl. Die Belastungen der einzelnen Fahrstreifen werden zusammengestellt; die Position variiert. Zur Bestimmung der Maximal- bzw. Minimalwerte wird die Belastung an Fixpunkten positioniert (Berechnungsvariante »Fix«) oder schrittweise über das Tragwerk geschoben (Berechnungsvariante »Gleiten«). Der Berechnungsmodus bestimmt maßgeblich die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse und die Rechenzeit. Eine Veränderung nehmen Sie in den Einstellungen vor; zu finden im Kapitel 4.4.2.3 (Berechnungsmodus).

Die maximalen Ergebnisse je Fahrstreifen werden zwischengespeichert und über die rechnerische Brückenbreite aufsummiert. An Basis 11 werden in Schritt 7  $M_{R,max,Einfeld}$ ,  $V_{R,max,Einfeld}$  und falls erforderlich  $M_{R,min,Zweifeld}$ ,  $B_{R,max,Zweifeld}$  übergeben. Für jede Brücke werden diese Schnittgrößen bestimmt.

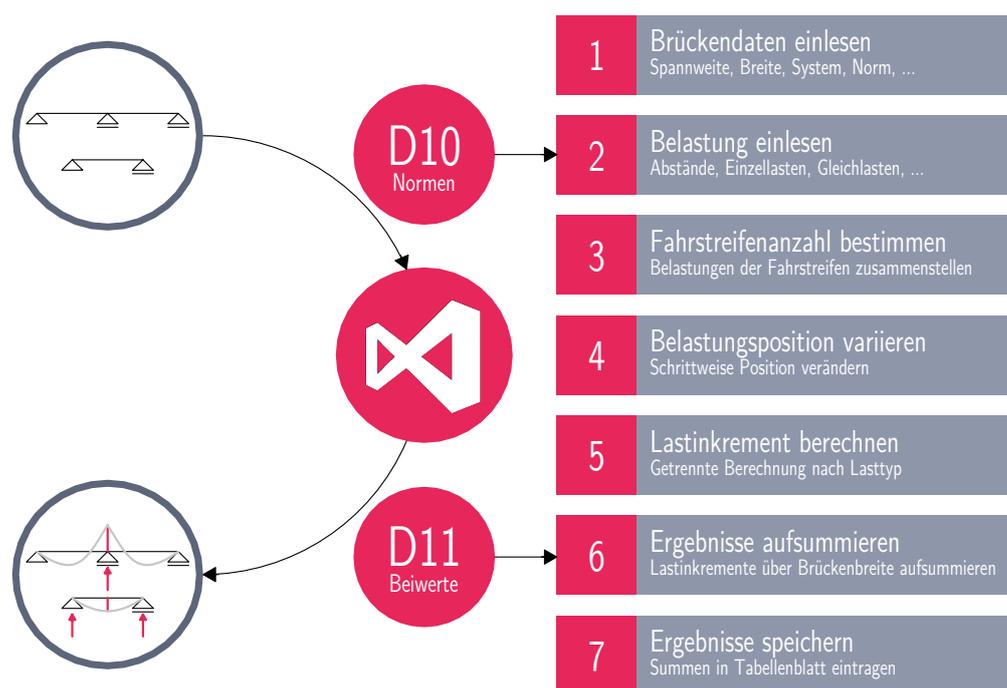


Abb. 3.16: VBA erhält Rohdaten und gibt in sieben Schritten Berechnungsergebnisse zurück

### 3.9 Vergleichsnorm

Schaltzentrale für die Bestimmung der Brückenauflage ist die Basis 10. Sie erfüllt gleich mehrere Aufgaben. B10 wird immer dann aktiv, wenn am User Interface die Berechnung der Vergleichsnorm gestartet wird. Wie die B11 übernimmt B10 die Brücken aus Basis 1; aber nur jene die auf der Routen liegen. Die Brückendaten werden mit der Objekt-ID aus D1, D2 und D8 geholt.

Aus den Brückendaten berechnet das VBA nun die charakteristischen Werte der Auswirkungen des Sondertransports; dies geschieht für jede der 9 Auflagen. Pro Brücke sind maximal 36 Einzelwerte vorhanden (9 Auflagen zu je 4 Schnittgrößen:  $M_{E,max,Einfeld}$ ,  $V_{E,max,Einfeld}$  und falls erforderlich  $M_{E,min,Zweifeld}$ ,  $B_{E,max,Zweifeld}$ ). Gespeichert werden diese in B10. Ein Vergleich mit den charakteristischen Werten des Widerstands aus der Basis 11 führt zu den Auflagen.

Die charakteristischen Werte des Widerstands werden mit einem globalen Sicherheitsfaktor abgemindert, um Berechnungsungenauigkeiten oder andere Fehlerquellen zu berücksichtigen. Änderungsmöglichkeiten werden in Kapitel 4.4.2.4 (Globale Sicherheitsfaktoren) beschrieben. Die Standardeinstellungen sind:  $\gamma_{glob} = 0,95$  für Auflagen 1.01 bis 1.13 und  $\gamma_{glob} = 0,90$  für Auflagen 1.21 bis 1.23. In *Sotra UI 2016* kommt die Formel 3.1 zur Anwendung:

$$\frac{E_k}{R_k \cdot \gamma_{glob}} \leq 1,0 \quad (3.1)$$

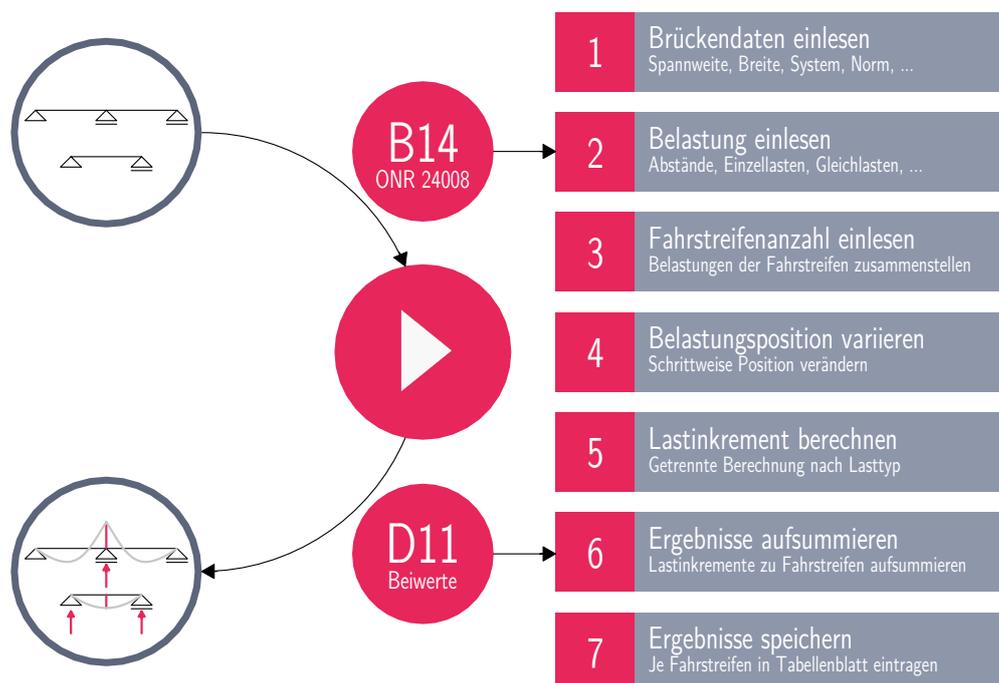


**Tab. 3.10:** Die geringste Auflage mit einer Ausnutzung unter 100 % wird gespeichert

Bezeichnung		Lastnorm		1.01	1.02
		$R_k$	$R_d$	$E_{k,1.01}$	$E_{k,1.02}$
$M_{max,Einfeld}$	in [kNm]	2190,51	2080,98	2005,24	1877,86
$V_{max,Einfeld}$	in [kN]	880,73	836,70	805,84	755,78
$M_{min,Zweifeld}$	in [kNm]	-1362,58	-1294,45	-1326,01	-1237,26
$V_{max,Zweifeld}$	in [kN]	1240,00	1178,00	1158,14	1090,58
<b>Ausnutzung</b>	in [%]			<b>102 %</b>	<b>96 %</b>

passiert hingegen Entscheidendes: Es wird die Anzahl der markierten Fahrstreifen eingelesen. Der Unterschied zur Lastnorm wird deutlich, wenn wir deren Vorgehensweise ins Gedächtnis rufen:

Jeder Belastungsstreifen hat eine von der Lastnorm vorgegebene Breite. Nebeneinander werden so viele Belastungsstreifen angeordnet bis kein weiterer mehr Platz findet; übrig bleibt der Reststreifen. Ein Beispiel: Die Lastnorm ÖN B 4002 (1970) sieht Belastungsstreifen mit 2,5 m vor. Auf eine 5,25 m breite Brücken passen 2 volle Belastungsstreifen ( $2,5 \text{ m} \cdot 2 = 5,0 \text{ m}$ ); übrig bleibt ein Reststreifen mit 0,25 m.

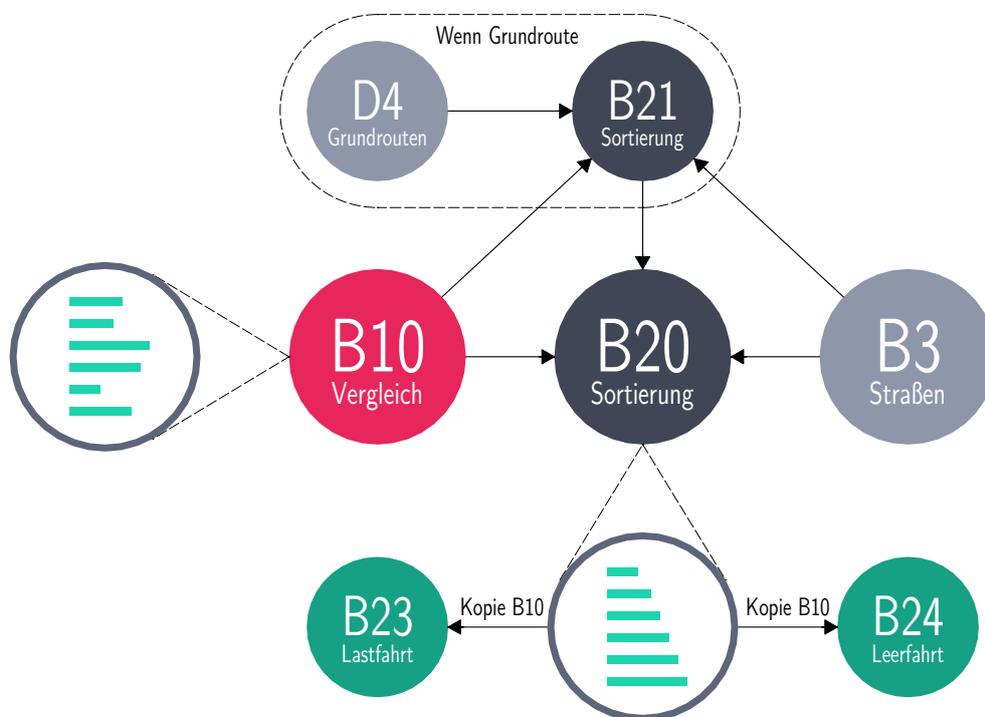
**Abb. 3.18:** VBA erhält Rohdaten und gibt Berechnungsergebnisse zurück. Sieben Schritte sind notwendig

Die ONR geht anders vor: Nur auf markierten Fahrstreifen wird eine Belastung angeordnet. Eine 5,4 m breite Brücke fasst maximal einen markierten Fahrstreifen, denn die Mindestbreite lt. RVS

eines Fahrstreifens ist 2,75 m bei L-Straßen bzw. 3,00 m bei B-Straßen. Wie die rechnerischen Brückenbreite und die Anzahl der markierten Fahrstreifen bestimmt wird, zeigt der Exkurs in Kapitel 4.4.2.5 (Mindest-Fahrstreifenbreite) auf Seite 166.

### 3.10 Sortieren

Die Berechnung der Vergleichsnorm und der darauf folgende Vergleich mit der Lastnorm ergibt die Auflagen und Auslastungen der Brückentragwerke. Für eine systematische und einfache Auswertung reicht Basis 10 nicht aus. Dazu sind die Brücken zu chaotisch angeordnet und zu viele Informationen zum Tragwerk vorhanden. Für die Sortierung sollen die Brücken aus Basis 10 den Routenabschnitten aus Basis 3 zugeordnet werden. Innerhalb eines Abschnittes werden die Tragwerke aufsteigend nach Kilometrierung angeordnet.



**Abb. 3.19:** Basis 20 sortiert die aus Basis 10 zur Verfügung gestellten Daten nach dem Schema aus Basis 3

Eine Aufbereitung für den Endnutzer ist erforderlich. In Abbildung 3.19 sehen wir, dass B10 sowohl B21 als auch B20 mit Informationen versorgt. Der Pfad in Richtung Basis 21 wird lediglich begangen, wenn in Basis 3 die Grundroute ausgelöst wurde. Diese Option soll vor allem der Rechenzeitoptimierung dienen. Basis 21 erhält die Routeninformationen aus Daten 4 aufbereitet im bereits bekannten Format: von Kilometer - Straße - bis Kilometer. Ein Beispiel für den Aufbau einer Grundroute wurde in Tabelle 3.4 auf Seite 111 gegeben. Basis 21 sortiert die Brücken der Grundroute und gibt die daraus gewonnen Erkenntnisse an Basis 20 weiter. Diese widmet sich der Sortierung der Werte aus Basis 3 und fügt danach die Ergebnisse aus Basis 21 ein. Der Vorgang der Sortierung läuft bei B21 und B20 sehr ähnlich ab (Abweichungen sind zwar

vorhanden, jedoch für das Verständnis des Programmes unerheblich). Deshalb wird beispielhaft an einer frei erfundenen Route dieses Konzept erläutert:

Tabelle 3.11 gibt einen Einblick in den ersten Schritt der Sortierung. In den Spalten **kmAnf**, **Straße** und **kmEnd** werden die Routeninformationen eingetragen. Die Spalte **AnzBru** errechnet die Anzahl der Brücken im Routenabschnitt. In unserem Beispiel liegen 4 Brücken auf der B1 zwischen Kilometer 16,44 und 167,17. Mit Tabelle 3.11 lässt sich Tabelle 3.12 erschaffen, in der die Brücken aufsteigend nach Kilometer sortiert werden. In Zeile 1 erscheint der Text 16,44 B1 167,17. Von Zeile 2 bis 5 werden die Brücken dieses Abschnittes angeführt. Die nächste freie Zeile ist 6 – dies ergibt sich aus der Summe der Spalten **AnzBru** und **Zeile** des darüber liegenden Abschnittes plus 1  $\rightarrow 4 + 0 + 1 = 5$ ; hier wird der Abschnitt 56,37 B2 115,45 eingetragen. Das Schema setzt sich bis zum letzten Routeneintrag fort ( $3 + 6 + 1 = 10$ ).

**Tab. 3.11:** Schema der Zuordnung von Brücken zu einem Routenabschnitt und Ermittlung der Zeilenzahl des jeweiligen Abschnittes

<b>kmAnf</b>	<b>Straße</b>	<b>kmEnd</b>	<b>AnzBru</b>	<b>Zeile</b>
16,44	B1	167,17	4	1
56,37	B2	115,45	3	6
0,00	B3	67,53	6	10
...	...	...	...	...

**Tab. 3.12:** Sortieren von Brücken innerhalb der Routenabschnitte aufsteigend nach Kilometrierung

	<b>kmAnf</b>	<b>Straße</b>	<b>kmEnd</b>	<b>Anz</b>	<b>ZeilB10</b>	<b>km</b>	<b>kmSort</b>	<b>ZeilB10Sort</b>
1	16,44	B1	167,17					
2				1	2	140,32	28,12	12
3				2	12	28,12	110,96	37
4				3	37	110,96	140,32	2
5				4	42	161,73	161,73	42
6	56,37	B2	115,45					
7				1	17	57,81	57,81	17
8				2	32	110,48	97,30	47
9				3	47	97,30	110,48	32
10	0,00	B3	67,53					
11				1	7	3,42	0,32	57
12				2	22	35,21	3,42	7
13				3	27	17,70	10,12	62
14				4	52	66,40	17,70	27
15				5	57	0,32	35,21	22
16				6	62	10,12	66,40	52

In **Anzahl** werden die Brücken abschnittsweise fortlaufend nummeriert. In **ZeilB10** werden die Zeilenzahlen der Brücken in Basis 10 bestimmt – also in welcher Zeile die Brücke in Basis 10 steht. Diese Zeilenzahl dient als eindeutige Identifikation der Brücke. Damit wird in Spalte **km**

die Kilometrierung der Brücke eingetragen. Spalte kmSort sortiert die Brücken aufsteigend nach Kilometer.

Das Ergebnis der Basis 20 findet sich in Spalte ZeilB10Sort. Hier ist die Reihenfolge der Brücken mit der eindeutigen Identifikation (der Zeilennummer in B10) angegeben. Kombiniert mit den Daten aus kmAnf, Straße und kmEnd bildet die B20 die Grundlage für die Darstellung der Route im User Interface.

Last- und Leerfahrt werden jeweils getrennt berechnet. Deshalb wird Basis 20 abhängig von der Auswahl der Routenart (Last- bzw. Leerfahrt) entweder in Basis 23 (Lastfahrt) oder in Basis 24 (Leerfahrt) kopiert. Nachfolgende Tabellenblätter greifen somit nicht mehr auf Basis 20 zu, sondern auf eine der beiden Kopien (B23 oder B24).

### 3.11 Abfertigen

Die Ergebnisse wurden berechnet und am Focus kontrolliert. Es folgt die Zusammenstellung der Informationen für den Bescheid. Dazu gibt es in den Einstellungen zwei Möglichkeiten. Einerseits die Sortierung der Brücken nach Auflagen, andererseits die Sortierung nach Abschnitten und Straßen. Das Aufbereiten der Daten übernimmt in beiden Fällen Basis 22. Diese versucht die Diversität an Auflagen in den meisten Fällen zu reduzieren. Das bietet die Chance, die Übersichtlichkeit des Bescheides für den Frächter zu erhöhen.

Was macht Basis 22? Auch in diesem Schritt sind die zu behandelnden Daten abhängig von der Auswahl der Last- bzw. Leerfahrt. Abbildung 3.20 hilft die jeweils zugeordneten Tabellenblätter nochmals in Erinnerung zu rufen. Für die Lastfahrt werden Basis 12 (die Kopie der Basis 10) und Basis 23 (Kopie der Basis 20) benötigt; für die Leerfahrt Basis 13 wie auch Basis 24. Die exakte Vorgehensweise von Basis 22 wird in Kapitel 4.4.3 auf Seite 169 erklärt. Vorstellen kann man sich den Prozess aber auch mit dem *Gleichnis der Töpfe*:

Wir haben einen großen Topf, der alle Brücken beinhaltet, die berechnet wurden. Wir teilen diesen auf 11 kleine Töpfe auf. Sie stehen für die 11 möglichen Auflagen – von 1.01 bis 1.30. Nun legt man eine definierte Anzahl an mittleren Töpfen fest: minimal einen, maximal fünf; in diesem Fall drei. Im nächsten Schritt füllen wir die kleinen der Reihe nach in den ersten mittleren Topf. 1.01, 1.02, 1.03 – der erste mittlere Topf ist voll. Wir übertragen den Namen des letzten kleinen Topfes auf den vollen mittleren: 1.03. Alle Brücken in diesem Topf haben nun die Auflage 1.03. Wir wiederholen den Vorgang mit dem zweiten mittleren Topf. 1.04, 1.11, 1.12 – der zweite ist gut gefüllt, bezeichnet mit 1.12. Die restlichen kleinen Töpfe werden in den letzten mittleren mit den Auflagen 1.13, 1.21, 1.22 gefüllt. Der letzte Topf ist geleert. Die strengste Auflage gibt dem letzten mittleren Topf den Namen und wird daher mit 1.22 bezeichnet. Es bleiben also lediglich drei verschiedene Auflagen übrig die ausgegeben werden.

Abbildung 4.62 und Abbildung 4.63 auf Seite 173 zeigt zwei Beispiele eines Abfertigungstextes. Hier sieht man auch die Struktur des Bescheidtextes. Zuerst werden allgemeine Auflagen erteilt. Danach kommen getrennt für Last- und Leerfahrt die Auflagen. Am Ende werden noch Hinweise zu Verkehrsbehinderungen erteilt. Im selben Kapitel werden auch die verschiedenen Einstellungsmöglichkeiten erörtert.

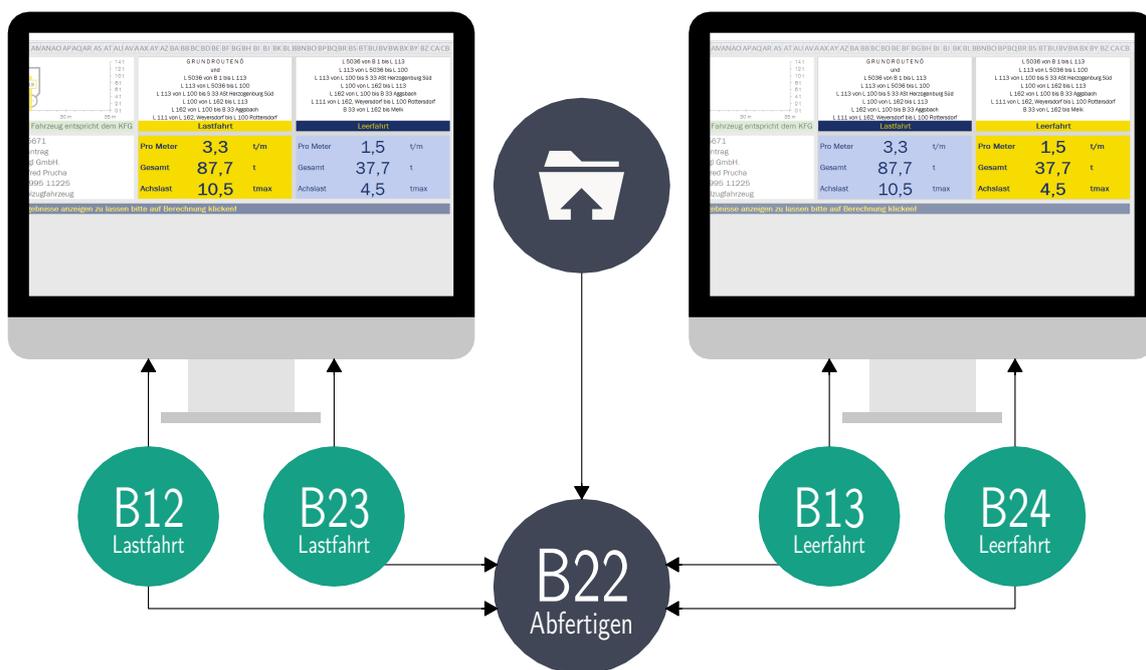


Abb. 3.20: Basis 20 sortiert die aus Basis 10 zur Verfügung gestellten Daten nach dem Schema aus Basis 3

### 3.12 User Interface

Am Ende wie am Anfang steht das User Interface (siehe Abbildung 3.2). Es dient dem Einlesen von Daten und dem Anzeigen von Ergebnissen – entspricht also Tabellenblatt Focus (Kapitel 3.2.1). Im Kapitel 4.2.1 auf Seite 141 wurde vollständig auf die Bedienung des UI eingegangen.

33 Tabellenblätter bedeuten für Excel einen hohen Verwaltungsaufwand; jedoch wird das Programm damit nicht alleine gelassen. Beim Programmstart deaktiviert sich die automatische Berechnung. Im Hintergrund des User Interfaces laufen verschiedene VBA-Skripte, die eine genaue Abfolge der Berechnung aller Tabellenblätter vorgegeben. Ein Klick auf eine Schaltfläche im STEUERFELD und das passende Skript startet. Excel muss sich nicht mehr selbst den Weg durch die Datenflut bahnen – eine enorme Rechenzeiteinsparung.

Braucht die Arbeitsmappe lange, um geöffnet zu werden, oder das Ändern von Funktionen ist mühsam, so kommt der nächste Trick zur Anwendung – ForcedFullCalculation. Microsoft Excel versucht bei jeder Berechnung die chronologische Abfolge der Formeln zu verbessern. Damit soll in weiterer Folge Rechenzeit eingespart werden. 33 Tabellenblätter überfordern diesen Algorithmus – das sture Berechnen ohne Optimierung kostet weniger Zeit. Mit dem Shortcut **Strg** + **F11** öffnet sich der VBA-Editor. Mit **F4** gelangt man zu den Einstellungen. Durch das Setzen von »true« neben ForcedFullCalculation wird die Funktion aktiviert.



# Kapitel 4

## Benutzerhandbuch

Mit diesem Benutzerhandbuch werden Sie zum Kenner des *Sotra UI 2016* und erfahren wichtige Hintergründe. Vom Programmstart bis zu den Einstellungen werden viele offene Fragen geklärt. Das Benutzerhandbuch führt Sie anhand eines Beispiels durch die Programmoberfläche, Schritt für Schritt.

*Sotra UI 2016* ermöglicht die qualitative Bewertung der Tragfähigkeit von Bestandsbrücken. Die Belastung durch Sondertransporte wird mit dem bisherigen Verkehr verglichen. Aus dem SOTRA Gesamterlass des BMVIT wird damit eine Standard-Brückenaufgabe gewählt. Auf der Webseite des BMVIT steht das Dokument zum Download bereit [1].

### 4.1 Programmstart

*Sotra UI 2016* ist nur mit Microsoft Office kompatibel. Die Versionen 2010 und 2016 sind getestet. Dazu muss Microsoft Excel auf dem Computer installiert sein. Gestartet wird *Sotra UI 2016* mit einem Doppelklick auf das Programmsymbol oder direkt aus Excel über die Menüleiste DATEI → ÖFFNEN.

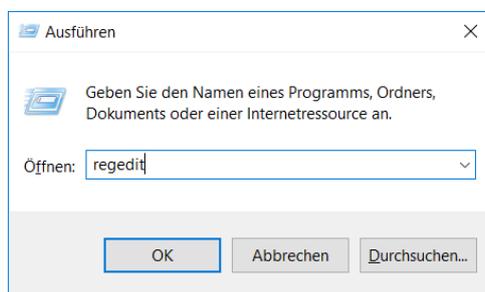
Beim Öffnen von *Sotra UI 2016* wird die Berechnungsoption von »automatisch« auf »manuell« gesetzt. Dies ist für sehr große Excel-Dateien notwendig, da sonst die Bearbeitungsgeschwindigkeit stark leidet. Sollte nun ein anderes Exceldokument geöffnet sein, kann dies zu Problemen führen. Um das zu vermeiden, sollte *Sotra UI 2016* immer in einem eigenen Fenster geöffnet werden.

**TIPP:** *Sotra UI 2016* immer in einem eigenen Fenster öffnen oder dauerhaft eine eigene Instanz erzwingen; beim Öffnen mit Doppelklick.

#### 4.1.0.1 Eigene Instanz erzwingen

Mit einem Eingriff in die Windows Registrierungsdatenbank (getestet auf Windows 7 und 10) lässt sich eine eigene Instanz für XLSB-Dateien erzwingen. Genauere Informationen zu diesem Dateiformat finden sich in Kapitel 4.1.1. Mit einem Doppelklick auf das *Sotra UI 2016* Programmsymbol wird eine neue Instanz von Microsoft Excel gestartet – wenn die folgenden Schritte durchgeführt werden:

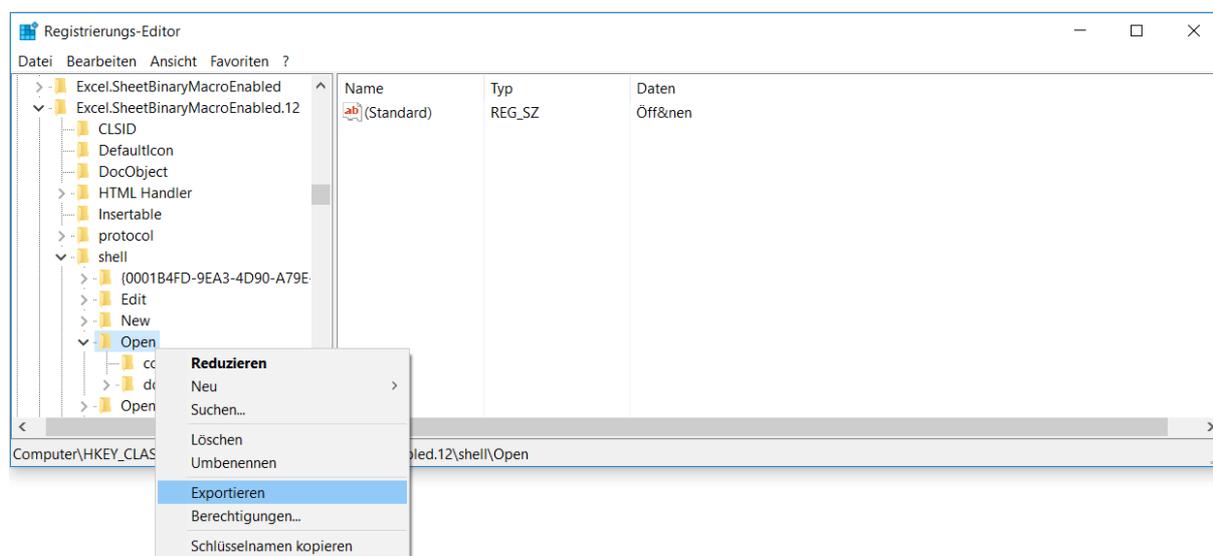
**Schritt 1:** Mit Shortcut **Win** + **R** Ausführen öffnen und dort `regedit` eintippen (Abbildung 4.1). Es öffnet sich die Registrierungsdatenbank.



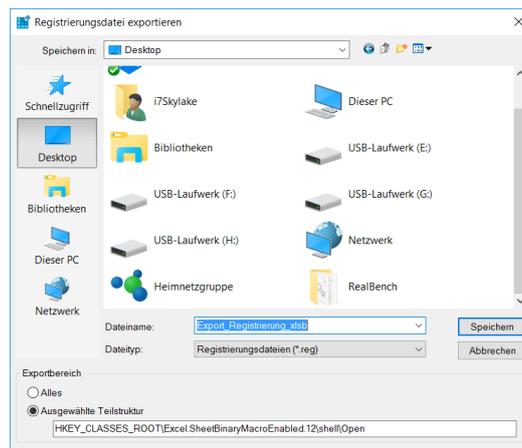
**Abb. 4.1:** In Ausführen `regedit` eintippen und mit »OK« bestätigen. Eventuell wird gefragt, ob Registrierungsdatenbank geöffnet werden soll; mit »Ja« beantworten

**Schritt 2:** Zu folgendem Schlüssel navigieren und mit RECHTSKLICK → EXPORTIEREN eine Sicherung des Registrierungsschlüssels (Abbildungen 4.2 und 4.3) anlegen:

`HKEY_CLASSES_ROOT\Excel.SheetBinaryMacroEnabled.12\shell\Open`



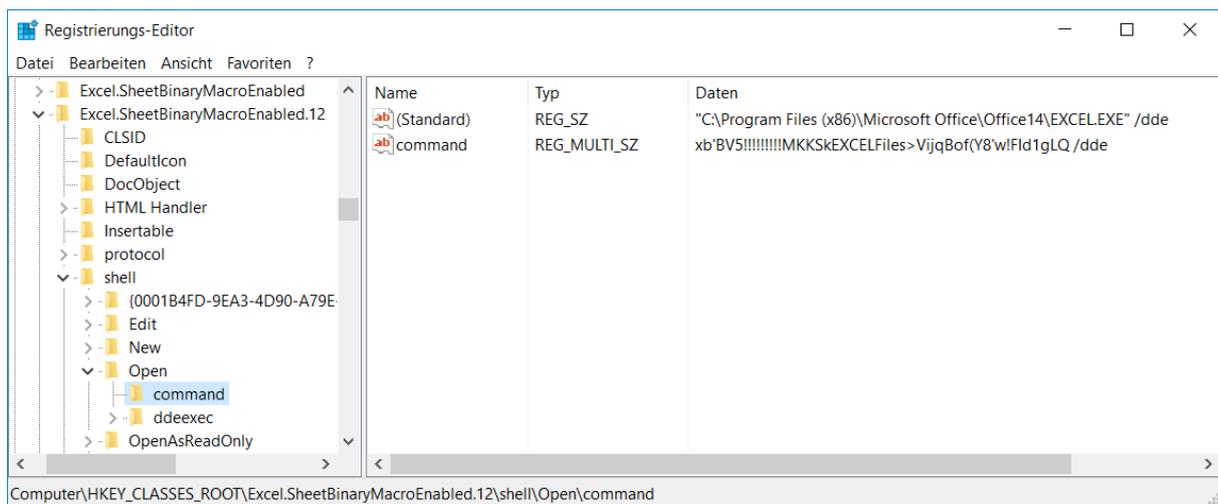
**Abb. 4.2:** Per Rechtsklick auf den Pfad, kann mit Exportieren eine Sicherung der Einstellungen vorgenommen werden



**Abb. 4.3:** In einem neuen Fenster kann der Sicherungspfad angegeben werden

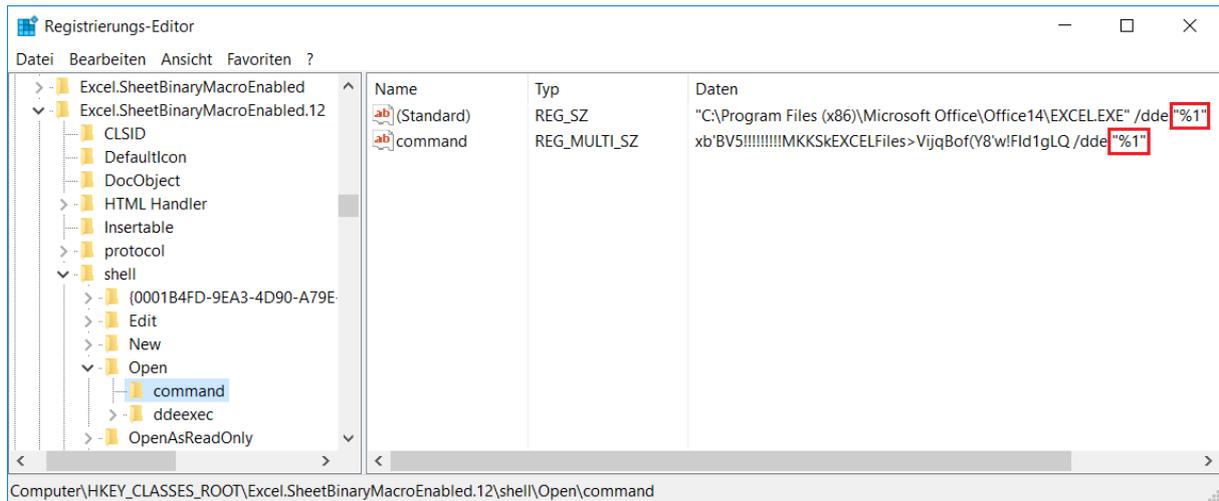
**Schritt 3:** Zu folgendem Schlüssel navigieren (Abbildung 4.4):

HKEY\_CLASSES\_ROOT\Excel.SheetBinaryMacroEnabled.12\shell\Open\command



**Abb. 4.4:** Einstellungen vor der Änderung im Schritt 4

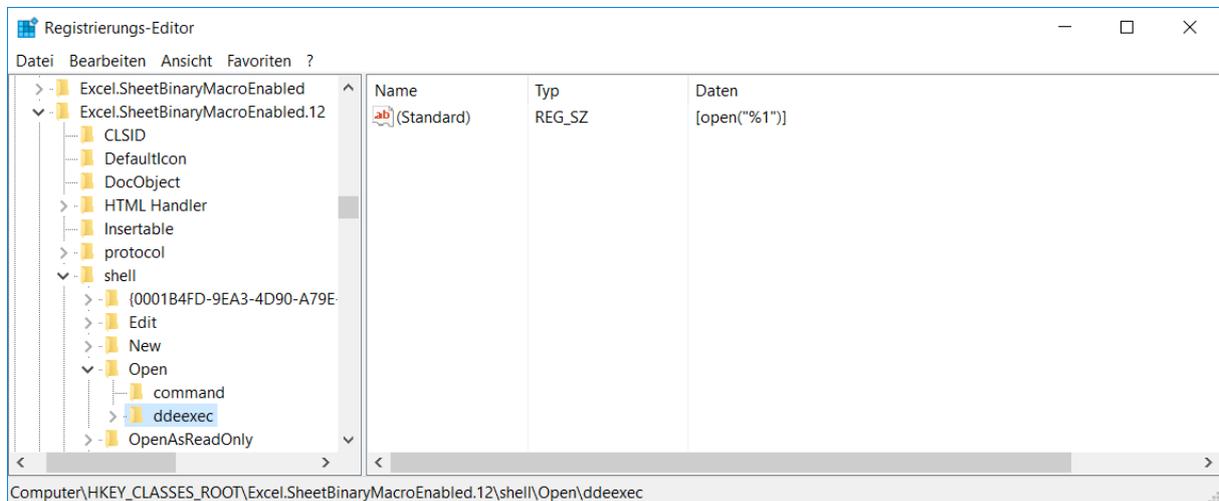
**Schritt 4:** Die beiden Einträge (Standard) und command mit "%1" erweitern. Zwischen der Endung /dde und "%1" muss sich ein Leerzeichen befinden. In Abbildung 4.5 sieht man die Einträge nach der Änderung.



**Abb. 4.5:** Einstellungen nach der Änderung im Schritt 4

**Schritt 5:** Zum nächsten Schlüssel `ddeexec` navigieren (Abbildung 4.6) und diesen mit RECHTSKLIICK → LÖSCHEN aus der Registrierungsdatenbank entfernen (Abbildung 4.7). Die Löschanfrage (Abbildung 4.8) mit »Ja« bestätigen.

HKEY\_CLASSES\_ROOT\Excel.SheetBinaryMacroEnabled.12\shell\Open\ddeexec



**Abb. 4.6:** Der Schlüssel `ddeexec` befindet sich meist unterhalb von `command`

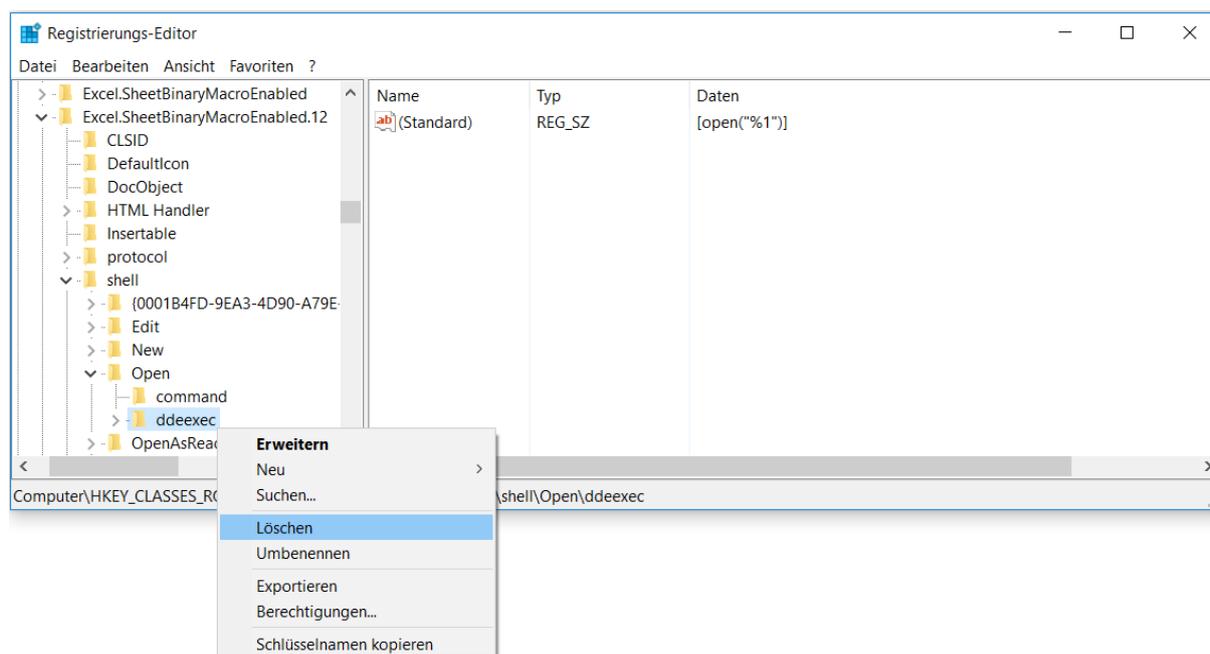


Abb. 4.7: Mit RECHTSKLICK → LÖSCHEN den Schlüssel aus der Registrierung entfernen

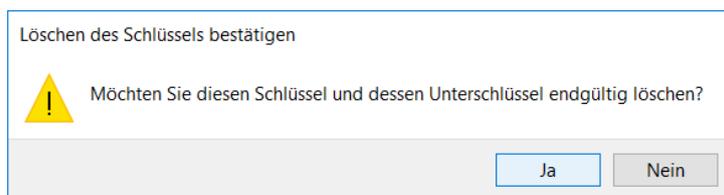


Abb. 4.8: Löschen des Schlüssels mit »Ja« bestätigen

Danach sollte beim Öffnen von *Sotra UI 2016* über das Programmsymbol eine neue Instanz von Microsoft Excel geöffnet werden. Treten Probleme auf, können mit einem Doppelklick auf die Sicherungsdatei aus Schritt 2 alle Einstellungen rückgängig gemacht werden.

**TIPP:** Nur beim Dateityps XSLB wird eine neue Instanz geöffnet. Öffnen Sie ein XSLB und danach einen anderen Excel-Dateityp, erscheint keine neue Instanz. Ist dies gewünscht, muss der Vorgang Schritt 1 bis 5 für andere Dateitypen in analoger Weise wiederholt werden.

#### 4.1.1 Dateiformat

Das bei *Sotra UI 2016* angewendete Dateiformat unterscheidet sich geringfügig vom Excel Standardformat XLSM. Mit Microsoft Office 2007 (interne Versionsnummer 12) wurde das Format XLSB eingeführt. Es eignet sich besonders für sehr große Excel-Anwendungen und ist gezielt auf Leistungsfähigkeit optimiert. Deutlich geringere Öffnungszeiten (⊕⊕) und eine kleinere Dateigröße (⊕) stehen den schlechteren Verschlüsselungsmöglichkeiten (⊖) gegenüber.

**Tab. 4.1:** Excel-Dateiformate mit VBA Unterstützung lt. Microsoft Office Support

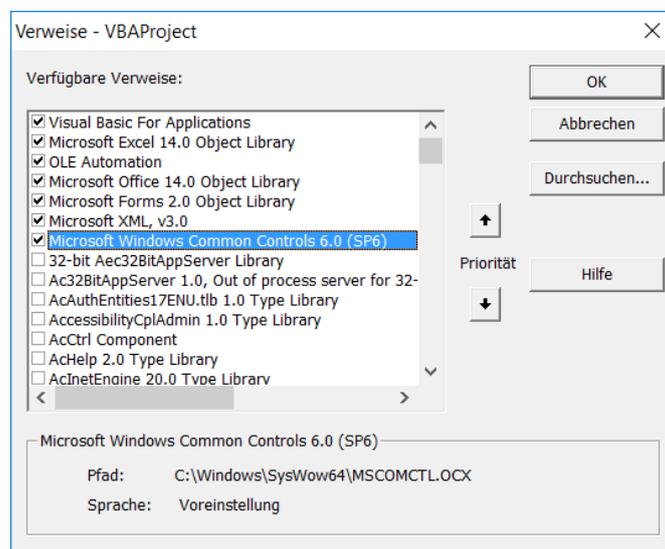
Format	Erweiterung	Beschreibung
Excel-Arbeitsmappe	XLSM	Das XML-basierte und makrofähige Dateiformat für Excel 2007-2013. Es speichert VBA-Makrocode- oder Excel 4.0-Makrovorlagen (XLM).
Excel-Binärarbeitsmappe	XLSB	Das Binärdateiformat (BIFF12) ab Excel 2007

Die Dateigröße wird um fast 56 % reduziert, von 29,9 MB auf 13,2 MB. Besonders beeindruckend ist jedoch die Zeiteinsparung beim Öffnen einer XLSB – ein Minus von 87 % auf einem unserer Testrechner. Für Projekte dieses Umfangs führt an diesem Dateiformat kein Weg vorbei.

**TIPP:** XLSB ist ein effizientes Dateiformat das nur mit Microsoft Excel kompatibel ist.

#### 4.1.2 Verweise VBA Project

Werden in Excel **Alt** + **F11** gedrückt, erreicht man Microsoft Visual Basis for Applications. Um eine störungsfreie Anwendung von *Sotra UI 2016* zu gewährleisten, sind beim ersten Programmstart die Verweise des VBA Projects zu prüfen (Abbildung 4.9). Unter EXTRAS → VERWEISE müssen folgende aktiviert sein (oder neuere):

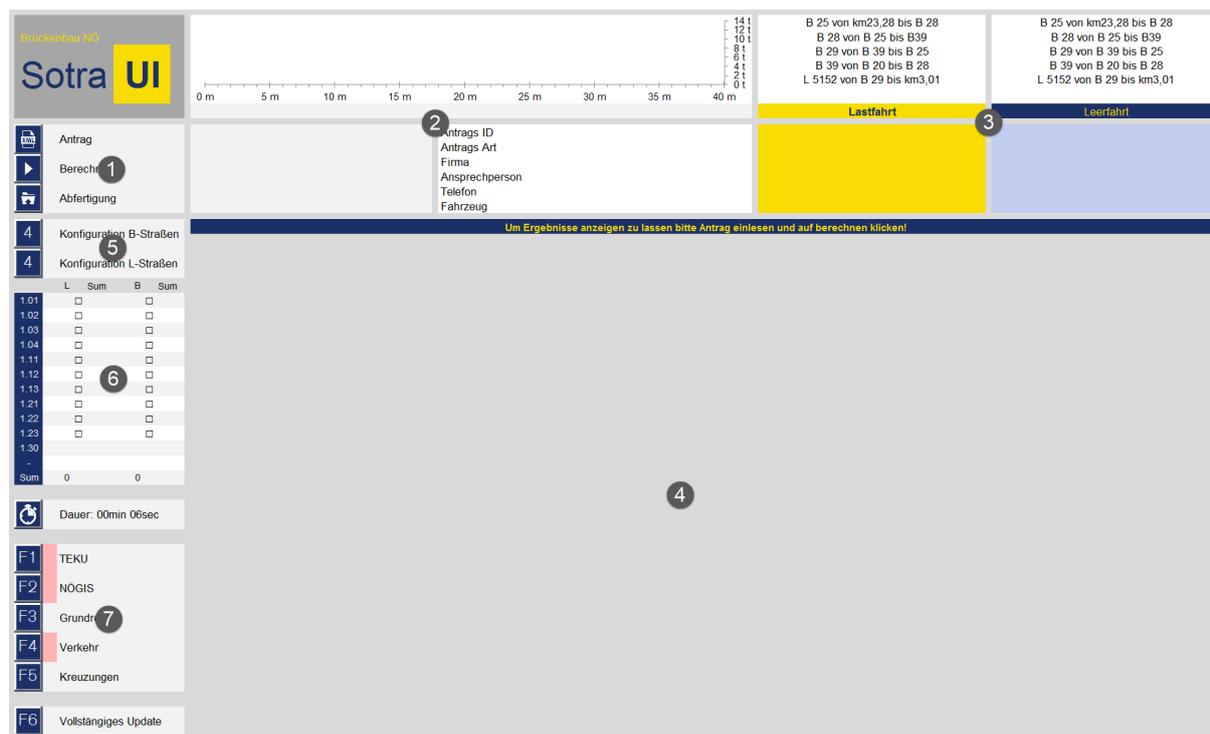


**Abb. 4.9:** Sind alle nötigen Verweise aktiv, steht dem Genuss mit *Sotra UI 2016* zu arbeiten, nichts im Wege – außer ein langsamer Rechner

**TIPP:** Ohne diese Verweise kann keine volle Funktionsfähigkeit sicher gestellt werden.

## 4.2 Programmoberfläche

Das User Interface – Schaltzentrale von *Sotra UI 2016* ; das Bindeglied zwischen Mensch und Maschine. Alle wesentlichen Funktionen werden über dieses Blatt gesteuert. Unterteilt ist es in die Bereiche Steuerfeld, Informationsfelder, Routenfelder, Ergebnisfeld, Konfigurationsfeld, Abfertigungsfeld und Datenfeld. Einen ersten Überblick bekommen Sie in Abbildung 4.10.



**Abb. 4.10:** Programmoberfläche bei Start von *Sotra UI 2016* mit den Bereichen Steuerfeld ❶, Informationsfelder ❷, Routenfelder ❸, Ergebnisfeld ❹, Konfigurationsfeld ❺, Abfertigungsfeld ❻ und Datenfeld ❼

### 4.2.1 Programmablauf

In wenigen Schritten gelangen Sie ans Ziel. Mit einem Doppelklick öffnen Sie *Sotra UI 2016*. Die Programmoberfläche entspricht nun Abbildung 4.10. Die Bearbeitung eines Antrages teilt sich in acht Schritte auf.

**TIPP:** Stellen Sie die Standardpfade korrekt ein, um sich die Auswahl des Pfades zu (er)sparen.

**Schritt 1:** Zuerst wird der Antrag eingelesen. Dazu betätigen Sie die Schaltfläche »Antrag«. Dies ist der erste Eintrag im Bereich STEUERFELD, zu sehen in Abbildung 4.11. Es öffnet sich ein Fenster. Sie navigieren in der Ordnerstruktur zur gewünschten Datei, wählen diese aus und bestätigen mit »OK« (Abbildung 4.12).



Abb. 4.11: Das Steuerfeld mit den Schaltflächen »Antrag«, »Berechnung« und »Abfertigung«

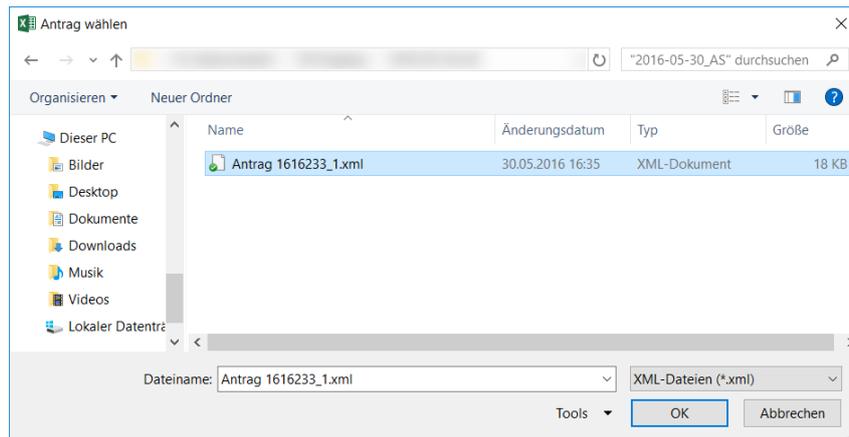


Abb. 4.12: Wählen Sie den Antrag in Ihrer Ordnerstruktur

**Schritt 2:** Nach dem Einlesen aktualisieren sich die Informationsfelder. Diese dienen zur Kontrolle der vom Antragsteller eingegebenen Daten. Abbildung 4.13 zeigt den Informationsstand im Schritt 2.

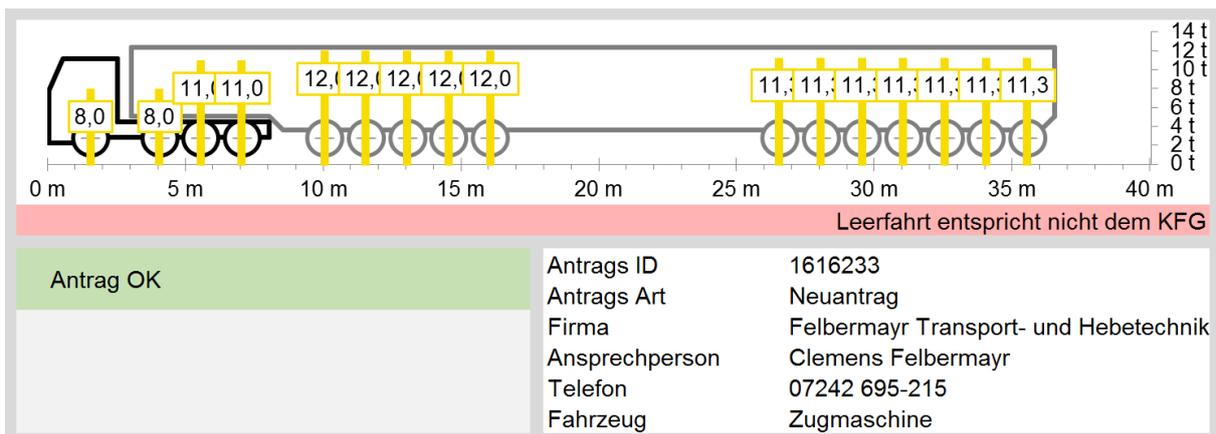


Abb. 4.13: Informationsfelder nach dem Einlesen des Antrages

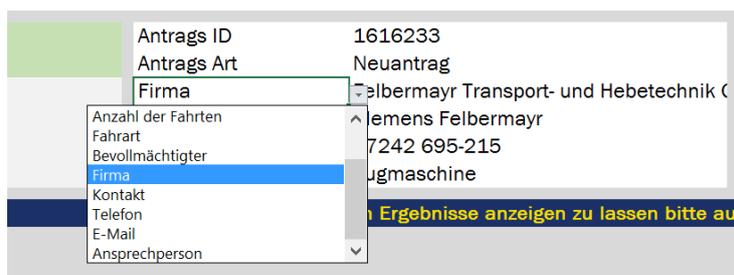
Die erste Überprüfung gilt dem Transportfahrzeug und erfolgt im obersten Feld in Abbildung 4.13. Geometrie und Achslasten des Sondertransportes werden dargestellt – Fehler ebenfalls. Die Beschaffenheit des Transporters im unbeladenen Zustand kann es notwendig machen, die Leerfahrt

zu berechnen. Das Feld unter der Darstellung des Sondertransportes überprüft ebendies. Als Ergebnis sind möglich:

- **Leerfahrt entspricht nicht dem KFG** → die Leerfahrt muss berechnet werden
- **Leerfahrt entspricht dem KFG** → die Leerfahrt muss nicht berechnet werden

Im Beispiel ist neben der Lastfahrt auch die Leerfahrt zu bearbeiten.

Die Darstellung von Fehlermeldungen zum Antrag erfolgt in Abbildung 4.13 links unten. Informationen zu den Bedeutungen einer Fehlermeldungen finden Sie in Kapitel 4.4.6. Wurde bei der Eingabe kein Fehler gemacht, erscheint in der Anzeige **Antrag OK**. Allgemeine Informationen über den Antragsteller entnehmen Sie dem Feld im rechten unteren Bereich von Abbildung 4.13. Die angezeigten Informationen können durch Dropdown-Menüs verändert werden (siehe Abbildung 4.14). Folgende Typen können ausgewählt werden: Antrags ID, Antrags Art, Vorantragsnummer, Anzahl der Fahrten, Fahrart, Bevollmächtigter, Firma, Kontakt, Telefon, Email und Ansprechperson.



**Abb. 4.14:** Per Dropdown-Menü wird der Typ einer angezeigten Informationen verändert

**Schritt 3:** Einzelheiten zum Transportfahrzeug sind nun bekannt. Unbekannt ist *Sotra UI 2016* die gewählte Route. Deren Eingabe erfolgt in den ROUTENFELDERN. Davon gibt es zwei; eines ist zuständig für die Lastfahrt, das andere für die Leerfahrt. Wir widmen uns zuerst der Lastfahrt. Kopieren Sie die Route aus dem Onlineportal von Sotra und führen einen Doppelklick auf das linke Routenfeld aus. Danach fügen Sie hier die Route ein und bestätigen mit **Enter**. In Abbildung 4.15 ist das Routenfeld der Lastfahrt gelb hinterlegt. Bei einem Klick auf »Leerfahrt« wechselt die Formatierung der beiden Routenfelder. Damit sehen Sie, welche Routenart gerade bearbeitet wird; jene mit gelber Hinterlegung. Mehr dazu in **Schritt 7**. Lassen Sie die »Lastfahrt« ausgewählt und wechseln zum nächsten Schritt.

**Schritt 4:** Klicken Sie auf »Berechnung«, es sind ausreichend Informationen vorhanden. Die Schaltfläche mit dem Play-Symbol ist der zweite Eintrag im STEUERFELD ❶ (Abbildung 4.10). Eine Statusleiste gibt Auskunft über den Fortschritt der Berechnung (Abbildung 4.16). *Sotra UI 2016* sollte nun während des Berechnungsvorganges nicht gestört werden. Wird die Ruhe unterbrochen – zum Beispiel durch Klicken oder Eingaben im User Interface – kann dies zu fehlerhaften Ergebnissen führen.

B 25 von km23,28 bis B 28 B 28 von B 25 bis B 39 B 29 von B 39 bis B 25 B 39 von B 20 bis B 28 L 5152 von B 29 bis km3,01	B 25 von km23,28 bis B 28 B 28 von B 25 bis B 39 B 29 von B 39 bis B 25 B 39 von B 20 bis B 28 L 5152 von B 29 bis km3,01
<b>Lastfahrt</b>	<b>Leerfahrt</b>
Pro Meter <b>5,2</b> t/m	Pro Meter <b>2,1</b> t/m
Gesamt <b>177,0</b> t	Gesamt <b>70,0</b> t
Achslast <b>12,0</b> tmax	Achslast <b>5,0</b> tmax

Abb. 4.15: Darstellung der Routenfelder nach Einlesen des Antrages

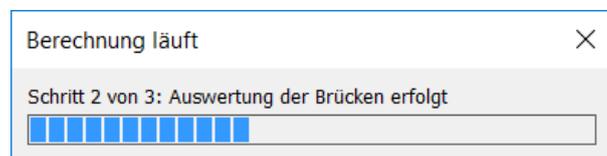


Abb. 4.16: Die Berechnung ist in drei Schritte aufgeteilt: (1) Initialisierung der Route läuft, (2) Auswertung der Brücken erfolgt und (3) Ausgabedaten werden zusammengestellt

**Schritt 5:** Die Berechnung ist abgeschlossen. Das Informationsfeld und Ergebnisfeld aktualisieren sich. Die Statusleiste wird ausgeblendet. Der Blick sollte zuerst auf das INFORMATIONSFELD gerichtet werden. Sowohl die Route als auch die Berechnung wurden von *Sotra UI 2016* kontrolliert. Kommentare dazu sind in Abbildung 4.17 zu sehen.

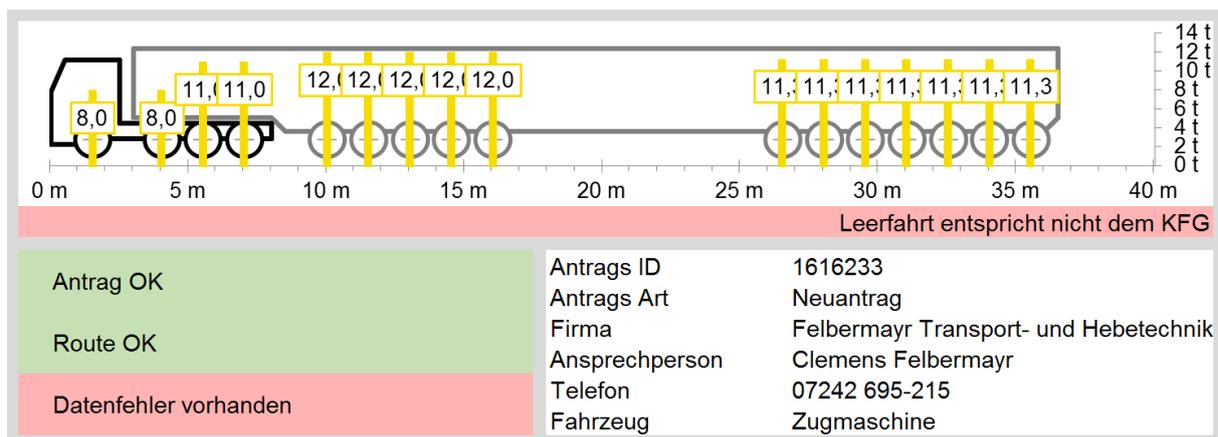


Abb. 4.17: Informationsfelder nach Berechnung

**Route OK** – sehr gut. Kreuzen sich zwei Straßen nicht oder wird ein fehlerhafter Straßenname eingegeben, erzeugt dies die Fehlermeldung: **Route nicht OK**. Die Eingrenzung des Bereiches auf der Straße kann damit nicht erfolgen. Brücken der gesamten Straße – von Kilometer 0 bis 999 – werden berechnet; es kann keine Brücke fehlen. Routenfehler werden detailliert im ERGEBNISFELD angezeigt. Im Beispiel wurden alle Verknüpfungen korrekt hergestellt.

Die unterste Kontrollzeile des Informationfeldes in Abbildung 4.17 weist uns auf einen Fehler in unserem Beispiel hin. In diesem Feld sind vier Anmerkungen möglich. Die Nachricht **Datenfehler vorhanden** legt eine fehlerhafte Eingabe der Belastungsnorm nahe. Den genauen Ablauf hinter dieser Meldung lernen Sie im Exkurs des Kapitels 4.3. Im ERGEBNISFELD finden Sie bei der betroffenen Brücke die Meldungen D06 und D07. Fatalere Auswirkungen von Datenbankfehlern werden durch **Fehler in der Berechnung** ausgewiesen. Die Berechnung mindestens einer Brücke ist dann fehlgeschlagen.

Zusätzlich sind die Bemerkungen **Berechnung OK** und **Keine Brücke auf der Route!** möglich. Bei beiden bedarf es keiner Intervention – weder durch das Programm, noch durch den Anwender. Nähere Informationen zu den Arten von Fehlercodes finden Sie im Kapitel 4.4.6.

**Schritt 6:** Nun sind die Ergebnisse da – angezeigt im ERGEBNISFELD. Straßen werden einem Abschnitt zugeordnet; Brücken einer Straße. Innerhalb einer Straße sind die Brücken aufsteigend nach Straßenkilometer sortiert, zu sehen in Abbildung 4.18.

km	Straße	km	Brücke	km	Lastnorm	B1	B2	B3	System	ESW	Lastbeschr.	Verkehrsmeldung	Auflage	Ausnutzung	Bemerkung	Abschnitt 1
23,28	B25	27,88														
			B25.22	23,95	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	22,00	-	-	1.03	97%		
			B25.23	24,25	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	32,76	-	-	1.03	97%		
			B25.24	25,87	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	54,00	-	-	1.21	76%		
			B25.25	26,36	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	22,50	-	-	1.21	81%		
			B25.26	27,02	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	47,00	-	-	1.21	86%		
			B25.27	27,76	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	46,50	-	-	1.21	89%		
<b>Abschnitt 2</b>																
0,00	B28	8,39														
			B28.01	0,04	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	21,00	-	-	1.03	94%		
			B28.02	0,64	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	5,42	-	-	1.21	73%		
			B28.03	2,98	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	8,10	-	-	1.21	79%		
			B28.04	4,46	B4002_1948	BKL1	RFZ		Einfeld	6,10	-	-	1.21	76%		
			B28.05	4,97	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	7,57	-	-	1.21	78%		
<b>Abschnitt 3</b>																
0,00	B29	41,33														
			B29.01A	0,14	B4002_1948	BKL1	RFZ		Zweifeld	25,80	-	-	1.22	98%		
			B29.01B	0,21	B4002_1948	BKL1	RFZ		Einfeld	6,80	-	-	1.21	79%		
			B29.01	8,17	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	8,00	-	-	1.21	82%		
			B29.02	13,57	B4002_1964	BKL1	RFZ		Einfeld	6,00	-	-	1.01	90%	D06	
			B29.03	14,44	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	6,15	-	-	1.21	76%		
			B29.04	18,31	B4002_1954	BKL1	RFZ		Einfeld	5,50	-	-	1.21	74%		
			B29.05	18,64	B4002_1954	BKL1	RFZ		Einfeld	9,76	-	-	1.21	92%		
			B29.06	20,27	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	4,80	-	-	1.03	99%		
			B29.07	20,49	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	16,22	-	-	1.21	98%		
			B29.08	21,11	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	13,46	-	-	1.21	94%		
			B29.09	31,76	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	15,90	-	-	1.21	82%		
			B29.10	33,49	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	14,29	-	-	1.21	76%		
			B29.11	35,77	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	13,27	-	-	1.03	100%		
			B29.12	40,84	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	22,63	-	-	1.01	99%		

**Abb. 4.18:** Ausschnitt aus dem Ergebnisfeld

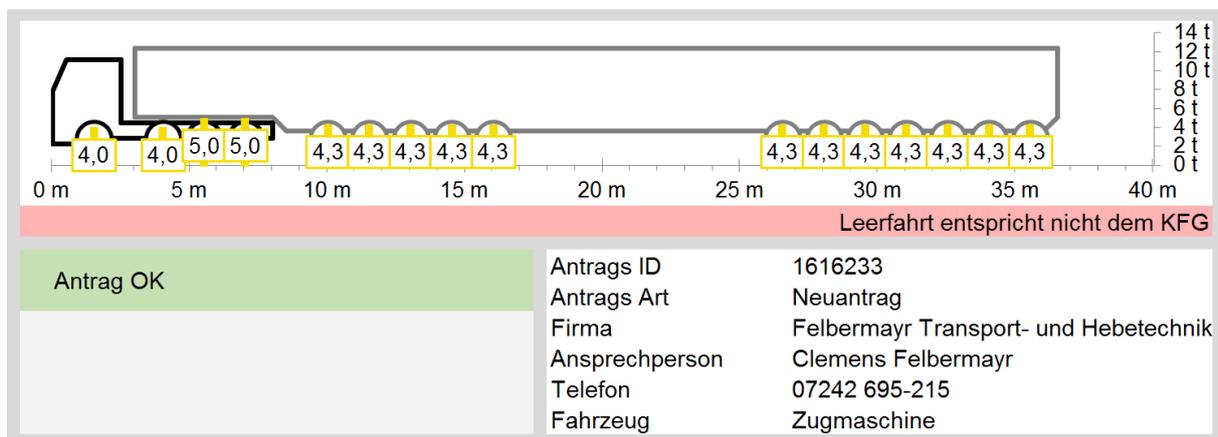
Das ERGEBNISFELD dient vor allem der Kontrolle der Ergebnisse. Wurde im Informationsfeld der Hinweis eines Fehlers gegeben, finden Sie hier das Problem. Betrifft der Fehler eine Route, so wird der entsprechende Abschnitt **rot** markiert. Tritt ein Datenfehler auf, zeigt sich dieser bei den Bemerkungen der betreffenden Brücke. Eine Brücke wird immer mit den wichtigsten Informationen angezeigt. Von Bedeutung sind vor allem die Brückennummer, Lastnorm, drei mögliche Belastungsvarianten, das statische System, Einzelstützweite, Verkehrsmeldungen, Auflage und Ausnutzung, Bemerkungen wie Fehler und die Kilometerposition auf der Straße.

**Schritt 7 (optional):** **Leerfahrt entspricht nicht dem KFG** – dieser Satz macht auch einen siebten Schritt notwendig. Aber keine Sorge; die folgende Vorgehensweise wird Ihnen bekannt vorkommen. Im ROUTENFELD wählen Sie die »Leerfahrt«. Wieder wird die Route aus dem Onlineportal kopiert und eingefügt (Abbildung 4.19).

B 25 von km23,28 bis B 28 B 28 von B 25 bis B 39 B 29 von B 39 bis B 25 B 39 von B 20 bis B 28 L 5152 von B 29 bis km3,01		B 25 von km23,28 bis B 28 B 28 von B 25 bis B 39 B 29 von B 39 bis B 25 B 39 von B 20 bis B 28 L 5152 von B 29 bis km3,01	
<b>Lastfahrt</b>		<b>Leerfahrt</b>	
Pro Meter	5,2	t/m	
Gesamt	177,0	t	
Achslast	12,0	tmax	
Pro Meter	2,1	t/m	
Gesamt	70,0	t	
Achslast	5,0	tmax	

**Abb. 4.19:** Routenfelder nach Auswahl der Leerfahrt

Mit der Auswahl der Leerfahrt aktualisieren sich auch die Informationsfelder. Sie überprüfen, ob die eingetragenen Informationen plausibel und vollständig sind. Der Hinweis **Antrag OK** in unserem Beispiel vereinfacht uns dies (Abbildung 4.20). Sie merken schon – es geht immer schneller.



**Abb. 4.20:** Die Informationsfelder aktualisieren sich nach dem Umschalten auf die Leerfahrt

Betätigen Sie die Schaltfläche »Berechnung« im STEUERFELD. Die Statusanzeige aus Abbildung 4.16 erscheint ein weiteres Mal. *Sotra UI 2016* arbeitet alle drei bekannten Schritte ab. Die Berechnung ist fertig, sobald die Statusanzeige ausgeblendet wird. Die nächsten Schritte sind bekannt; die Informationsfelder und das Ergebnisfeld werden aktualisiert. Da die selbe Route als Leerfahrt gewählt wurde, sind hier die selben Ergebnisse wie in Abbildung 4.17 zu erwarten – natürlich bis auf die Fahrzeugdarstellung. Interessant ist zuletzt das ERGEBNISFELD (Abbildung 4.21).

Die Ergebnisse für Last- und Leerfahrt sind bekannt. Sie können mit Hilfe der ROUTENFELDER zwischen den Anzeigen wechseln. Probieren Sie das gerne aus. Der nächste Schritt wartet.

**Schritt 8:** Die Ergebnisse sind dem Programm bekannt – dem Antragsteller müssen sie mitgeteilt werden. Dazu betätigen Sie die Schaltfläche »Abfertigung«. Die Brücken werden getrennt für

km	Straße	km	Brücke	km	Lastnorm	B1	B2	B3	System	ESW	Lastbeschr.	Verkehrsmeldung	Auflage	Ausnutzung	Bemerkung	Abschnitt 1
23,28	B25	27,88														
			B25.22	23,95	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	22,00	-	-	1.01	75%		
			B25.23	24,25	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	32,76	-	-	1.01	67%		
			B25.24	25,87	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	54,00	-	-	1.01	69%		
			B25.25	26,36	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	22,50	-	-	1.01	74%		
			B25.26	27,02	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	47,00	-	-	1.01	75%		
			B25.27	27,76	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	46,50	-	-	1.01	78%		
Abschnitt 2																
0,00	B28	8,39														
			B28.01	0,04	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	21,00	-	-	1.01	60%		
			B28.02	0,64	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	5,42	-	-	1.01	75%		
			B28.03	2,98	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	8,10	-	-	1.01	80%		
			B28.04	4,46	B4002_1948	BKL1	RFZ		Einfeld	6,10	-	-	1.01	78%		
			B28.05	4,97	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	7,57	-	-	1.01	78%		
Abschnitt 3																
0,00	B29	41,33														
			B29.01A	0,14	B4002_1948	BKL1	RFZ		Zweifeld	25,80	-	-	1.01	89%		
			B29.01B	0,21	B4002_1948	BKL1	RFZ		Einfeld	6,80	-	-	1.01	80%		
			B29.01	8,17	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	8,00	-	-	1.01	82%		
			B29.02	13,57	B4002_1964	BKL1	RFZ		Einfeld	6,00	-	-	1.01	56%	D06	
			B29.03	14,44	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	6,15	-	-	1.01	78%		
			B29.04	18,31	B4002_1954	BKL1	RFZ		Einfeld	5,50	-	-	1.01	76%		
			B29.05	18,64	B4002_1954	BKL1	RFZ		Einfeld	9,76	-	-	1.01	92%		
			B29.06	20,27	B4002_1958	BKL1	RFZ		Einfeld	4,80	-	-	1.01	75%		
			B29.07	20,49	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	16,22	-	-	1.01	89%		
			B29.08	21,11	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	13,46	-	-	1.01	88%		
			B29.09	31,76	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	15,90	-	-	1.01	75%		
			B29.10	33,49	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	14,29	-	-	1.01	71%		
			B29.11	35,77	B4002_1970	BKL1	RFZ		Einfeld	13,27	-	-	1.01	70%		
			B29.12	40,84	B4002_1970	BKL1	RFZ		Zweifeld	22,63	-	-	1.01	56%		

Abb. 4.21: Die Ergebnisfelder werden nach dem Berechnen aktualisiert

Last- und Leerfahrt sowie sortiert nach Auflagen oder Straßen in die Zwischenablage kopiert. Der Detailgrad wird im KONFIGURATIONSFELD oder das ABFERTIGUNGSFELD geregelt – getrennt für B- und L-Straßen (Abbildung 4.22).

4		Konfiguration B-Straßen			
7		Konfiguration L-Straßen			
		L	Sum	B	Sum
1.01	<input type="checkbox"/>			30	<input type="checkbox"/>
1.02	<input type="checkbox"/>			4	<input type="checkbox"/>
1.03	<input type="checkbox"/>			13	<input type="checkbox"/>
1.04	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
1.11	<input type="checkbox"/>			2	<input type="checkbox"/>
1.12	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>
1.13	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>
1.21	<input type="checkbox"/>			2	<input type="checkbox"/>
1.22	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
1.23	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
1.30					
-					
Sum		0		57	

Abb. 4.22: Konfigurationsfelder oben und Abfertigungsfeld unten getrennt für B- und L-Straßen

Beim KONFIGURATIONSFELD verändern Sie durch Betätigen der Schaltfläche die Zahl auf der Schaltfläche. Dabei sind Zahlen von **1** bis **7** möglich. Diese spiegeln bestimmte Profile wider. Die Standardeinstellung sieht vor, dass mit steigender Ziffer der Detailgrad zunimmt. Die Profile hinter den Zahlen **1** bis **6** können unter Einstellungen (siehe Kapitel 4.4.3) verändert werden. Das Profil **7** ist mit einer Fixeinstellung hinterlegt. Hier wird sortiert nach Auflage jede Brücke einzeln aufgelistet.

Die zweite Möglichkeit eine Abfertigung vorzunehmen ist das ABFERTIGUNGSFELD. Für jede Auflage von 1.01 bis hin zu 1.30 wird die Anzahl der Brücken dargestellt, getrennt nach B- und L-Straßen. In unserem Beispiel in Abbildung 4.22 werden insgesamt 57 Brücken auf B-Straßen

befahren und 13 davon haben die Auflage 1.03. Mit dem Setzen von Häkchen fasst man Auflagen zusammen und erstellt so individuell eine Abfertigung. Wird ein Häkchen gesetzt, werden die Konfigurationen des KONFIGURATIONSFELDS nicht beachtet. Eine individuelle Abfertigung könnte wie in Abbildung 4.23 aussehen. Die ersten 47 Brücken erhalten die Auflage 1.03 und der Rest von 10 Brücken wird mit der Auflage 1.21 zusammengefasst.

	L	Sum	B	Sum
1.01	<input type="checkbox"/>		30	<input type="checkbox"/>
1.02	<input type="checkbox"/>		4	<input type="checkbox"/>
1.03	<input type="checkbox"/>		13	<input checked="" type="checkbox"/> 47
1.04	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
1.11	<input type="checkbox"/>		2	<input type="checkbox"/>
1.12	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>
1.13	<input type="checkbox"/>		3	<input type="checkbox"/>
1.21	<input type="checkbox"/>		2	<input checked="" type="checkbox"/> 10
1.22	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
1.23	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
1.30				
-				
Sum	0		57	

**Abb. 4.23:** Individuelle Abfertigung durch das Setzen von Häkchen

Wechseln Sie nun ins Onlineportal Sotra und fügen Sie mit **Strg** + **V** die Stellungnahme ein. Sind Ihnen die Auflagen zu umfangreich oder gar zu wenig detailliert? Kein Problem! Sie wählen im ROUTENFELD die Route, bei der die Auflagen verändert werden sollen, ändern durch Klicken auf die Schaltflächen im KONFIGURATIONSFELD das Profil und bestätigen mit einem Klick im STEUERFELD auf die Schaltfläche »Abfertigung«. Die veränderte Stellungnahme wurde in die Zwischenablage kopiert. Fertig! Um die Ergebnisse zu löschen, schließen Sie *Sotra UI 2016* oder lesen einen neuen Antrag ein.

## 4.2.2 Datenfeld

Brücken werden erneuert, verstärkt oder abgerissen; das Straßennetz ausgebaut, Grundrouten verändern sich und neue Verbindungen in Form von Kreuzungen werden geschlagen. Lassen Sie die Daten nicht in die Jahre kommen. Alte Datenstände werden **rot** markiert (Abbildung 4.24). Teilen Sie *Sotra UI 2016* regelmäßig mit, wenn es Veränderungen gibt. Sie sind nur einen Knopfdruck davon entfernt – oder einen Shortcut!

F1	TEKU
F2	NÖGIS
F3	Grundrouten
F4	Verkehr
F5	Kreuzungen
F6	Vollständiges Update

**Abb. 4.24:** Aktualisierung der Grunddaten: NÖGIS und Verkehrsdaten sind zu alt

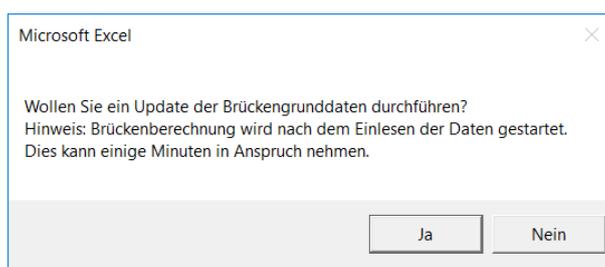
Die Grunddaten lassen sich sehr einfach über das DATENFELD oder die Tastatur aktualisieren. Entweder einzeln über die Schaltflächen »F1« bis »F5« oder alle zusammen über »F6«. Lästiges Suchen in der Ordnerstruktur vermeiden Sie durch das Einstellen der Standardpfade; beschrieben in Kapitel 4.4.5.

#### 4.2.2.1 TEKU

**TIPP:** Stellen Sie die Standardpfade korrekt ein, um sich die Schritte 2 bis 4 zu (er)sparen.

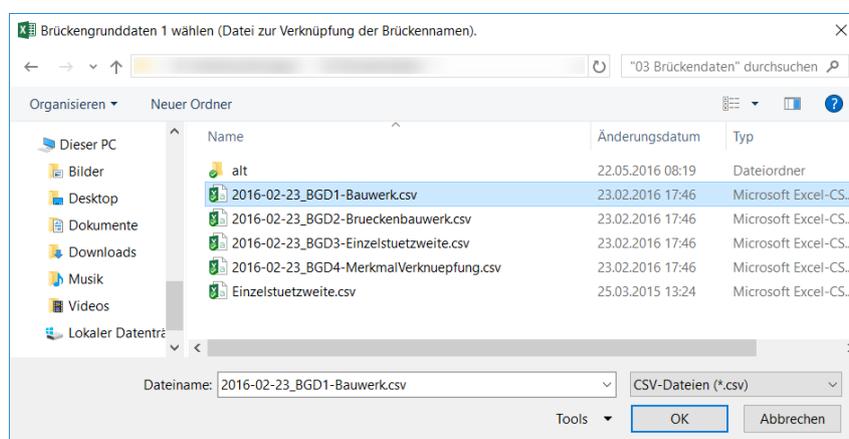
Brückendaten werden in der TEKU eingepflegt. Dies ist eine Datenbank des Landes Niederösterreich. Die Informationen darin sind standardisiert nach RVS 13.04.11 [21]. Durch den Klick auf die Schaltfläche »F1« oder durch den Shortcut **Strg** + **F1** starten Sie die Aktualisierung.

**Schritt 1:** Zunächst sollte Ihnen klar sein, dass die Aktualisierung der Brückendaten einige Zeit in Anspruch nimmt. Es werden die Widerstände aller Brücken aus Ihren Daten bestimmt, nachdem Sie das Feld in Abbildung 4.25 mit »Ja« bestätigt haben.



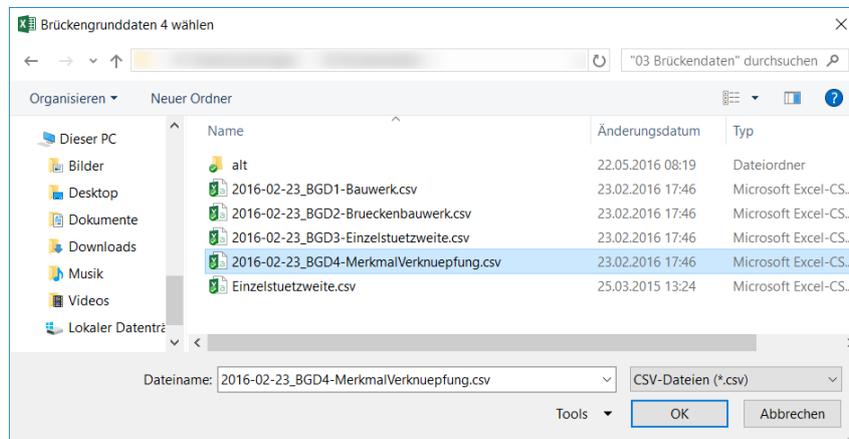
**Abb. 4.25:** Das Einlesen kann einige Minuten in Anspruch nehmen

**Schritt 2:** Sie haben das Feld aus Abbildung 4.25 mit »Ja« bestätigt? Gut. Nun werden Sie aufgefordert, das BAUWERK auszuwählen (Abbildung 4.26).



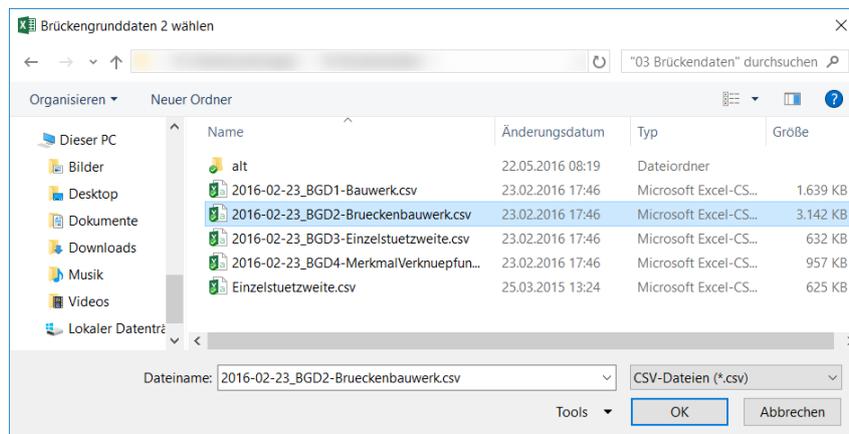
**Abb. 4.26:** Wählen Sie das BAUWERK aus

**Schritt 3:** MERKMALVERKNUEPFUNG kommt als nächstes an die Reihe. Zeigen Sie dem Programm, wo diese gespeichert wurden (Abbildung 4.27).



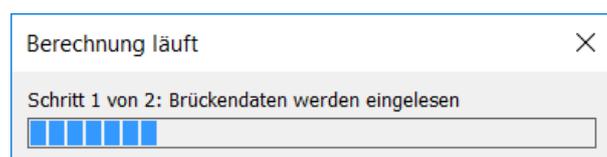
**Abb. 4.27:** Wählen Sie MERKMALVERKNUEPFUNG aus

**Schritt 4:** Fast am Ziel! Wählen Sie BRUECKENBAUWERK aus und bestätigen wiederum mit »OK« (Abbildung 4.28).



**Abb. 4.28:** Wählen Sie das BRUECKENBAUWERK aus

Das Programm weiß nun wo genau die Brückendaten zu finden sind. Es beginnt im ersten Schritt mit dem Einlesen der Daten und bereitet die Berechnung vor. Sie werden über die Statusanzeige in Abbildung 4.29 informiert.



**Abb. 4.29:** Die Daten werden eingelesen und die Berechnung vorbereitet

Danach brauchen Sie etwas Geduld. Im zweiten Schritt werden die Widerstände aller Brücken aus den von Ihnen ausgewählten Daten berechnet. Es ist sehr wichtig, Excel ungestört arbeiten zu lassen. Die Ergebnisse dieses Abschnittes haben Einfluss auf alle nachfolgenden Berechnungen! Auskunft über den Fortschritt gibt eine Statusanzeige (siehe Abbildung 4.30).

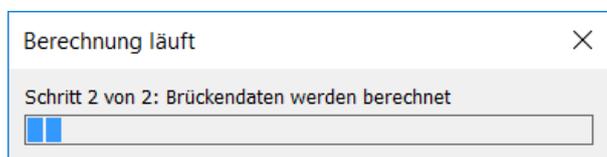


Abb. 4.30: Die Brückendaten werden berechnet

#### 4.2.2.2 NÖGIS

Das **Niederösterreichische Geoinformationssystem** beinhaltet Straßendaten. Mit ihnen lassen sich Kreuzungen zwischen den einzelnen Straßen auslesen. Dadurch kann die Anzahl der zu berechnenden Brücken stark reduziert werden. Durch den Klick auf die Schaltfläche »F2« oder durch den Shortcut **Strg** + **F2** starten Sie die Aktualisierung. Es öffnet sich das Dialogfenster in Abbildung 4.31. Wählen Sie die Daten aus und bestätigen mit »OK«.

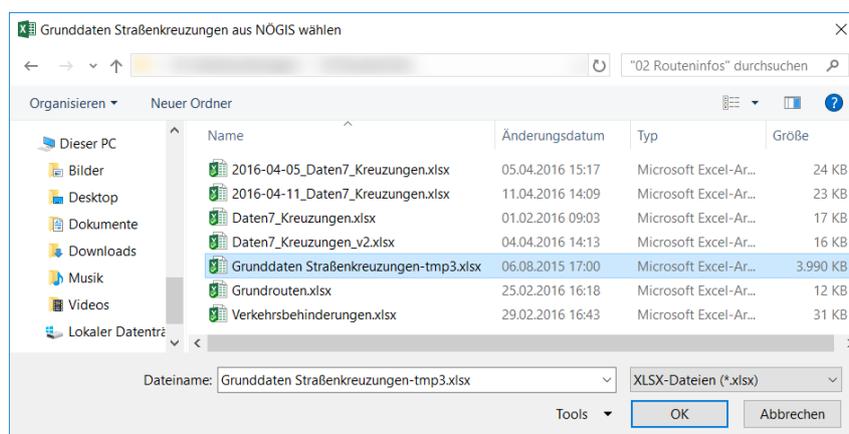


Abb. 4.31: Auswählen der Routendaten

#### 4.2.2.3 Grundrouten

Grundrouten beinhalten vordefinierte Routenabschnitte. Sie werden manuell vorgegeben und legen ein Spinnennetz an Straßen über Niederösterreich. Wenn sich diese verändern, müssen sie neu eingelesen werden. Der Vorgang startet über die Schaltfläche »F3« oder durch den Shortcut **Strg** + **F3**. Datei auswählen und mit »OK« bestätigen (Abbildung 4.32).

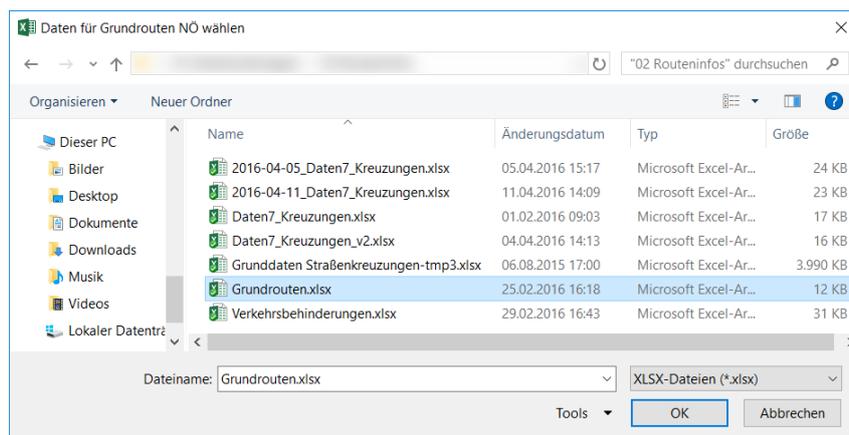


Abb. 4.32: Auswählen der Grundroute

#### 4.2.2.4 Verkehr

Bei Baustellen kommt es oft zu Behinderungen auf Brücken. Möglich sind Sperren und halbseitige Sperren. Auch darauf weist das Programm hin. Damit dies möglich ist, müssen die Daten auf dem neuesten Stand sein. Lesen Sie diese über die Schaltfläche »F4« oder durch den Shortcut **Strg** + **F4** ein. Datei auswählen und mit »OK« bestätigen (Abbildung 4.33).

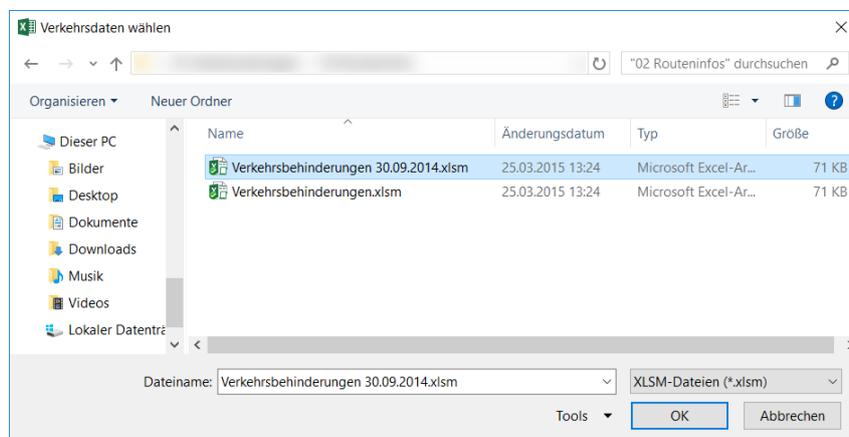


Abb. 4.33: Auswählen der Verkehrsmeldungen

#### 4.2.2.5 Kreuzungen

Kompliziertere Knoten mit Rampensystemen sind für *Sotra UI 2016* nur schwer zugänglich. Deshalb werden diese manuell eingegeben. Diese Datei beinhaltet ebenfalls fehlende Knoten zwischen dem übergeordneten und dem untergeordneten Straßensystem. Lesen Sie die Datei über die Schaltfläche »F5« oder durch den Shortcut **Strg** + **F5** ein. Datei auswählen und mit »OK« bestätigen (Abbildung 4.34).

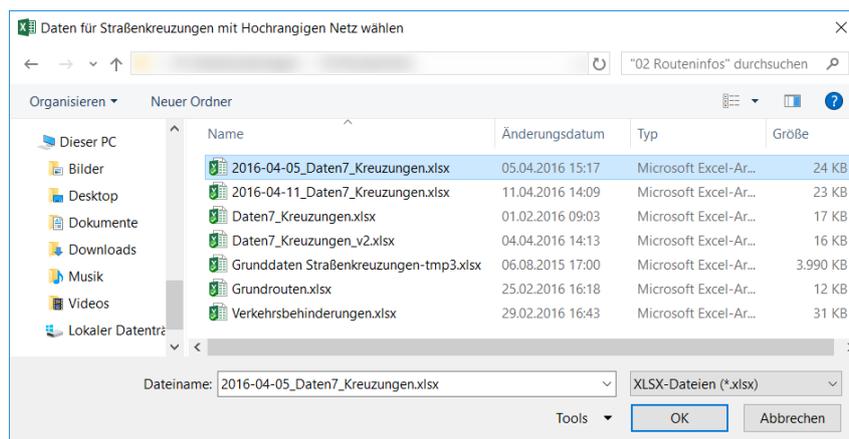


Abb. 4.34: Auswählen der Kreuzungsdaten

#### 4.2.2.6 Vollständiges Update

**TIPP:** Spätestens jetzt ist es an der Zeit, die Standardpfade einzustellen.

Beim Klick auf die Schaltfläche »Vollständiges Update« oder durch den Shortcut **Strg** + **F6** starten Sie nacheinander die Funktionen TEKU, NÖGIS, Grundrouten, Verkehr und Kreuzungen. Es ist anzuraten, vorher die Standardpfade aus Kapitel 4.4.5 einzustellen. Dies verringert die Fehleranfälligkeit.

### 4.3 Datenfehler

Wer kennt es nicht, das Problem mit den Zahlen. Sie sitzen am Abend vor dem Computer und überweisen Ihre Rechnungen. Betrag eingeben; IBAN; Verwendungszweck – jede Zahl korrekt? Ja? Besser alles kontrollieren. Kaum jemand hat hier noch keinen Fehler gemacht. Auch die TEKU ist davon nicht ausgenommen. Im Fall von *Sotra UI 2016* werden über 1.000.000 Daten verarbeitet – in Worten eine Million.

*Sotra UI 2016* hat nicht die Aufgabe diesen Prozess zu verbessern, sondern Fehler aufzuzeigen. Und davon gibt es viele Möglichkeiten; und viele Gefahren. Fehlermeldungen können eine Sicherheit suggerieren, die in dieser Form unmöglich ist. Nicht alles kann überprüft werden. Ein Beispiel gibt Ihnen der folgende **TIPP:**

**TIPP:** Die meisten Daten können nur absolut überprüft werden. Wenn als Einzelstützweite 0 m angegeben ist, weist Sie das Programm darauf hin. Wenn 4 m eingetragen sind, die Brücke aber in der Realität 20 m überspannt, gibt es keinen Hinweis.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Fehlern – **Warnungen** und **Abbruchkriterien**. Zu den Warnungen zählen die Kontrollen der Lastnorm und Brückenklassen. Den genauen Vorgang lernen Sie im Exkurs am Ende des Kapitels. Als Abbruchkriterien kommen viele Daten in Frage.

Überprüft werden die Brückenbreite, Anzahl der Einzelstützweiten, maximale Stützweite und die Fahrbahnbreiten links und rechts.

Wie hilft Ihnen nun das Programm? Sie werden im User Interface in den INFORMATIONSFELDERN und im ERGEBNISFELD auf einen Datenfehler hingewiesen und wollen diesem nachgehen. Wechseln Sie dazu in das Tabellenblatt DATENFEHLER (Abbildung 4.35). Dort können Sie nach der gesuchten Brücke filtern (Abbildung 4.36).

Brückenbau 100

Sotra **F**

Im folgenden Abschnitt werden Brücken mit fehlerhaften Daten dargestellt.  
Die Aktualisierung dieses Blattes erfolgt nach dem Einlesen der Brückengrunddaten.

Brückenname	Bauwerks ID	Baujahr	Last Norm	Ausgabejahr	Anzahl ESW	Brückenklasse	Beschränkung	Überbaumaterial	Maximale STW	Fahrbahntrennung	Fahrbahnbreite L	Fahrbahnbreite R	System	Erhalter
B1.29	0be84-7712-1162-944a-00002147a	1922	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	6,20	Legistische Trennung	7,00	0,00	Plattentragwerk	
L4104.05	0ca23-7712-1162-944a-00002147a	1997	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	5,00	Legistische Trennung	6,00	0,00	Plattentragwerk	
L4166.05	0ca56-7712-1162-944a-00002147a	1983	Norm	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahl	2,60	Legistische Trennung	5,50	0,00	Gewölbe	
L4072.02	0c09f-7712-1162-944a-00002147a	1930	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	4,80	Legistische Trennung	6,00	0,00	Plattentragwerk	
L4080.02	0ca05-7712-1162-944a-00002147a	1995	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	bali mit Stahlbetonfahrb.	2,80	Legistische Trennung	6,00	0,00	Plattentragwerk	
L134.13	0c76a-7712-1162-944a-00002147a	1969	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	3,20	Legistische Trennung	7,00	0,00	Plattentragwerk	
L1234.01	0c96a-7712-1162-944a-00002147a	1950	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I ohne RFZ	keine	Stahlbeton	4,50	Legistische Trennung	10,60	0,00	Plattentragwerk	
L4181.01	0ca6d-7712-1162-944a-00002147a	1976	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	8,34	Legistische Trennung	8,85	0,00	Plattentragwerk	
L134.14	0c76e-7712-1162-944a-00002147a	1969	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	3,56	Legistische Trennung	6,00	0,00	Plattentragwerk	
L5250.03	0c09e-7712-1162-944a-00002147a	1971	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	3,20	Legistische Trennung	6,60	0,00	Plattentragwerk	
L73.05	0ca18f-7712-1162-944a-00002147a	1938	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	keine	bali mit Stahlbetonfahrb.	26,10	Legistische Trennung	7,20	0,00	unterspanntes System	
L8156.07	0f53b-0ca48-42e5-8aa7-86ca9f0304	2015	EN 1991-2	2004	1	Lastmodell 1 bis 3	keine	Stahlbeton	2,82	Legistische Trennung	0,00	0,00	Rahmen	
L35a.01	77a297-16e0-4e76-8aa9-9b6b97e6	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0,00	Rahmen	
L66.06	8dca3-67c2-407b-9612-0ca9efb531	2014	0	0	1	0	0	Stahlbeton	2,82	Legistische Trennung	6,00	0,00	Rahmen	
L4004.04	0c3292-5355-48eb-87db-8a76a939a	2015	EN 1991-2	2004	1	Lastmodell 1	keine	Stahlbeton Fertigteil	3,60	Legistische Trennung	7,85	0,00	Rahmen	
L5076.01	75e914-7ed3-4e9b-997b-73a76a493	2006	0	0	3	0	0	Stahlbeton	25,00	Legistische Trennung	0,00	0,00	Plattentragwerk	
536.21a1	06942-0a64-41e1-8232-0b0335a971	2014	EN 1991-2	2004	1	Lastmodell 1 bis 3	keine	Stahlbeton	2,82	Legistische Trennung	0,00	0,00	Rahmen	
B121.07A	046889-0a61-4850-b0ff-80ba5a562a	1968	B 4402	1970	1	Straßenbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	21,95	Legistische Trennung	0,00	0,00	Plattenbalken	
L5117.00A	0c29e7-a41b-418e-9905-44a020e9a1	2013	EN 1991-2	2004	2	Fußgängerbrückenklasse I	keine	Stahlbeton	17,29	Legistische Trennung	0,00	0,00	Plattentragwerk	
B36.16c	9568aa-3504-454c-8b64-a155f8f603	2009	B 4402	1970	1	Straßenbrückenklasse I mit SFZ 150/200	keine	Stahlbeton	4,00	Legistische Trennung	0,00	0,00	Rahmen	

Abb. 4.35: Beispiel des Tabellenblattes DATENFEHLER

Sie haben den Fehler gefunden? Gut. Befolgen Sie die für diesen Fall vorgesehenen Befehlskette Ihres Unternehmens. Legen Sie den Fehler nicht ad acta; für eine einwandfreie Datenbank ist das gesamte Unternehmen verantwortlich.

**TIPP:** Normen vor 1929 sind in *Sotra UI 2016* nicht vorhanden. Die Interpretation der Norm auf Grundlage des Baujahres kann also ebenfalls zu einem Abbruchkriterium führen.

Brückenname	Bauwerks ID	Baujahr	Last Norm	Ausgabejahr	Anzahl ESW	Brückenklasse	Beschreibung
Von A bis Z sortieren		1963	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
Von Z bis A sortieren		1995	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
Nach Farbe sortieren		1997	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
Filter löschen aus "Brücken-name"		1983	Norm	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
Nach Farbe filtern		1990	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
Textfilter		1995	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1969	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1950	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I ohne RFZ	kei
		1976	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1969	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1971	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1938	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1991	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1938	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1970	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1953	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1938	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1941	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I ohne RFZ	kei
		1955	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1970	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1938	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei
		1956	B 4402	0	1	Straßenbrückenklasse I	kei

Abb. 4.36: Filtern Sie im Tabellenblatt DATENFEHLER nach der gewünschten Information. Dazu bitte mit der linken Maustaste auf den kleinen Pfeil klicken. Danach wird ein Suchwort eingegeben

---

**Exkurs Beginn**

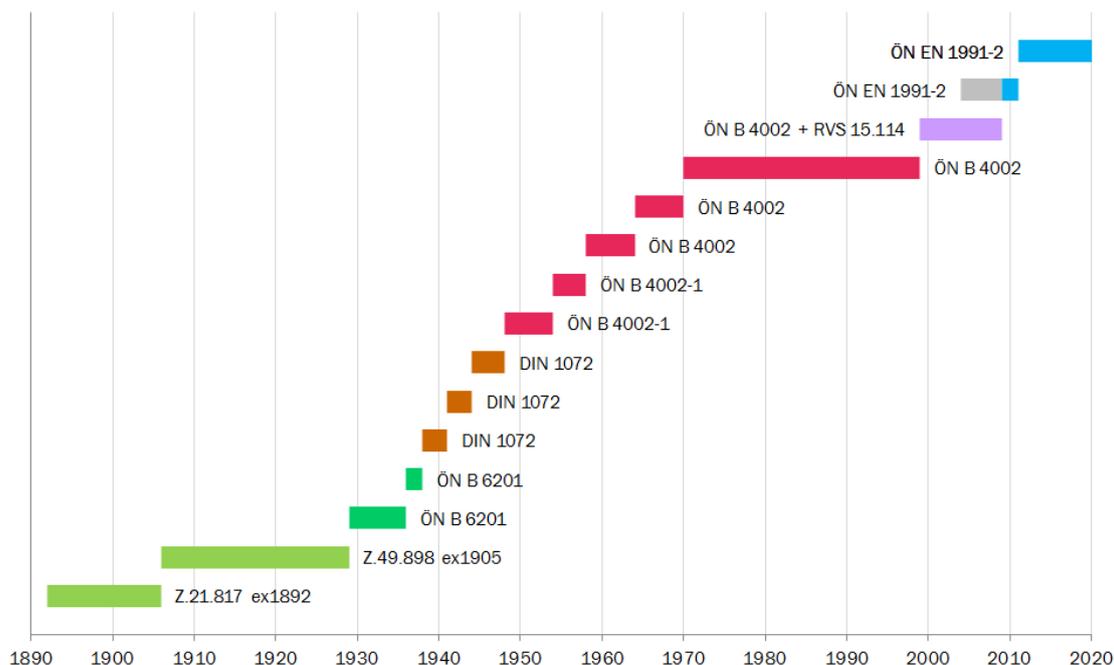

---

Die Vorgehensweise bei der Wahl einer bestimmten Belastungsnorm beginnt mit dem Abgleich vorhandener Daten. In der TEKU sind Baujahr, Lastnorm, Normjahr und die Brückenklasse (BKL) geregelt. Zuerst kombiniert das Programm die Lastnorm mit dem Normjahr. Dieser Wert wird mit einer Datenbank abgeglichen. Ist der Eintrag vorhanden, wurde das beste und genaueste Ergebnis erzielt. Ein Beispiel dafür stellt Zeile 1 in Tabelle 4.2 dar. Wenn *Sotra UI 2016* in der Datenbank keinen passenden Eintrag findet, dann liegen fehlerhafte Daten vor; das Programm muss sich etwas einfallen lassen.

**Tab. 4.2:** Beispiele zur Ermittlung der Lastnorm

	Bau- jahr	Last- norm	Norm- jahr	BKL	Norm original	Norm aus Jahr	Master- norm
1	1981	B4002	1970	BKL 1	B4002_1970		
2	1987	B4002	0	BKL 1	B4002_0	B4002_1970	
3	0	0	0	BKL 1	0_0	Fehler	B4002_1970
4	1950	B4002	2004	LM1-3	B4002_2004	B4002_1948	B4002_1970

Mit einem Blick in Tabelle 4.2 erkennt man die noch mögliche Option – das Baujahr. In Abbildung 4.37 bekommen Sie einen Überblick der in Österreich gültigen Belastungsnormen. *Sotra UI 2016* gleicht das Baujahr mit diesem Diagramm ab und kann dadurch Rückschlüsse auf die anzuwendende Belastungsnorm ziehen. In Zeile 2 der Tabelle 4.2 wurde auf die Eingabe des Lastnormjahres vergessen. B4002\_0 ist kein gültiger Wert. Das Baujahr ist vorhanden. Damit wird die 1987 gültige Norm B4002\_1970 ausgegeben. Bestenfalls ist das Ergebnis als Schätzung zulässig – das darauf folgende Resultat zu hinterfragen. Im ERGEBNISFELD ist der Hinweis D06 zu lesen.



**Abb. 4.37:** Einordnung der Belastungsnormen in eine zeitliche Abfolge

Zeile 3 der Tabelle 4.2 stellt einen schwierigen Fall dar. Wir haben weder die Lastnorm, noch das Baujahr. Die beiden zuvor erläuterten Lösungsmöglichkeiten versagen. Hier wird eine Masternorm eingesetzt – ein schwerwiegender Eingriff. Rund ein Fünftel der Brücken in Niederösterreich wurden mit einer Normausgabe von vor 1970 bemessen; mit teilweise eklatant niedrigeren Belastungen. Diese Annahme befindet sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auf der unsicheren Seite. Im ERGEBNISFELD ist der Hinweis D07 zu lesen.

Der letzte mögliche Fehler ist in Zeile 4 der Tabelle 4.2 dargestellt. Die Originalnorm war in der Datenbank nicht vorhanden, der Abgleich des Baujahres hatte Erfolg. Wird nun die Lastnorm aus Jahr mit der Brückenklasse (BKL) kombiniert, ergibt dies eine falsche Kombination; die Lastmodelle 1-3 gibt es in der B4002\_1970 nicht. Deshalb wird wieder die Masternorm mit der Standardbrückenklasse 1 ausgewählt. Auch in diesem Fall ist der Fehlercode D07 im ERGEBNISFELD zu lesen.

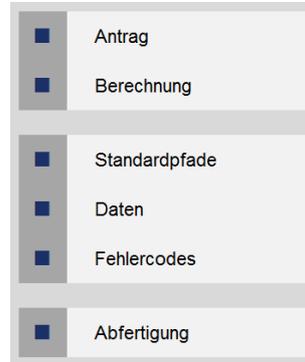
---

**Exkurs Ende**

---

## 4.4 Einstellungen

Wollen Sie eine bestimmte Situation anders handhaben? Ihre Einstellung zu einem Thema hat sich geändert? *Sotra UI 2016* gibt umfangreiche Möglichkeiten darauf zu reagieren. In sechs Kategorien eingeteilt, vom Antrag bis zu den Fehlercodes. Per Schnellauswahl (Abbildung 4.38) springt die Markierung in die gewählte Rubrik.



**Abb. 4.38:** Per Klick auf ein Viereck wird die jeweilige Kategorie angesprungen

### 4.4.1 Antrag

Einige Anträge sind unvollständig. Fehlende Abmessungen von Fahrzeugen sind meist das Problem. Vordefinierte Parameter helfen auch mit fehlenden Abmessungen eine Berechnung durchzuführen. Die Antragseinstellungen (Abbildung 4.39) enthalten drei Unterpunkte zu Standardfahrzeug, Fahrzeugüberstände und Anhänger.

**TIPP:** Änderungen an den Antragseinstellungen werden erst beim Einlesen aktiv. Soll ein aktueller Antrag bearbeitet werden, muss dieser nochmals über das Steuerfeld eingelesen werden.

Antragseinstellungen				
Einstellungen für Standardfahrzeug vor Anhänger:			Allgemeine Fahrzeugeinstellungen:	
Achse	1	2	-	-
Achslast	10,00 t	10,00 t		
Abstand	-	3,00 m		
FZ Anfang bis Achse 1	1,50 m			
End-Achse bis FZ Ende	1,50 m			
Abstand ZF zu Anhänger	3,00 m			

**Abb. 4.39:** Benutzerdefinierte Eingaben zu Abständen und Achslasten für Anträge

#### 4.4.1.1 Standardfahrzeug

Es kommt vor, dass nur ein Anhänger (ohne Zugfahrzeug) in den Anträgen eingegeben wird. Hier kommt das Standardfahrzeug zur Anwendung. Es wird als Zugfahrzeug vor den Anhänger gesetzt. Die Achslast in [t] und der Abstand zur Achse davor in [m] sind zu wählen. Das Standardfahrzeug hat bis zu 4 Achsen. In Abbildung 4.40 links sehen Sie die vordefinierten Einstellungen. Mit einem Auswahlfeld lässt sich das Fahrzeug verändern, zu sehen in Abbildung 4.40 rechts.

Standardfahrzeug vor Anhänger:				
Achse	1	2	-	-
Achslast	6,40 t	13,60 t		
Abstand	-	3,00 m		

Standardfahrzeug vor Anhänger:				
Achse	1	2	<input type="text" value="3"/>	-
Achslast	6,40 t	13,60 t		
Abstand	-	3,00 m		

**Abb. 4.40:** Achslast in [t] und Achsabstände in [m] eingeben (links). Das Standardfahrzeug kann auf bis zu vier Achsen erweitert werden (rechts)

#### 4.4.1.2 Fahrzeugüberstände

Im Antrag ist die Gesamtfahrzeuflänge (z.B. 26,2 m) enthalten, aber nicht der Abstand den die Achsen zum Fahrzeuganfang bzw. -ende aufweisen. Deshalb werden jeweils 1,50 m vorgegeben (Abbildung 4.41). Die rechnerische Gesamtfahrzeuflänge setzt sich zusammen aus: Summe der Achsabstände (z.B. 22,5 m), dem Abstand vom Fahrzeug Anfang bis zur Achse 1 (1,50 m) und dem Abstand der letzten Achse bis zum Fahrzeug Ende (1,50 m).

Fahrzeugüberstände:	
FZ Anfang bis Achse 1	1,50 m
End-Achse bis FZ Ende	1,50 m

**Abb. 4.41:** Fahrzeugüberstände am Fahrzeuganfang und -ende in [m]

Ist die rechnerische Gesamtlänge (z.B. 22,5 m + 1,5 m + 1,5 m = 25,5 m) kürzer als die Gesamtlänge nach Antrag + 0,3 m Toleranz (z.B. 26,2 m + 0,3 m = 26,5 m), wird kein Fehler angezeigt. Genaueres dazu in Kapitel 4.4.6.

#### 4.4.1.3 Anhängerabstand

Hat der Antragsteller den Abstand vom Zugfahrzeug zum Anhänger nicht eingegeben, wird der hier gewählte Abstand in [m] verwendet (Abbildung 4.42).

Anhänger:	
Abstand ZF zu Anhänger	4,00 m

**Abb. 4.42:** Abstand der Hinterachse des Zugfahrzeugs zur Vorderachse des Anhängers in [m]

#### 4.4.2 Berechnung

Yoda<sup>1</sup> würde sagen: „Wenn Änderungen an den Berechnungseinstellungen nötig, du besonders achtsam vorgehen musst!“

Die Berechnung der Belastungsnormen aus Kapitel 2.2 erfolgt nur nach der Aktualisierung der Brückendaten, siehe Kapitel 4.2.2.1. Dieser Vorgang dauert einige Minuten. Alle Brücken werden mit den Belastungsnormen berechnet und die Ergebnisse als charakteristischer Wert des Widerstand  $R_k$  gespeichert. Änderungen an Berechnungseinstellungen werden nicht übernommen bzw. nur während eines Aktualisierungsvorgangs der Brückendaten. Der charakteristische Wert der Auswirkungen des Sondertransports  $E_k$  werden nach jedem Berechnungsstart aktualisiert – »F2« am *Sotra UI 2016*. Änderungen an Berechnungseinstellungen werden übernommen und das bei jedem Berechnungsstart. Es gilt folgende Bedingung zu erfüllen:

$$E_k \leq R_k \cdot \gamma_{glob} \quad (4.1)$$

Es bedeutet:

$E_k$	Charakteristischer Wert der Auswirkung einer Einwirkung
$R_k$	Charakteristischer Wert des Widerstand
$\gamma_{glob}$	Globaler Sicherheitsfaktor

**TIPP:** Änderungen an den Berechnungseinstellungen wirken auf Belastungsnormen und Vergleichsnorm. Die Belastungsnorm wird nur beim Einlesen der Brückendaten neu berechnet. Ohne Einlesen der Brückendaten wird der Vergleich zwischen  $E_k$  und  $R_k$  verzerrt.

<sup>1</sup>Jedimeister aus dem Star Wars Universum; Anm.d.Red.

Es wird davon abgesehen, die Belastungsnorm bei jeder Änderung zu aktualisieren – dem Bedienkomfort zuliebe. Sonst müsste bei jeder Änderung in den Berechnungseinstellungen einige Minuten gewartet werden; dies ist nicht besonders angenehm.

Die folgende Tabelle 4.3 stellt einen Überblick der Berechnungseinstellungen dar:

**Tab. 4.3:** Überblick Berechnungseinstellungen und wo sich diese auswirken

Name	$E_k$	$R_k$	Beschreibung
Einflussbreite	Ja	Ja	abhängig von der Brückenspannweite
KFG Grenzwerte	Ja	Nein	entscheiden ob Leerfahrt nötig
Sicherheitsfaktoren	Nein	Ja	bei Vergleich zwischen $E_k$ und $R_k$ eingerechnet
+Offset (SPW/SCW<20)	Nein	Ja	bei Vergleich zwischen $E_k$ und $R_k$ eingerechnet; nur für Berechnungsvariante »Gleiten« und Verhältnis von Spannweite zu Schrittweite kleiner 20
Berechnungsmodus	Ja	Ja	Auswahl zwischen Berechnungsvariante »Fix« oder »Gleiten«
Fahrstreifenbreiten	Ja	Ja	mindeste und maximale Fahrstreifenbreite
Verhältnis SPW/SCW	Ja	Ja	Wert für Genauigkeit der Berechnungsvariante »Gleiten«

Einflussbreite, Berechnungsmodus, Fahrstreifenbreite und das Verhältnis von Spannweite (SPW) zu Schrittweite (SCW) wirken sich auf  $E_k$  und  $R_k$  aus; die KFG [20] Grenzwerte hingegen nur auf  $E_k$ ; die Sicherheitsfaktoren und der Offset nur auf  $R_k$ . Grundsätzlich stellen sich die Berechnungseinstellungen wie in Abbildung 4.43 dar. Ändert man den Berechnungsmodus von »Fix« auf »Gleiten« kommt die Option Spannw./Schritt w. (Verhältnis von Spannweite zu Schrittweite) hinzu (Abbildung 4.44).

**Berechnungseinstellungen**

Abhängig von Spannweite:

Von	Bis	Einflussbreite (max)	Fahrstreifenbreite (max)
0,0 m	5,0 m	3,0 m	4,5 m
5,0 m	10,0 m	6,0 m	5,0 m
10,0 m	20,0 m	10,0 m	5,5 m
20,0 m	50,0 m	15,0 m	6,0 m
50,0 m	100,0 m	20,0 m	6,5 m
100,0 m	999,0 m	25,0 m	7,5 m

Berechnungsmodus: Berechnungsvariante

Fahrstreifenbreiten für B- und L-Straßen:

L-Straßen (mindestens)	2,75 m
B-Straßen (mindestens)	3,00 m

Grenzwerte für die Überprüfung lt. Kraftfahrzeuggesetz:

Gesamtgewicht (leer)	60,0 Tonnen
Gewicht pro Meter (leer)	5,0 Tonnen/Meter
Maximale Achslast	12,0 Tonnen

Globale Sicherheitsfaktoren für Auflagen:

1.01, 1.02, 1.03, 1.04	0,95
1.11, 1.12, 1.13	0,95
1.21, 1.22, 1.23	0,90

**Abb. 4.43:** Benutzerdefinierte Eingaben zur Berechnung der Belastungsnormen und Vergleichsnorm beim Berechnungsmodus »Fix«

Berechnungseinstellungen									
Abhängig von Spannweite:				Einflussbreite (max)		Fahrstreifenbreite (max)		Berechnungsmodus:	
Von	0,0 m	Bis	5,0 m	3,0 m		4,5 m		Berechnungsvariante	Gleiten
Von	5,0 m	Bis	10,0 m	6,0 m		5,0 m		Spannw./Schrittweite	20
Von	10,0 m	Bis	20,0 m	10,0 m		5,5 m		Fahrstreifenbreiten für B- und L-Straßen:	
Von	20,0 m	Bis	50,0 m	15,0 m		6,0 m		L-Straßen (mindestens)	2,75 m
Von	50,0 m	Bis	100,0 m	20,0 m		6,5 m		B-Straßen (mindestens)	3,00 m
Von	100,0 m	Bis	999,0 m	25,0 m		7,5 m			
Grenzwerte für die Überprüfung lt. Kraftfahrzeuggesetz:				Globale Sicherheitsfaktoren für Auflagen:					
Gesamtgewicht (leer)	60,0 Tonnen			1.01, 1.02, 1.03, 1.04	0,95				
Gewicht pro Meter (leer)	5,0 Tonnen/Meter			1.11, 1.12, 1.13	0,95				
Maximale Achslast	12,0 Tonnen			1.21, 1.22, 1.23	0,90				

**Abb. 4.44:** Benutzerdefinierte Eingaben zur Berechnung der Belastungsnormen und Vergleichsnorm beim Berechnungsmodus »Gleiten«

Wird das Verhältnis von Spannweite zu Schrittweite auf 15 bzw. 10 gesetzt, kommt ein Offsetwert für die Sicherheitsfaktoren hinzu. Der Unterschied wird in Abbildung 4.45 dargestellt. Weicht man vom Standardwert 20 ab, können mit dem Offsetwerten geringere Sicherheitsfaktoren eingestellt werden; dies führt zu mehr Sicherheit (Formel 4.2). Ein geringeres Verhältnis von Spannweite zu Schrittweite bedeutet eine eventuell höhere Abweichung vom exakten Ergebnis – aber auch eine verringerte Berechnungsdauer.

Berechnungseinstellungen									
Abhängig von Spannweite:				Einflussbreite (max)		Fahrstreifenbreite (max)		Berechnungsmodus:	
Von	0,0 m	Bis	5,0 m	3,0 m		4,5 m		Berechnungsvariante	Gleiten
Von	5,0 m	Bis	10,0 m	6,0 m		5,0 m		Spannw./Schrittweite	15
Von	10,0 m	Bis	20,0 m	10,0 m		5,5 m		Fahrstreifenbreiten für B- und L-Straßen:	
Von	20,0 m	Bis	50,0 m	15,0 m		6,0 m		L-Straßen (mindestens)	2,75 m
Von	50,0 m	Bis	100,0 m	20,0 m		6,5 m		B-Straßen (mindestens)	3,00 m
Von	100,0 m	Bis	999,0 m	25,0 m		7,5 m			
Grenzwerte für die Überprüfung lt. Kraftfahrzeuggesetz:				Globale Sicherheitsfaktoren für Auflagen:					
Gesamtgewicht (leer)	60,0 Tonnen			1.01, 1.02, 1.03, 1.04	0,95	-	0,05	=	0,90
Gewicht pro Meter (leer)	5,0 Tonnen/Meter			1.11, 1.12, 1.13	0,95	-	0,05	=	0,90
Maximale Achslast	12,0 Tonnen			1.21, 1.22, 1.23	0,90	-	0,05	=	0,85

**Abb. 4.45:** Benutzerdefinierte Eingaben zur Berechnung der Belastungsnormen und Vergleichsnorm beim Verhältnis von Spannweite zu Schrittweite = 15

#### 4.4.2.1 Einflussbreite und maximale Fahrstreifenbreite

Eingegeben wird die Spannweite in [m] z.B. Von 5,0 m Bis 10,0 m und die zulässige maximale Einflussbreite in [m] z.B. 6,0 m und die zulässige maximale Fahrstreifenbreite in [m] z.B. 5,0 m. Herangezogen zur Berechnung wird für Brücken mit einer Einzelspannweite im Bereich von 5,0 bis 10,0 m eine maximale Einflussbreite von 6,0 m. Für eine solche Brücke beträgt die maximale Fahrstreifenbreite 5,0 m. Die einzelnen Spannweitenbereiche sind in Abbildung 4.46 zu sehen.

Abhängig von Spannweite:				Einflussbreite (max)	Fahrstreifenbreite (max)
Von	0,0 m	Bis	5,0 m	3,0 m	4,5 m
Von	5,0 m	Bis	10,0 m	6,0 m	5,0 m
Von	10,0 m	Bis	20,0 m	10,0 m	5,5 m
Von	20,0 m	Bis	50,0 m	15,0 m	6,0 m
Von	50,0 m	Bis	100,0 m	20,0 m	6,5 m
Von	100,0 m	Bis	999,0 m	25,0 m	7,5 m

Abb. 4.46: Je länger die Brücke, desto mehr Breite wird aktiviert

**TIPP:** Änderungen bei der Einflussbreite bzw. der maximalen Fahrstreifenbreite wirken auf Belastungsnormen und Vergleichsnorm. Brückendaten müssen neu eingelesen werden.

#### 4.4.2.2 Grenzwerte Leerfahrt

Leerfahrten sind zu berechnen, wenn Grenzwerte des KFG [20] überschritten werden (siehe Abbildung 4.47). Diese Einstellung gibt es für den Fall, dass sich die gesetzlichen Werte ändern.

Grenzwerte für die Überprüfung lt. Kraftfahrzeuggesetz:	
Gesamtgewicht (leer)	60,0 Tonnen
Gewicht pro Meter (leer)	5,0 Tonnen/Meter
Maximale Achslast	12,0 Tonnen

Abb. 4.47: Werden die Grenzwerte unterschritten, entfällt die Berechnung der Leerfahrt

### 4.4.2.3 Berechnungsmodus

**Berechnungsmodus »Fix«** *Sotra UI 2016* legt die Belastung an Fixpunkten auf die Brücke. Jede einzelne Achse des Fahrzeugs wird immer fix auf das Maximum der Einflusslinie positioniert. An jeder Position ermittelt das Programm Auflagerreaktionen, Biegemomente und Querkräfte. Die Maximal- bzw. Minimalwerte je Fahrstreifen werden gespeichert (Abbildung 4.48). Dieser Berechnungsmodus ist schneller als »Gleiten«, birgt aber die Gefahr nicht alle Maximal- bzw. Minimalwerte korrekt abzubilden.

Berechnungsmodus:	
Berechnungsvariante	Fix

**Abb. 4.48:** Berechnungsvariante »Fix«

**Berechnungsmodus »Gleiten«** *Sotra UI 2016* schickt die Belastungen schrittweise über die Brücke. Die Fahrzeuge werden auf den Fahrstreifenanfang positioniert und mit einer Schrittweite über den Ein- bzw. Zweifeldträger geschoben. Bei jedem Schritt ermittelt das Programm Auflagerreaktionen, Biegemomente und Querkräfte. Die Maximal- bzw. Minimalwerte je Fahrstreifen werden gespeichert. Die Schrittweite ist das Minimum aus 1,0 m und Spannweite/20 (Abbildung 4.49).

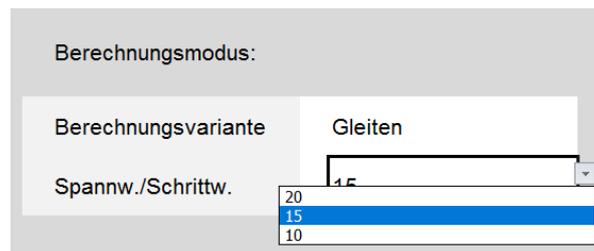
**Beispiel** Spannweite  $l = 10$  m:  $s_l = l/20 = 10/20 = 0,5$  m  $< s_{max} = 1,0$  m.

Berechnungsmodus:	
Berechnungsvariante	Gleiten
Spannw./Schrittw.	20

**Abb. 4.49:** Berechnungsvariante »Gleiten« mit Standardverhältnis von 20

Das Verhältnis von Spannweite zu Schrittweite hat Auswirkungen auf die Berechnungsgenauigkeit. Mit den Verhältnis 15 bzw. 10 erhöht sich die Schrittweite und es reduziert die Anzahl von Berechnungen je Fahrstreifen; es wird Berechnungszeit gespart. Per Dropdown-Menü wählt man das gewünschte Verhältnis (Abbildung 4.50).

**Beispiel** Spannweite  $l = 10$  m:  $s_l = l/15 = 10/15 = 0,666$  m  $< s_{max} = 1,0$  m.



**Abb. 4.50:** Per Dropdown-Menü setzt man das Verhältnis auf 20 (Empfehlung), 15 oder 10

**TIPP:** Änderungen bei der Schrittweite wirken auf Belastungsnormen und Vergleichsnorm. Brückendaten müssen neu eingelesen werden.

### Exkurs Beginn

Empfohlen wird ein Spannweite-zu-Schrittweite-Verhältnis von 20 bzw. eine maximale Schrittweite von 1,0 m. Eine Analyse der Abweichungen vom exakten Berechnungsergebnis führt auf diese Empfehlung. Das exakte Berechnungsergebnis ist die horizontale 0,0 %-Achse. Das Diagramm in Abbildung 4.51 zeigt die Abweichungen in [%] (vertikale Achse) bei verschiedenen Spannweiten in [m] (horizontale Achse) vom exakten Ergebnis; z.B: das Berechnungsergebnis (Schrittweite 1,0 m) hat eine Abweichung von 0,2 % vom exakten Ergebnis bei einer Spannweite von 9 m.



**Abb. 4.51:** Abweichungen in [%] (vertikale Achse) bei verschiedenen Spannweiten in [m] (horizontale Achse) vom exakten Ergebnis; jeweils für die Schrittweiten 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m und 1,00 m

Mit zunehmender Spannweite bzw. kleinerer Schrittweite nähern sich die Berechnungsergebnisse dem exakten Ergebnis an. Ein Berechnungsfehler von maximal  $\pm 0,1 \%$  wird toleriert. Ab einer Spannweite von 9 m ist die Abweichung mit 0,50 m Schrittweite kleiner als 0,081 %; bei 0,75 m Schrittweite ist die Abweichung ab 13 m Spannweite kleiner als 0,096 % und für 1,00 m Schrittweite wird die Zielvorgabe bei 17 m Spannweite mit  $0,097 \% \leq 0,1 \%$  erreicht. Die Tabelle 4.4 zeigt die Abweichungen bei den untersuchten Schrittweiten und listet das Verhältnis von

Spannweite zu Schrittweite beim Unterschreiten der Zielvorgabe (ein Abweichung von maximal  $\pm 0,1$  %). Ein Spannweite-zu-Schrittweite-Verhältnis von 20 gewährleistet Abweichungen unter der Zielvorgabe.

**Tab. 4.4:** Absolute Abweichungen, Spannweite und Schrittweite zusammengefasst

Schrittweite [m]	Abweichung [%]	Spannweite [m]	Spannw./Schrittw.
0,25 m	$\leq 0,054$ %	–	–
0,50 m	$\leq 0,081$ %	ab 9 m	18,0
0,75 m	$\leq 0,096$ %	ab 13 m	17,3
1,00 m	$\leq 0,097$ %	ab 17 m	17,0

Exkurs Ende

#### 4.4.2.4 Globale Sicherheitsfaktoren

Eine qualitative Beurteilung einer Brücke ist nur für Nutzungen ausreichend, die keine größeren Beanspruchungen hervorrufen als die bisher in Verkehr gesetzten – so steht es in der ONR 24008 (2014) [19] geschrieben. Ein Vergleich zwischen dem charakteristischen Wert des Widerstands  $R_k$  und des charakteristischen Werts der Auswirkungen des Sondertransports  $E_k$  ist zulässig; solange die Grundsätze aus Kapitel 2.3.2.2 eingehalten werden.

Um Ungenauigkeiten und Fehler auszugleichen, wird ein deterministisches Sicherheitskonzept angewendet. Globale Sicherheitsfaktoren werden mit der Widerstandsseite multipliziert. Die Voreinstellung bei Berechnungsvariante »Fix« bzw. »Gleiten« (Verhältnis Spannweite zu Schrittweite von 20) sind  $\gamma_{glob} = 0,95$  für Auflagen 1.01 bis 1.13 und  $\gamma_{glob} = 0,90$  für Auflagen 1.21 bis 1.23 (siehe Abbildung 4.52).

Globale Sicherheitsfaktoren für Auflagen:		Globale Sicherheitsfaktoren für Auflagen:	
1.01, 1.02, 1.03, 1.04	0,95	1.01, 1.02, 1.03, 1.04	0,95
1.11, 1.12, 1.13	0,95	1.11, 1.12, 1.13	0,95
1.21, 1.22, 1.23	0,90	1.21, 1.22, 1.23	0,90
Berechnungsmodus:		Berechnungsmodus:	
Berechnungsvariante	Fix	Berechnungsvariante	Gleiten
		Spannw./Schrittw.	20

(a) Berechnungsvariante »Fix«

(b) Berechnungsvariante »Gleiten«

**Abb. 4.52:** Globale Sicherheitsfaktoren für Auflagen

In *Sotra UI 2016* kommt die Formel 4.2 zur Anwendung:

$$\frac{E_k}{R_k \cdot \gamma_{glob}} \leq 1,0 \quad (4.2)$$

Die Auswahl beginnt bei Auflage 1.01: *keine Auflage*. Wird die Formel 4.2 nicht erfüllt, geht es weiter mit Auflage 1.02: *Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h zu erfolgen*. Der Vorgang endet, wenn eine Auflage die Formel 4.2 erfüllt.

Bei Berechnungsvariante »Gleiten« ermöglicht ein geändertes Spannweiten-zu-Schrittweiten-Verhältnis die Eingabe eines Offset zu den globalen Sicherheitsfaktoren. Wie in Kapitel 4.4.2.3 erwähnt, reduziert sich die Berechnungsdauer, aber auch die Genauigkeit des Berechnungsergebnisses. Mit einer höheren Sicherheit wird darauf reagiert. Der Offset ist 0,05 (siehe Abbildung 4.53). Für die Auflagen 1.01 bis 1.13 führt dies zu einem  $\gamma_{glob} = 0,90$ ; nach Abzug des Offsets 0,05 vom Standardwert 0,95. Analog wird für die Auflagen 1.21 bis 1.23 vorgegangen;  $\gamma_{glob} = 0,85$ ; nach Abzug des Offsets 0,05 vom Standardwert 0,90.

Globale Sicherheitsfaktoren für Auflagen:		Offset für geringeres Verhältnis Spannw./Schrittw.			
1.01, 1.02, 1.03, 1.04	0,95	-	0,05	=	0,90
1.11, 1.12, 1.13	0,95	-	0,05	=	0,90
1.21, 1.22, 1.23	0,90	-	0,05	=	0,85
Berechnungsmodus:					
Berechnungsvariante	Gleiten				
Spannw./Schrittw.	15				

**Abb. 4.53:** Für geringere Spannweiten-zu-Schrittweiten Verhältnisse von 15 oder 10 kann ein Offset vom globalen Sicherheitsfaktor gewählt werden

#### 4.4.2.5 Mindest-Fahrstreifenbreite

Die Vorgaben bei der Fahrstreifenbreite regeln die rechnerische Mindestbreite von einzelnen Fahrstreifen. Die Mindestwerte aus Abbildung 4.54 für L- bzw. B Landesstraßen stammen aus der RVS 03.03.31 (Querschnittselemente Freilandstraßen). *Sotra UI 2016* berechnet für jede Brücke die zulässige Anzahl von Fahrstreifen in Kombination mit den Einflussbreiten bzw. maximalen Fahrstreifenbreiten aus Kapitel 4.4.2.1. Der genaue Vorgang wird im folgenden Exkurs erklärt.

Fahrstreifenbreiten für B- und L-Straßen:	
L-Straßen (mindestens)	2,75 m
B-Straßen (mindestens)	3,00 m

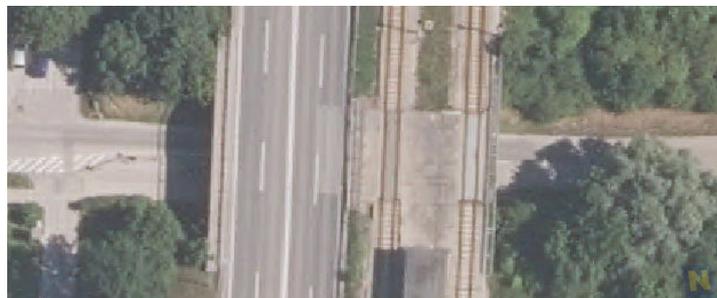
**Abb. 4.54:** Rechnerische Fahrstreifenbreiten in [m]

**TIPP:** Änderungen bei der Mindest-Fahrstreifenbreite wirken auf Belastungsnormen und Vergleichsnorm. Brückendaten müssen neu eingelesen werden.

### Exkurs Beginn

Die Wahl der Fahrstreifenbreite und Fahrstreifenanzahl von Brücken ist eingeteilt in mehrere Stufen. Die einzelnen Stufen dienen zur Überprüfung der TEKU-Daten. Sind Daten aus der TEKU falsch, springt das Programm zur nächsten Stufe. Dieser Vorgang läuft solange, bis die Bedingungen einer Stufe erfüllt sind. Zur besseren Veranschaulichung dieses Vorganges betrachten wir zwei Beispiele:

Brückenbreite am Beispiel der Brücke B17.03 bei km 9,77 – Krotenbach bei Maria Enzersdorf. Ein Luftbild in Abbildung 4.55 zeigt die Situation. Aus der Brückendatenbank folgt die Fahrbahnbreite links = 10,9 m, die Fahrbahnbreite rechts = 7,1 m, die Anzahl der markierten Fahrstreifen = 2 und die Spannweite = 4,6 m. Die Belastungsnorm der Brücke ist ÖN B 4002 (1970).



**Abb. 4.55:** Luftbild Brücke B17.03 aus NÖ Atlas

Das *Sotra UI 2016* wählt die rechnerische Brückenbreite wie folgt:

#### BEGINN STUFE 1:

- Bestimmen des Minimums aus Fahrbahnbreite links und Fahrbahnbreite rechts → Brückenbreite = 7,1 m
- Überprüfen der markierten Fahrbahnbreite mit Anzahl der markierten Fahrstreifen →  $\text{Brückenbreite} / \text{Anzahl der markierten Fahrstreifen} = 7,1 / 2 = 3,55 \text{ m}$  → Werden Grenzwerte eingehalten?

- Fahrstreifenbreite =  $3,55 \text{ m} \geq 2,5 \text{ m}$  ✓ Mindestbreite eines Fahrstreifens lt. Belastungsnorm ÖN B 4002 (1970)
- Fahrstreifenbreite =  $3,55 \text{ m} \geq 3,0 \text{ m}$  ✓ bei B Landesstraßen (siehe Kapitel 4.4.2.5)
- Fahrstreifenbreite =  $3,55 \text{ m} \leq 4,5 \text{ m}$  ✓ lt. Einstellungen (siehe Kapitel 4.4.2.5)

Grenzwerte werden eingehalten. → Fahrstreifenbreite = 3,55 m

**ENDE STUFE 1:** Alle Grenzwerte der Stufe 1 werden erfüllt. Die Daten der Brücke sind korrekt. Ein Brückenbreite von 7,1 m mit 2 markierten Fahrstreifen führt auf eine zulässige Fahrstreifenbreite von 3,55 m.

Betrachten wir nun ein Beispiel, das alle Stufen durchläuft: Die Brücke B46.01 bei km 5,23 – B46 über die B46 bei Lanzendorf. Ein Luftbild in Abbildung 4.55 zeigt die Situation. Im Bereich der Brücken kommen mehrere Spuren zusammen: zwei Fahrstreifen, eine Auffahrts- und eine Abfahrts-Spur. Aus der Brückendatenbank folgt die Fahrbahnbreite links = 14,5 m, die Fahrbahnbreite rechts = 0,0 m, die Spannweite = 25,5 m und die Anzahl der markierten Fahrstreifen = 2. Ein Problem lässt sich bereits jetzt erkennen; die Anzahl der Fahrstreifen ist in der TEKU korrekt, aber die Summe aller Spuren ist nicht enthalten. Deshalb zielt das nun folgende stufenweise aufgebaute System darauf ab eine sinnvolle Brückenbreite aus den Daten den TEKU zu wählen. Die Belastungsnorm der Brücke ist ÖN EN 1991-2 (2004).



**Abb. 4.56:** Luftbild Brücke B46.01 aus NÖ Atlas

Das *Sotra UI 2016* wählt die rechnerische Brückenbreite wie folgt:

**BEGINN STUFE 1:**

- a) Bestimmen des Minimums aus Fahrbahnbreite links und Fahrbahnbreite rechts → Brückenbreite = 14,5 m
- b) Überprüfen der markierten Fahrbahnbreite mit Anzahl der markierten Fahrstreifen →  $\text{Brückenbreite}/\text{Anzahl der markierten Fahrstreifen} = 14,5/2 = 7,25 \text{ m}$  → Werden Grenzwerte eingehalten?

- Fahrstreifenbreite =  $7,25 \text{ m} \geq 3,0 \text{ m}$  ✓ Mindestbreite eines Fahrstreifens lt. Belastungsnorm ÖN EN 1991-2 (2004)
- Fahrstreifenbreite =  $7,25 \text{ m} \geq 3,0 \text{ m}$  ✓ bei B Landesstraßen (siehe Kapitel 4.4.2.5)
- Fahrstreifenbreite =  $7,25 \text{ m} \leq 6,0 \text{ m}$  ✗ lt. Einstellungen (siehe Kapitel 4.4.2.5)

**Grenzwerte werden nicht eingehalten.** → Neue Annahme: Fahrstreifenbreite = 6,0 m

#### BEGINN STUFE 2:

- c) Bestimmen der Einflussbreite abhängig von Spannweite → Spannweite Von 20,0 m Bis 50,0 m → zulässige Einflussbreite = 15,0 m (siehe Kapitel 4.4.2.1)
- d) Abstimmen der zulässigen Einflussbreite mit Fahrstreifenbreite. Ziel: nur ganze Fahrstreifen dürfen entfallen, weil die ONR 24008 einen qualitativen Vergleich des Verkehrs je Fahrstreifen vorsieht → zulässige Einflussbreite/Fahrstreifenbreite =  $15,0/6,0 = 2,5$  Anzahl rechnerische Fahrstreifen →  $\text{Runden}(2,5) = 3$  gerundete Anzahl rechnerische Fahrstreifen
- e) Berechnen der Brückenbreite für Lastnorm und Vergleichsnorm → gerundete Anzahl rechnerische Fahrstreifen  $\cdot$  Fahrstreifenbreite =  $3 \cdot 6,0 = 18,0 \text{ m}$  → überprüfen ob rechnerische Brückenbreite kleiner als Brückenbreite?
  - rechnerische Brückenbreite =  $18,0 \text{ m} \leq 14,5 \text{ m}$  ✗ Brückenbreite aus TEKU-Daten

**Grenzwerte werden nicht eingehalten.** → Neue Ann.: rechnerische Brückenbreite = 14,5 m

#### BEGINN STUFE 3:

- f) Überprüfen ob die rechnerische Brückenbreite = 14,5 m die Grenzwerte aus Stufe 1 erfüllt, denn wenn JA ist die Anzahl der markierten Fahrstreifen = 1:
  - Fahrstreifenbreite =  $14,5 \text{ m} \geq 3,0 \text{ m}$  ✓ Mindestbreite eines Fahrstreifens lt. Belastungsnorm ÖN EN 1991-2 (2004)
  - Fahrstreifenbreite =  $14,5 \text{ m} \geq 3,0 \text{ m}$  ✓ bei B Landesstraßen (siehe Kapitel 4.4.2.5)
  - Fahrstreifenbreite =  $14,5 \text{ m} \leq 6,0 \text{ m}$  ✗ lt. Einstellungen (siehe Kapitel 4.4.2.5)

**Grenzwerte werden nicht eingehalten.**

#### BEGINN STUFE 4:

- g) Überprüfen der rechnerische Brückenbreite = 14,5 m mit Anzahl der gerundete Anzahl rechnerische Fahrstreifen = 3 →  $14,5/3 = 4,83 \text{ m}$  → Werden Grenzwerte eingehalten?
  - Fahrstreifenbreite =  $4,83 \text{ m} \geq 3,0 \text{ m}$  ✓ Mindestbreite eines Fahrstreifens lt. Belastungsnorm ÖN EN 1991-2 (2004)

– Fahrstreifenbreite = 4,83 m  $\leq$  6,0 m ✓ lt. Einstellungen (siehe Kapitel 4.4.2.5)

Grenzwerte werden eingehalten. → Fahrstreifenbreite = 4,83 m

**ENDE STUFE 4:** Alle Grenzwerte der Stufe 4 werden erfüllt. Ein Brückenbreite von 14,5 m mit 3 markierten Fahrstreifen führt auf eine zulässige Fahrstreifenbreite von 4,83 m.

### Exkurs Ende

#### 4.4.3 Abfertigung

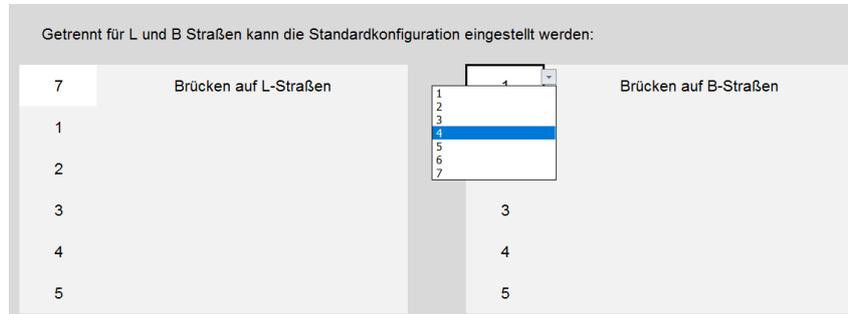
Die Einstellungen zur Abfertigung dienen dem Kontakt zum Antragsteller. Jeder Text wird hier geregelt, der nicht der Brückendatenbank TEKU entspringt. Auch die Standardkonfiguration-Einstellungen lassen sich anpassen. Einen Überblick über die Möglichkeiten finden Sie in Abbildung 4.57.

Abfertigungseinstellungen					
Getrennt für L und B Straßen kann die Standardkonfiguration eingestellt werden:		Überschreibung (aus Focus übernommen)			
7	Brücken auf L-Straßen	1	Brücken auf B-Straßen	L-Straßen	B-Straßen
1		1		0 Brücken	0 Brücken
2		2		0 Brücken	0 Brücken
3		3		0 Brücken	0 Brücken
4		4		0 Brücken	0 Brücken
5		5		0 Brücken	0 Brücken
Standardkonfigurationen eingegeben: Der erste Wert ist die Minimalanzahl an Brücken für eine Kategorie der zweite der prozentuale Wert der Gesamtanzahl von Brücken.					
1.	Standardkonfiguration	2.	Standardkonfiguration	3.	Standardkonfiguration
1	20 Brücken 100 %	1	16 Brücken 80 %	1	12 Brücken 60 %
2		2	4 Brücken 20 %	2	6 Brücken 30 %
3		3		3	2 Brücken 10 %
4		4		4	
5		5		5	
4.	Standardkonfiguration	5.	Standardkonfiguration	6.	Standardkonfiguration
1	7 Brücken 70 %	1	14 Brücken 70 %	1	7 Brücken 85 %
2	2 Brücken 20 %	2	3 Brücken 15 %	2	1 Brücken 5 %
3	1 Brücken 10 %	3	2 Brücken 10 %	3	1 Brücken 5 %
4		4	1 Brücken 5 %	4	1 Brücken 5 %
5		5		5	

**Abb. 4.57:** Übersicht der Einstellungen zur Abfertigung: Standardkonfigurationen

Die Standardkonfiguration-Einstellungen können sowohl am User Interface vorgenommen werden (siehe Abbildung 4.11) als auch in den Einstellungen. Wie das STEUERFELD funktioniert, wurde in

Kapitel 4.2.1 vorgestellt. Im Tabellenblatt Einstellungen wählen Sie in der Navigation den Bereich »Abfertigen«. Der erste Bereich (siehe Abbildung 4.58) ist für die Auswahl zuständig. Sie klicken auf das Feld links oben und wählen im Dropdown-Menü die gewünschte Standardkonfiguration.



**Abb. 4.58:** Wählen Sie die Standardkonfiguration für die Abfertigung in den Einstellungen

Direkt darunter werden die ersten 6 Standardkonfigurationen festgelegt (siehe Abbildung 4.59). Die Standardkonfiguration 7 bewirkt die Ausgabe der Auflage für jede einzelne Brücke. Standardkonfiguration 1-6 können in 5 Bereiche unterteilt werden. Jeder Bereich wird durch zwei Werte definiert: Absolutwert und Prozentwert. Die Bedeutung kann am besten durch ein Beispiel dargestellt werden.

Standardkonfigurationen eingegeben: Der erste Wert ist die Minimalanzahl an Brücken für eine Kategorie der zweite der prozentuale Wert der Gesamtanzahl von Brücken.

1. Standardkonfiguration	2. Standardkonfiguration	3. Standardkonfiguration
1 20 Brücken 100 %	1 16 Brücken 80 %	1 12 Brücken 60 %
2	2 4 Brücken 20 %	2 6 Brücken 30 %
3	3	3 2 Brücken 10 %
4	4	4
5	5	5

4. Standardkonfiguration	5. Standardkonfiguration	6. Standardkonfiguration
1 7 Brücken 70 %	1 14 Brücken 70 %	1 7 Brücken 85 %
2 2 Brücken 20 %	2 3 Brücken 15 %	2 1 Brücken 5 %
3 1 Brücken 10 %	3 2 Brücken 10 %	3 1 Brücken 5 %
4	4 1 Brücken 5 %	4 1 Brücken 5 %
5	5	5

**Abb. 4.59:** Standardkonfigurationen 1 bis 6 können eingestellt werden

In Tabelle 4.5 sehen wir in Spalte 1 die möglichen Auflagen. Daneben (in Spalte 2), ist die Anzahl an Brücken eingetragen, welche der jeweiligen Auflage zugeordnet werden kann. Wir wählen die Standardkonfiguration 2 der Abbildung 4.59. Insgesamt sollen 20 Brücken bewertet werden. Im ersten Bereich müssen mindestens 16 Brücken (das Maximum aus 16 und 80 % von 20) erwähnt werden. Diese Bedingung ist in Tabelle 4.5 erst bei Auflage 1.11 erfüllt. Alle Brücken mit einer geringeren Auflage als 1.11 werden auf dieses Niveau angehoben. In der Standardkonfiguration 2

sind zwei Bereiche vorgesehen. Das bedeutet die restlichen Brücken werden zusammengefasst. Die maximal vorkommende Auflage lautet 1.22. Alle Brücken mit der Auflage von 1.12 bis 1.21 werden auf das Niveau von 1.22 gehoben.

**Tab. 4.5:** Beispiel zur Veranschaulichung des Standardkonfiguration 2

Auflage	Anzahl	Summe	Auflage	
1.01	10	10	$\geq 16$	$\times$
1.02	1	11	$\geq 16$	$\times$
1.03	2	13	$\geq 16$	$\times$
1.11	4	17	$\geq 16$	$\checkmark$ 1.11
1.12	0	0		$\times$
1.13	0	0		$\times$
1.21	2	2		$\times$
1.22	1	3		$\checkmark$ 1.22
1.23	0	0		

Wie würde das selbe Beispiel mit der Standardkonfiguration 3 aus Abbildung 4.59 aussehen? Es sind drei Bereiche definiert. Im ersten müssen mindestens 12 (das Maximum aus 12 und 60 % von 20), im zweiten 6 (das Maximum aus 6 und 30 % von 20) und im dritten der Rest vorkommen. Wir sehen in Tabelle 4.6, dass der erste Bereich bis zur Auflage 1.03 reicht. Die zweite erteilte Auflage lautet 1.21. Der Rest wird der Auflage 1.22 zugeordnet. Die Auflage 1.30 und fehlerhafte Brücken werden extra ausgegeben, falls notwendig,.

**Tab. 4.6:** Beispiel zur Veranschaulichung des Standardkonfiguration 3

Auflage	Anzahl	Summe	Auflage	
1.01	10	10	$\geq 12$	$\times$
1.02	1	11	$\geq 12$	$\times$
1.03	2	13	$\geq 12$	$\checkmark$ 1.03
1.11	4	4	$\geq 6$	$\times$
1.12	0	4	$\geq 6$	$\times$
1.13	0	4	$\geq 6$	$\times$
1.21	2	6	$\geq 6$	$\checkmark$ 1.21
1.22	1	1		$\checkmark$ 1.22
1.23	0	0		

Tabelle 4.5 und 4.6 enthalten natürlich nicht genügend Informationen, um den Transport abzuwickeln. Deshalb brauchen wir eine Aufbereitung. Der Körper des Bescheides besteht aus bis zu fünf Kapiteln: Allgemeine Vorschriften, Hauptteil Lastfahrt, Hauptteil Leerfahrt, Verkehrsmeldungen Lastfahrt und Verkehrsmeldungen Leerfahrt. All diese Kapitel können, müssen aber nicht vorkommen (Überblick siehe Abbildung 4.60 und Abbildung 4.61).

Legt den Standardüberschriftentext der Auflagen für die Abfertigung fest:

1.01	1.01) Keine Auflage
1.02	1.02) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h zu erfolgen
1.03	1.03) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen
1.04	1.04) Beim Befahren der Brücke ist zum voran fahrenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten
1.11	1.11) Beim Befahren der Brücke ist zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten
1.12	1.12) Das Befahren der Brücke ist mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h zu erfolgen, wobei zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mi
1.13	1.13) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen, wobei zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mir
1.21	1.21) Das Befahren der Brücke hat im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen
1.22	1.22) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen
1.23	1.23) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen
1.30	1.30) Es ist eine detaillierte Nachrechnung der befahrenen Brücke notwendig. Erst auf Grund der Nachrechnung kann eine Genehmigung erteilt werden
Fehler	Es ist ein Fehler bei der Berechnung der Brücke aufgetreten

Abb. 4.60: Übersicht der Einstellungen zur Abfertigung Auflagentexte

Legt den Standardtext für Spezialbemerkungen fest:

> 150 t Gesamtgewicht	Die Abteilung Brückenbau ist mindestens 5 Werktag vor Transportbeginn unter Angabe der Durchfahrtszeit, dem Gesamtgewicht und der Geschäftszahl be
Leerfahrt entspricht KFG	Für die Leerfahrt werden keine Auflagen erteilt da das Fahrzeug im unbeladenen Zustand dem KFG entspricht.
keine Brücken auf Route	Es liegen keine Brücken auf der angegebenen Route.
Leerf. Fahrzeug fehlerh.	Für die Leerfahrt kann keine Aussage getroffen werden, da das Fahrzeug fehlerhaft eingegeben wurde.
Fehler Gesamtgewicht	Das Gesamtgewicht des Fahrzeuges wurde falsch eingetragen.
Fehler Achslasten	Die Achslasten des Fahrzeuges wurden falsch eingegeben.
Fehler Achsabstände	Die Achsabstände des Fahrzeuges wurden falsch eingegeben.
Fehler Gesamtlänge	Die Gesamtlänge des Fahrzeuges wurde fehlerhaft eingegeben.
Standardfahrzeug	Im Antrag fehlt ein Zugfahrzeug. Deshalb wurde ein Standardfahrzeug vor den Anhänger gestellt. Durch die fehlerhafte Eingabe kann es zu härteren Auflage
Fehler Abstand ZF/Anh	Im Antrag fehlt der Abstand zwischen Zugfahrzeug und Anhänger.
keine Brücke auf Abschn	Es liegt keine Brücke auf dieser Straße.
k. Br. über Grundaufl.	Alle Brücken dieser Straße werden mit der Grundaufgabe befahren.

Legt den Standardtext für die Hauptaufgabe von L und B Straßen fest:

L	Alle L-Brücken (ausgenommen Sondervorschreibungen für Einzelobjekte)
L - keine Brücken	Es liegen keine L-Brücken auf der beantragten Route
B	Alle B-Brücken (ausgenommen Sondervorschreibungen für Einzelobjekte)
B - keine Brücken	Es liegen keine B-Brücken auf der beantragten Route

Legt das Format für die Auflistungen fest:

Ausgabe sortiert nach	Straße	Brückennummer	Ja	keine Brücken beinh.	Nein
Aufzählungszeichen	-	Brückennamen	Nein	nur Grundvorschrift	Nein
Trennzeichen	-	Brücken Kilometer	Ja		
Anzahl Leerz. Einrückung	4	Töpfe einsetzen	Ja		
alle Brücken ausgeben	Nein				

Straßenzüge ausblenden die...

Abb. 4.61: Übersicht der Einstellungen zur Abfertigung – Sonderbemerkungen und Format-Optionen

Der Nutzer erhält zwei Formatoptionen. Einerseits die Sortierung nach Auflagen, andererseits die Sortierung nach Straße. Um die nachfolgenden Einstellungen besser erklären zu können, werden hier Beispiele von Auflagentexten in Abbildung 4.62 und Abbildung 4.63 gegeben.

<p><b>Allgemeine Vorschriften:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Für die Leerfahrt werden keine Auflagen erteilt da das Fahrzeug im unbeladenen Zustand dem KFG entspricht.</li> </ul> <p><b>Lastfahrt:</b></p> <p>1.03) Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alle B-Brücken (ausgenommen Sondervorschriften für Einzelobjekte)</li> </ul> <p>1.21) Das Befahren von Brücken hat im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alle L-Brücken (ausgenommen Sondervorschriften für Einzelobjekte)</li> <li>– B2.31 - Schmida in Roseldorf - km 36,14</li> <li>– B28.04 - Jessnitzbach bei St. Anton an der Jessnitz - km 4,46</li> </ul> <p><b>Verkehrsmeldungen für die Lastfahrt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– L123.00 halbseitige Sperre von 11.08.2014 bis 06.11.2014</li> </ul>
--

**Abb. 4.62:** Vorschriften für einen Bescheid sortiert nach Auflagen

<p><b>Lastfahrt:</b></p> <p><b>Grundvorschrift:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alle B-Brücken (ausgenommen Sondervorschriften für Einzelobjekte) - 1.03) Das Befahren von Brücken hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen</li> <li>– Alle L-Brücken (ausgenommen Sondervorschriften für Einzelobjekte) - 1.21) Das Befahren der Brücke hat im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen</li> </ul> <p><b>Sondervorschriften für Einzelobjekte:</b></p> <p><u>Abschnitt 1</u></p> <p>B2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– B2.31 - km 36,14 - 1.21) Das Befahren der Brücke hat im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen</li> </ul> <p><u>Abschnitt 2</u></p> <p>B28</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– B39.10 - km 15,29 - 1.21) Das Befahren der Brücke hat im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen</li> </ul> <p><u>Abschnitt 3</u></p> <p>L123</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alle Brücken dieser Straße werden mit der Grundaufgabe befahren.</li> </ul> <p><b>Anmerkungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Für die Leerfahrt werden keine Auflagen erteilt da das Fahrzeug im unbeladenen Zustand dem KFG entspricht.</li> </ul> <p><b>Verkehrsmeldungen für die Lastfahrt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– L123.00 halbseitige Sperre von 11.08.2014 bis 06.11.2014</li> </ul>
--

**Abb. 4.63:** Vorschriften für einen Bescheid sortiert nach Straßen

**Allgemeine Vorschriften/Anmerkungen** Die allgemeinen Vorschriften betreffen vor allem Informationen, die aus dem Antrag ermittelt werden. In der Stellungnahme werden Bemerkungen für folgende Sonderfälle ausgegeben:

- Das Gesamtgewicht des SFZ liegt über 150 t.

- Die Leerfahrt ist nicht relevant (KFG Grenzwerte).
- Es liegen keine Brücken auf der Route.
- Das Fahrzeug ist im Antrag falsch eingegeben.

Die Bemerkungen Es liegt keine Brücke auf dieser Straße sowie Alle Brücken dieser Straße werden mit der Grundaufgabe befahren dienen nur der Aufbereitung der Vorschreibung sortiert nach Straße (siehe Abbildung 4.63).

**Auflagenüberschriften** Um dem Antragsteller einen Überblick der einzuhaltenden Auflagen zu geben, muss auch eine Beschreibung eingefügt werden. Für jede Auflage einzeln und die Gruppe Fehler können Standardtexte eingegeben werden (Abbildung 4.64).

Legt den Standardüberschriftentext der Auflagen für die Abfertigung fest:	
1.01	1.01) Keine Auflage
1.02	1.02) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h zu erfolgen
1.03	1.03) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen
1.04	1.04) Beim Befahren der Brücke ist zum voran fahrenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten
1.11	1.11) Beim Befahren der Brücke ist zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mindestabstand von 30 m einzuhalten
1.12	1.12) Das Befahren der Brücke ist mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h zu erfolgen, wobei zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mindestabstand
1.13	1.13) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h zu erfolgen, wobei zum voran fahrenden und nachfolgenden Verkehr ein Mindestabstand
1.21	1.21) Das Befahren der Brücke hat im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen
1.22	1.22) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 30 km/h im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen
1.23	1.23) Das Befahren der Brücke hat mit einer Geschwindigkeit von max. 5 km/h im Alleingang in Brückenmitte zu erfolgen
1.30	1.30) Es ist eine detaillierte Nachrechnung der befahrenen Brücke notwendig. Erst auf Grund der Nachrechnung kann eine Genehmigung erteilt werden
Fehler	Es ist ein Fehler bei der Berechnung der Brücke aufgetreten

**Abb. 4.64:** Die Beschreibung der Auflagen findet in diesem Feld Platz

**Alle ... Straßen** Der Bescheid muss lesbar bleiben. Deshalb wird die erste Gruppe von L-Brücken zusammengefügt, getrennt von der ersten Gruppe der B-Brücken. Anstelle der Brückennummern steht nur mehr der Satz: Alle L-Brücken (ausgenommen Sondervorschreibungen für Einzelobjekte). Dieser Standardtext kann verändert werden (Abbildung 4.65). Der Hinweis Es liegen keine L-Brücken auf der beantragten Route wird bei Vorschreibungen sortiert nach Straßen ausgegeben.

Legt den Standardtext für die Hauptaufgabe von L und B Straßen fest:	
L	Alle L-Brücken (ausgenommen Sondervorschreibungen für Einzelobjekte)
L - keine Brücken	Es liegen keine L-Brücken auf der beantragten Route
B	Alle B-Brücken (ausgenommen Sondervorschreibungen für Einzelobjekte)
B - keine Brücken	Es liegen keine B-Brücken auf der beantragten Route

**Abb. 4.65:** Die erste Gruppe von Brücken wird zusammengefasst – getrennt für L- und B Landesstraßen

**Format** Die Formateinstellungen ändern sich je nach Auswahl. In Abbildung 4.66(a) wird im Dropdown-Menü »Auflage« ausgewählt. Daraufhin können Sie das Aufzählungszeichen, das Trennzeichen zwischen zwei Informationen (z.B. Brückennummer und Brückenname) und die Einrückungstiefe einstellen. Diese Einstellungen sind sowohl für die Sortierung nach Auflage, als auch nach Straße gültig.

Wird im Dropdown-Menü in Abbildung 4.66(b) »Straße« gewählt, erweitern sich die Einstellungsoptionen. Es können Brückennummer, Brückenname, Brückenkilometer ein- bzw. ausgeblendet werden. Das Prinzip der Töpfe (siehe Kapitel 3.11 auf Seite 132) kann aktiviert oder deaktiviert werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit Straßenzüge ohne Sondervorschreibung oder Brücke im Bescheid auszublenden.

Legt das Format für die Auflistungen fest:	
Ausgabe sortiert nach	Auflage
Aufzählungszeichen	-
Trennzeichen	-
Anzahl Leerz. Einrückung	4
alle Brücken ausgeben	Nein

(a) Formatoptionen für die Sortierung nach Auflage

Legt das Format für die Auflistungen fest:		Straßenzüge ausblenden die...	
Ausgabe sortiert nach	Straße	Brückennummer	Ja
Aufzählungszeichen	-	Brückennamen	Nein
Trennzeichen	-	Brücken Kilometer	Ja
Anzahl Leerz. Einrückung	4	Töpfe einsetzen	Ja
alle Brücken ausgeben	Nein	keine Brücken beinh.	Nein
		nur Grundvorschreibung	Nein

(b) Formatoptionen für die Sortierung nach Straße

**Abb. 4.66:** Format-Optionen für die Abfertigung

#### 4.4.4 Daten

In den Einstellungen der Daten wird das zulässige Alter der Datenstände und ein Objektfilter festgelegt (Abbildung 4.67). Für jeden Datentyp im Datenfeld des User-Interface kann der Wert in [Tagen] eingegeben werden. Die Vorgaben sind in Abbildung 4.68 zu sehen. Die TEKU-Daten dürfen z.B. nicht älter als 14 Tage sein. Wird dieses Alter überschritten, macht ein Hinweis am Datenfeld aufmerksam. Eine Aktualisierung sollte durchgeführt werden. Die Erklärung zum Datenfeld befindet sich in Kapitel 4.2.2.

**Einstellungen zu Daten**

Das zulässige Alter der Datenstandes auswählen:

TEKU	14 Tage
NÖGIS	30 Tage
Grundrouten	180 Tage
Verkehr	14 Tage
Kreuzungen	180 Tage

Objektfiler aus TEKU:

Objektnummer filtern	Y
----------------------	---

**Abb. 4.67:** Übersicht der Daten-Einstellungen

Das zulässige Alter der Datenstandes auswählen:

TEKU	14 Tage
NÖGIS	30 Tage
Grundrouten	180 Tage
Verkehr	14 Tage
Kreuzungen	180 Tage

**Abb. 4.68:** Zulässiges Alter der Daten; danach Aktualisierung erforderlich

Brücken aus der TEKU die mit dem Buchstaben aus dem Objektfiler "markiert" sind, werden beim Import entfernt. Der Buchstabe "Y", in Abbildung 4.69 zu sehen, bezeichnet Brücken die für *Sotra UI 2016* nicht relevant sind.

Objektfiler aus TEKU:

Objektnummer filtern	Y
----------------------	---

**Abb. 4.69:** Brücken mit einem "Y" in der Objektnummer sind für *Sotra UI 2016* nicht relevant

**TIPP:** Immer auf Hinweise beim Datenfeld achten und Daten regelmäßig aktualisieren.

#### 4.4.5 Standardpfade

Standardpfade sind eine Komforteinstellung. Grundsätzlich importiert *Sotra UI 2016* die Anträge immer aus dem Standard-Download-Ordner. Das entsprechende Feld neben **Antrag** bleibt dafür leer; siehe Abbildung 4.70. Soll jedoch ein spezieller Pfad verwendet werden, fügt man den

vollständigen Pfad in das entsprechende Feld **Antrag**; siehe Abbildung 4.71. Analog vorgehen kann man für den Import der Brückengrunddaten, dem NÖGIS, den Grundrouten, Verkehrsinformationen und Kreuzungen.

**TIPP:** Standard-Import-Pfade sparen Zeit und vermeiden Fehler beim Dateneinlesen.

**Standardpfade für Antrag und Daten festlegen**

Die vollständigen Pfadangaben in die dafür vorgesehenen Felder einfügen:

Antrag	
Brueckenbauwerk	F:\2016-09-06_Grunddaten\Brueckenbauwerk.csv
MerkmalVerknuepfung	F:\2016-09-06_Grunddaten\MerkmalVerknuepfung.csv
Bauwerk	F:\2016-09-06_Grunddaten\Bauwerk.csv
NÖGIS	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Grunddaten Straßenkreuzungen-tmp3.xlsx
Grundrouten	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Grundrouten.xlsx
Verkehr	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Verkehrsbehinderungen.xlsm
Kreuzungen	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Daten7_Kreuzungen.xlsx

**Abb. 4.70:** Der Standard-Download-Ordner von Windows wird geöffnet, wenn kein Pfad eingegeben ist

**Standardpfade für Antrag und Daten festlegen**

Die vollständigen Pfadangaben in die dafür vorgesehenen Felder einfügen:

Antrag	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\04 Antrag Beispiele
Brueckenbauwerk	F:\2016-09-06_Grunddaten\Brueckenbauwerk.csv
MerkmalVerknuepfung	F:\2016-09-06_Grunddaten\MerkmalVerknuepfung.csv
Bauwerk	F:\2016-09-06_Grunddaten\Bauwerk.csv
NÖGIS	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Grunddaten Straßenkreuzungen-tmp3.xlsx
Grundrouten	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Grundrouten.xlsx
Verkehr	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Verkehrsbehinderungen.xlsm
Kreuzungen	C:\Users\i7Skylake\Dropbox\05 - Diplomarbeit\03 Dokumente\01 Arbeitsunterlagen\02 Routeninfos\Daten7_Kreuzungen.xlsx

**Abb. 4.71:** Vollständigen Pfad in die dafür vorgesehenen Felder einfügen

#### 4.4.6 Fehlercodes

Am INFORMATIONSFELD bzw. dem ERGEBNISFELD erscheinen eventuell Fehlercodes. Diese Fehlercodes sind Abkürzungen für bestimmte Fehlertypen. Die verwendeten Abkürzungen können angepasst werden. Eine Übersicht bietet die Abbildung 4.72.

Fehlercodes					
Die gewünschten Bezeichnungen für Fehler eintragen:					
Norm ist fehlerhaft	D01	Fehler Berechnung	Fehler	Fehler Anz. Fahrstreifen	V01
Fehler Brückenbreite	D02	Fehler Gesamtgewicht	F01	-	-
Fehler Stützweite	D03	Fehler Achslasten	F02	-	-
Fehler Fahrbahnbreite	D04	Fehler Achsabstände	F03	-	-
Fehler Anzahl ESW	D05	Fehler Gesamtlänge	F04	-	-
Hinweis Norm aus Jahr	D06	Standardfahrzeug	F05	-	-
Hinweis Masternorm	D07	Fehler Abstand ZF/Anh	F06	-	-

**Abb. 4.72:** Kurzbezeichnungen für Fehler eingeben

Verwendet werden dreistellige Abkürzungen. Das erste Zeichen ist ein Buchstabe und gibt an wo ein Fehler aufgetreten ist. Der Buchstabe **D** steht für einen **D**atenfehler; **F** für **F**ahrzeugfehler, also einem Fehler im Antrag. Eine zweistellige fortlaufende Nummer kommt nach dem ersten Zeichen. Die Tabelle 4.7 fasst alle Fehler zusammen und gibt eine kurze Fehlerbeschreibung.

**Tab. 4.7:** Mögliche Fehler zusammengefasst

<b>Abk.</b>	<b>Name</b>	<b>Beschreibung</b>
D01	Norm ist fehlerhaft	Die Lastnorm wurde aus dem Baujahr bestimmt. Ein Eintrag ist zwar vorhanden, aber kein passendes Lastmodell. Bei Normen vor 1929 ist dies immer der Fall.
D02	Fehler Brückenbreite	Unterschreitet die Brückenbreite 2,5 m passen keine Normfahrzeuge mehr darauf. Die Brückendaten sind fehlerhaft.
D03	Fehler Stützweite	Die Stützweite wurde mit einem Wert kleiner oder gleich Null eingegeben.
D04	Fehler Fahrbahnbreite	Die Fahrbahnbreite wurde mit einem Wert kleiner oder gleich Null eingegeben.
D05	Fehler Anzahl ESW	Die Anzahl der Einzelstützweiten wurde mit einem Wert kleiner oder gleich Null eingegeben.
D06	Hinweis Norm aus Jahr	Die Norm wurde mit dem Baujahr gewählt. Normbezeichnung oder Ausgabejahr sind in den Daten falsch oder nicht vorhanden.
D07	Hinweis Masternorm	Als Belastungsnorm wurde ÖN B 4002 (1970) BKL1 gewählt. Normbezeichnung, Ausgabejahr und Baujahr sind in den Daten falsch oder nicht vorhanden.
Fehler	Fehler Berechnung	Die Brücke konnte nicht berechnet werden. Fehlercode D01-D05 ist aufgetreten.
F01	Fehler Gesamtgewicht	Das Gesamtgewicht minus einer Toleranz von 0,5 t ist kleiner als die Summe aller Achslasten. Der Antrag ist fehlerhaft.
F02	Fehler Achslasten	Die Achslasten fehlen im Antrag.
F03	Fehler Achsabstände	Die Achsabstände fehlen im Antrag.
F04	Fehler Gesamtlänge	Die Gesamtfahrzeu glänge + einer Toleranz von 0,5 m ist kleiner als die rechnerische Gesamtfahrzeu glänge (Summe aller Achsabstände + Überstände vorne und hinten). Der Antrag ist fehlerhaft.
F05	Standardfahrzeug	Es wurde kein Zugfahrzeug eingegeben. Das Standardfahrzeug aus Kapitel 4.4.1.1 wird vor den Anhänger platziert. Der Antrag ist fehlerhaft.
F06	Fehler Abstand ZF/Anh	Der Abstand zwischen dem Zugfahrzeug und der Vorderachse des Anhängers fehlt. Der Antrag ist fehlerhaft.
V01	Fehler Anz. Fahrstreifen	Die Anzahl der Fahrstreifen ist 0. Die Brückendaten sind fehlerhaft.



# Kapitel 5

## Zusammenfassung

4381; so viele Brücken liegen auf den Landesstraßen L und B in Niederösterreich. Aneinandergereiht könnten 82,40 km auf diesen technischen Kunstbauwerken zurückgelegt werden – eine Strecke entsprechend der Nord-Süd Ausdehnung des Waldviertels. Ein Nadelöhr das in seiner quantitativen Ausprägung diesen Namen nicht mehr verdient. Warum stellen Brücken ein Nadelöhr dar? Dafür gibt es mehrere Gründe. Einerseits die Entwicklung des Straßenbrückenbaus der letzten 120 Jahre und der dazu gehörenden Normung, andererseits die stetige Zunahme von Sondertransporten. Rund 9000 Sondertransporte waren allein 2012 auf Niederösterreichs Straßen unterwegs – 24 pro Tag.

Bei Sondertransporten überschreiten die Abmessungen und/oder das zulässige Gewicht die Maximalwerte im KFG [20]. Die Grenzen der Tragfähigkeit jedes befahrenen Bauwerks könnten überschritten werden. Eine Bewertung der tatsächlichen Tragfähigkeit muss erfolgen, und das automatisiert – das Thema dieser Arbeit. Die Brückenbauabteilung des Landes Niederösterreich kann sich auf ein Excel-Programm freuen, das diese Aufgaben erfüllt:

**Sotra UI 2016** Eine intuitive Drei-Klick-Bedienung:

- ❶ Einlesen des Sondertransport-Antrages und Einfügen der Fahrtroute.
- ❷ Analysieren und Auswerten der Eingabedaten.
- ❸ Zusammenfassen der Ergebnisse für den Bescheid.

Um eine so komplizierte Aufgabe so simpel zu gestalten, braucht es eine Menge von Daten die einerseits die Normenlage in Österreich, andererseits die Infrastruktur des Landes Niederösterreich beschreiben.

Aus einer bis 1892 zurückreichenden Analyse der Verkehrsbelastungsnormen entstand eine komplette Datenbank von Belastungsmodellen. Beginnend mit Pferdefuhrwerken aus der k. und k. Zeit, über die erstmalige Einführung Dampf-betriebener oder motorisierter Fahrzeuge, die kriegsbedingte Aufrüstung mit Raupenfahrzeugen während des Zweiten Weltkrieges bis zur erstmaligen Erwähnung von Sondertransporten in einer RVS, endend mit den neusten Regelwerken des Eurocodes. Dies ist die vollständigste Aufarbeitung österreichischer Belastungsnormen für den Brückenbau bisher.

Das zweite Standbein bildet der Datenpool des Landes Niederösterreich. Aus mehreren Datenbanken werden Informationen über Brücken zusammengeführt und gefiltert. Neben der Bewertung der Brücken ist eine umfassende Kontrolle der Daten möglich. *Sotra UI 2016* ist somit auch als Datenbereinigungsmodul von Nutzen. Neben Brückendaten werden auch Informationen aus dem „Niederösterreichischen Geoinformationssystem“ verarbeitet.

Verbunden bilden diese Daten die Grundlage für eine vollautomatische und individuelle Bewertung von Sondertransporten. Nach dem Einlesen des Antrages erfolgt eine grafische Darstellung des Sondertransportes. Zusätzlich werden die grundlegenden Informationen aus dem Antrag dargestellt. Nach Einfügen der Route wird die Schaltfläche Berechnen betätigt. Mit einem Klick werden aus den 1 Million Datensätzen etwa 1 Million neue Daten generiert – je Antrag:

- Verknüpfen der Straßenbezeichnung zu einer Route mit Kilometrierung
- Herausfiltern der befahrenen Brücken
- Bewerten jeder Brücke einzeln
- Zusammenstellung der Ergebnisse für die Plausibilitätskontrolle
- Vorbereiten der Ergebnisse für den Bescheid

Nach der Plausibilitätskontrolle der Ergebnisse erfolgt durch das Betätigen der Schaltfläche Abfertigen das Kopieren des Bescheid-Textes in die Zwischenablage. Hier endet die Aufgabe des Programmes durch die Übergabe der Ergebnisse.

Dabei reicht die Anwendbarkeit des Programms über niederösterreichische Grenzen hinweg. Eine dynamische Programmierung lässt die Verarbeitung von Daten aus unterschiedlichen Quellen zu, aber auch neue lassen sich problemlos verknüpfen – *Sotra UI 2016* kann an jeden Datensatz angepasst werden.

Unsere Software bietet vor allem eines – Ergebnisse. *Sotra UI 2016* sorgt für eine dynamische Datenverarbeitung, eine intuitive Bedienbarkeit und einen reibungslosen Ablauf bei der täglichen Bearbeitung von Sondertransporten.

Ein Blick in die Zukunft lässt von noch ambitionierteren Lösungen träumen. Dazu muss Microsoft Excel als Entwicklungsumgebung verlassen werden. Der Frächter eines Schwerlasttransportes gibt in einem Online-Routenplaner Start, Ziel, Fahrzeug usw. ein. Er erhält daraufhin die optimale Route. Ein Klick auf „beantragen“ übergibt die Daten der zuständigen Behörde. Nach Überprüfung wird eine Ausnahmegenehmigung (Bescheid) erlassen und digital zugestellt. Eine Navigationsapplikation zeigt dem Frächter die genehmigte Route. Verkehrsbeeinflussungsanlagen auf Brücken, sperren bei Bedarf automatisch den Verkehr und machen Begleitfahrzeuge obsolet. Realistisch – zumindest technisch.

# Literaturverzeichnis

- [1] BMVIT. *SOTRA – Gesamterlass Version 1*. März 2015. URL: [https://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/recht/kfgesetz/erlaesse/downloads/sotra\\_gesamterlass.pdf](https://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/recht/kfgesetz/erlaesse/downloads/sotra_gesamterlass.pdf).
- [2] R. Diesel. „Arbeitsverfahren und Ausführungsart für Verbrennungskraftmaschinen“. Patent. Feb. 1892.
- [3] *DIN 1072: 1939 10 – Straßenbrücken Belastungsannahmen*. Berlin: Deutsches Institut für Normung, Okt. 1939.
- [4] *DIN 1072: 1941 02 – Straßenbrücken Belastungsannahmen*. Berlin: Deutsches Institut für Normung, Feb. 1941.
- [5] *DIN 1072: 1944 09 – Straßenbrücken Belastungsannahmen*. Berlin: Deutsches Institut für Normung, Sep. 1944.
- [6] MAN. *Meilenstein der Mobilität: Vor 90 Jahren fuhr bei MAN der erste Lkw mit Diesel-Direkteinspritzung*. Mai 2014. URL: [http://www.truck.man.eu/de/de/man-welt/man-in-deutschland/presse-und-medien/Meilenstein-der-Mobilitaet\\_-Vor-90-Jahren-fuhr-bei-MAN-der-erste-Lkw-mit-Diesel-Direkteinspritzung--125909.html](http://www.truck.man.eu/de/de/man-welt/man-in-deutschland/presse-und-medien/Meilenstein-der-Mobilitaet_-Vor-90-Jahren-fuhr-bei-MAN-der-erste-Lkw-mit-Diesel-Direkteinspritzung--125909.html).
- [7] *ÖNORM B 1991-2: 2004 08 01 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-2 und nationale Ergänzungen*. Wien: Austrian Standards, Aug. 2004.
- [8] *ÖNORM B 1991-2: 2011 04 15 – Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-2 und nationale Ergänzungen*. Wien: Austrian Standards, Apr. 2011.
- [9] *ÖNORM B 4002: 1958 03 08 – Berechnung und Ausführung der Tragwerke; allgemeine Grundlagen; Straßenbrücken*. Wien: Austrian Standards, März 1958.
- [10] *ÖNORM B 4002: 1964 11 01 – Berechnung und Ausführung der Tragwerke; allgemeine Grundlagen; Straßenbrücken*. Wien: Austrian Standards, Nov. 1964.
- [11] *ÖNORM B 4002: 1970 12 01 – Straßenbrücken; allgemeine Grundlagen; Berechnung und Ausführung der Tragwerke*. Wien: Austrian Standards, Dez. 1970.
- [12] *ÖNORM B 4002-1: 1948 11 16 – Berechnung und Ausführung der Tragwerke; allgemeine Grundlagen; Straßenbrücken*. Wien: Austrian Standards, Nov. 1948.
- [13] *ÖNORM B 4002-1: 1954 08 07 – Berechnung und Ausführung der Tragwerke; allgemeine Grundlagen; Straßenbrücken*. Wien: Austrian Standards, Aug. 1954.
- [14] *ÖNORM B 6201: 1929 06 15 – Straßenbrücken; Belastungsannahmen*. Wien: Austrian Standards, Juni 1929.
- [15] *ÖNORM B 6201: 1936 10 01 – Straßenbrücken; Belastungsannahmen*. Wien: Austrian Standards, Okt. 1936.
- [16] *ÖNORM EN 1991-2: 2004 08 01 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken*. Wien: Austrian Standards, Aug. 2004.

- 
- [17] *ÖNORM EN 1991-2: 2012 03 01 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken (konsolidierte Fassung)*. Wien: Austrian Standards, März 2012.
- [18] *ÖNORM EN 1991-3: 1995 09 01 – Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 3: Verkehrslasten auf Brücken*. Wien: Austrian Standards, Sep. 1995.
- [19] *ONR 24008: 2014 03 01 – Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und Straßenbrücken*. Wien: Austrian Standards, März 2014.
- [20] *RIS. Gesamte Rechtsvorschrift für Kraftfahrzeuggesetz 1967, Fassung vom 20.08.2016*. Juni 1967.
- [21] *RVS 13.04.11 – Brückenbauwerke*. Wien: Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Aug. 2009.
- [22] *RVS 15.114 – Ergänzung zur ÖNORM B 4002 für Gegenverkehr bei getrennten Richtungsfahrbahnen und für Sonderfahrzeuge*. Wien: Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Juli 1999.
- [23] R. Scheck. *Die rS1.Methode – Kalkulationsmodelle planen, entwickeln, strukturieren und dynamisieren mit Microsoft Excel 2007*. 2007.
- [24] *Z21-817-ex1892 – Vorschrift über die Herstellung eiserner Straßenbrücken*. Wien: k.k. Hof- und Staatsdruckerei, 1892.
- [25] *Z49-898-ex1905 – Vorschrift über die Herstellung der Straßenbrücken mit eisernen oder hölzernen Tragwerken*. Wien: k.k. Hof- und Staatsdruckerei, 1906.