



Masterarbeit

**Verdeutlichung des Potentials für die
Integralisierung von Bestandsbrücken in Österreich**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplomingenieurs
der Studienrichtung Bauingenieurwissenschaften

unter der Leitung von

O. Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Viet Tue Nguyen

Dipl. Ing. Regina della Pietra

Institut für Betonbau

eingereicht an der Technischen Universität Graz

Fakultät für Bauingenieurwissenschaften

von

Robert Plösch, BSc.

Graz, April 2015

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die in den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn O. Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Viet Tue Nguyen, ordentlicher Professor am Institut für Betonbau, und bei meiner betreuenden Assistentin Frau Dipl. Ing. Regina della Pietra für die gute Betreuung und abschließende Begutachtung meiner Arbeit bedanken.

Widmen möchte ich die vorliegende Arbeit meiner lieben Frau Birgit, meinem Großvater Zimmermeister Alois Wintschnig und meiner Mutter Gertrud.

Kurzfassung

Die Anwendung der integralen Brückenbauweise erfährt in den letzten Jahren aufgrund zahlreicher Vorteile immer größere Beliebtheit bei Bauherrn und auch Planern.

Der überwiegende Anteil des österreichischen Brückenbestands weist eine bisherige Nutzungsdauer von 35 bis 55 Jahren auf. Aufgrund der Altersstruktur entspricht ein Großteil davon nicht mehr den gültigen Regelwerken. Dies stellt die Brückenbauabteilungen im Zuge ihrer Erhaltungstätigkeit vor immer größere Aufgaben. Daher ist es erforderlich, dass Bestandstragwerke im Zuge ihrer Erhaltungsmaßnahmen nicht nur saniert, sondern auch – um den wachsenden Anforderungen gerecht zu sein – ertüchtigt werden. Eine Ertüchtigungsmaßnahme ist die Adaptierung konventioneller Brücken in integrale oder semi-integrale Bauwerke („Integralisierung“) durch den nachträglichen monolithischen Verbund des Überbaus mit dem Unterbau.

Es wird zunächst ein Einblick in die Grundlagen der integralen Bauweise gegeben und der aktuelle Stand der Technik gezeigt. Ein Überblick über den österreichischen Brückenbestand veranschaulicht die Anforderungen der Brückenerhaltung im Zuge laufender Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen, darunter die Altersstruktur der Tragwerke und das damit verbundene vermehrte Auftreten von Schäden oder die geänderten Nutzungsanforderungen. Danach werden bereits in Österreich durchgeführte Integralisierungen in einer Beispielsammlung gezeigt.

Mit Hilfe der elf größten österreichischen Brückenbauabteilungen, welche ihre Bauwerksdatenbanken zur Verfügung stellten, wurde eine detaillierte Analyse des österreichischen Brückenbestands erstellt. Aus den zur Verfügung gestellten Datensätzen ist eine Bestands- und Zustandserhebung für all jene Brückentragwerke vorgenommen worden, die für eine Integralisierung geeignet scheinen. Dabei wurden Stahlbeton- und Spannbetontragwerke mit einer Tragwerkslänge bis 65,0 m ausgewählt.

Das Ziel war die Feststellung des Anwendungspotenzials der Adaptierung von konventionellen Brücken in integrale Tragwerke. Die Abschätzung des Marktpotenzials für die Integralisierung von Bestandsbrücken wurde unter Annahme gemittelter m²-Kosten für Sanierungs- und Ertüchtigungsarbeiten durchgeführt.

Abstract

Due to numerous advantages the application of integral bridge construction has been gaining in popularity with builders and planners.

The predominant part of the Austrian inventory of bridges currently in use is between 35 and 55 years old. Due to this age structure the majority of bridges are not in accordance with the relevant sets of regulations. This is a major challenge concerning the maintenance and repair of these structures for the bridge-building departments in charge. Hence it is required that the existing support structures are not only repaired but – in order to meet the present requirements – certain components need to be upgraded as well. A particular measure of upgrading is the adaptation of conventional bridges into integral or semi-integral structures (“integralization”) by the subsequent bonding of superstructure and substructure into a monolithic compound.

First, an insight into the principles of integral construction is given and the current state of the technical field presented. Second, an overview of the Austrian inventory of bridges exemplifies the requirements with regard to the maintenance of these structures, particularly continuous renovation and upgrading activities. In this context the age structure of the frames and thus associated occurrence of damages as well as altered usage requirements are discussed. Third, a set of examples of integralizations carried out in Austria is shown.

In depth, a detailed analysis of the Austrian inventory of bridges has been compiled on the basis of structure databases provided by eleven of Austria’s biggest bridge-building departments. By means of these data records an inventory as well as a condition assessment of support structures suitable for integralization – are ferroconcrete and prestressed concrete structures with a length of up to 65.0 metres – have been conducted.

The aim of the master thesis was the assessment of the application potential of adapting conventional bridges into integral structures. The estimation of the market potential for the integralization of inventory bridges was based on the assumption of averaged costs per square metre for renovation and upgrading works.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Zielsetzung.....	1
1.2	Übersicht	1
2	Grundlagen	2
2.1	Begriffsdefinitionen.....	2
2.1.1	Konventionelle Brückentragwerke	2
2.1.2	Integrale Brückentragwerke.....	2
2.1.3	Semi-integrale Brückentragwerke	2
2.2	Tragverhalten integraler Brückentragwerke	4
2.2.1	Allgemeines.....	4
2.2.2	Brückengeometrie in Grund- und Aufriss.....	5
2.2.3	Zwangsbeanspruchungen infolge Temperaturbelastung.....	5
2.2.4	Zwangsbeanspruchungen aus Vorspannung	5
2.2.5	Zwangsbeanspruchungen aus Kriechen, Schwinden und Relaxation	6
2.2.6	Boden-Bauwerk-Interaktion	6
2.2.7	Übergang Widerlager-Fahrbahn	7
2.2.8	Stützens Ausbildung	8
2.2.9	Widerlagerausbildung.....	9
2.2.10	Gründung.....	9
2.3	Vor- und Nachteile.....	11
2.3.1	Vorteile der integralen Bauweise.....	11
2.3.2	Nachteile der integralen Bauweise	12
3	Stand der Technik	13
3.1	Allgemeines.....	13
3.2	Österreich	13
3.3	Europa.....	15
3.3.1	Deutschland	15
3.3.2	Schweiz	15
3.3.3	Großbritannien.....	15
3.4	Erddruckansätze für integrale Brücken.....	15
3.4.1	Allgemeines.....	15
3.4.2	ÖNORM B 4443: Erd- und Grundbau, Erddruckberechnung	16
3.4.3	Schweiz – ASTRA 12 004.....	16
3.4.4	Großbritannien –Design Manual for Roads and Bridges. The design of integral bridges.	17
3.4.5	Deutschland	17
4	Überblick des österr. Brückenbestands	19

4.1	Problemstellung	19
4.1.1	Allgemeines.....	19
4.1.2	Verkehrsentwicklung.....	19
4.1.3	Alterung des Brückenbestand.....	20
4.1.4	Entwicklung der zulässigen Verkehrslasten und Belastungsnormen.....	22
4.1.5	Definition von Brückenschäden.....	23
4.1.6	Ursachen von Brückenschäden	23
4.1.7	Schäden von Betonbrücken.....	24
4.2	Bauwerksprüfung	26
4.2.1	Allgemeines.....	26
4.2.2	Laufende Überwachung	27
4.2.3	Kontrolle	27
4.2.4	Prüfung.....	28
4.3	Ertüchtigung von Brücken.....	31
4.3.1	Allgemeines.....	31
4.3.2	Maßnahmen zur Ertüchtigung.....	32
4.3.3	Adaptierung von Bestandsbrücken in integrale Bauwerke	33
4.4	Ausgeführte Adaptierungen in Österreich	36
4.4.1	Überblick	36
4.4.2	Brücke an der B 57 über einen Feldweg bei Welten	37
4.4.3	Zickenbachbrücke an der L 240 bei St. Martin in der Wart ...	39
4.4.4	Tauchenbachbrücke an der L 244 bei Welgersdorf	42
4.4.5	Brücke an der B 50 über die ÖBB und die B 63 in Oberwart .	45
4.4.6	Brücke an der L 344 über den Günsbach in Rattersdorf.....	48
4.4.7	Rabnitzbrücke an der L 343 bei Klostermarienberg	51
4.4.8	Brücke an der B 50 über die B51 bei Neusiedl/See	55
5	Einstufung des österreichischen Brückenbestands	58
5.1	Allgemeines.....	58
5.2	Definition von Begriffen.....	59
5.2.1	Allgemeines.....	59
5.2.2	Material	59
5.2.3	Querschnittgestaltung von Massivbrücken.....	59
5.2.4	Längsschnittgestaltung.....	62
5.2.5	Unterbau.....	64
5.3	Auswertung des Datenbestands.....	66
5.4	Analyse des Datenbestands	69
5.4.1	Auswahl Stufe 1	69
5.4.2	Auswahl Stufe 2	74
5.4.3	Auswahl Stufe 3	77

5.5	Potenzial des österreichischen Brückenbestands.....	81
5.5.1	Erhaltungszustand.....	81
5.5.2	Instandsetzungs- und Ertüchtigungskosten	83
5.5.3	Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials.....	85
6	Schlussbetrachtung	87
7	Anhang A – Ergebnisgrafiken österr. Bestand.....	89
7.1	Übersicht	89
7.2	Vergleich des Bestands Stufe 1 zur Auswahl Stufe 2 und Stufe 3.....	90
7.3	Häufigkeitsverteilung Auswahlstufe 2, Stahl- und Spannbetontragwerke.....	94
7.4	Häufigkeitsverteilung Auswahlstufe 3, Stahlbetontragwerke.....	106
8	Anhang B - Tabellen.....	120
	Literaturverzeichnis.....	127
	Abbildungsverzeichnis	133
	Tabellenverzeichnis	138

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Die Brückenerhalter sehen sich mit stetig zunehmenden Erhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen konfrontiert. Die Integralisierung von Brückentragwerken – also der Umbau von herkömmlichen Brückentragwerken in integrale Brückenbauwerke – wird bei den österreichischen Infrastrukturabteilungen im Zuge ihrer laufenden Instandsetzungs- bzw. Ertüchtigungsmaßnahmen immer öfters angewandt, um auch die Vorteile der integralen Bauweise bei Bestandsbrückentragwerken genießen zu können. In Zusammenarbeit mit österreichischen Infrastrukturbetreibern, welche ihre Bauwerksdatenbanken zur Verfügung stellten, wurde eine Bestands- und Zustandserhebung durchgeführt, um das wirtschaftliche Potenzial für die Integralisierung von Bestandsbrücken in Österreich aufzuzeigen. Stahlbeton- und Spannbetonbrücken – errichtet im Zeitraum von 1960 bis 1989, mit einer Tragwerkslänge von 2,0 m bis 65,0 m mit einem Platten- oder Balkenquerschnitt – wurden aus den Bauwerksdatenbanken herausgefiltert und auf ihren Erhaltungszustand untersucht.

1.2 Übersicht

Die vorliegende Masterarbeit ist in einen Hauptteil und in einen Anhang gegliedert. Der Hauptteil gliedert sich in sechs Kapitel. Nach einer kurzen Einleitung (Kapitel 1) wird die integrale Brückenbauweise in ihren Grundlagen beschrieben (Kapitel 2) sowie ein Überblick über den Stand der Technik (Kapitel 3) gegeben. Die Anforderungen und Problemstellungen von Infrastrukturbetreibern für ihren Brückenbestand gibt Kapitel 4 wieder. Die Einstufung des österreichischen Brückenbestands, einschließlich der Erhebung des Potenzials für die Integralisierung von Bestandsbrücken in Österreich, zeigt Kapitel 5. Mit einer Schlussbetrachtung (Kapitel 6) endet der Hauptteil.

Der Anhang A (Kapitel 7) enthält die grafische Auswertung der Bestands- und Zustandsanalyse der Bauwerksdatenbanken, anonymisiert für ganz Österreich. Anhang B (Kapitel 8) enthält die wichtigsten Tabellen, wie die Liste der teilnehmenden Brückenbauabteilungen, und exemplarisch Tabellen der Baudatenbanken einzelner Brückenbauabteilungen.

2 Grundlagen

2.1 Begriffsdefinitionen

2.1.1 Konventionelle Brückentragwerke

Im Allgemeinen werden Brücken in die Bauwerksteile Überbau, Unterbau und Gründung eingeteilt. Wird der Überbau über Lager auf den Unterbau gestützt und über Dehnfugen oder Fahrbahnübergänge von Widerlagern getrennt, also vollständig gelagert, spricht man von konventionellen Brückentragwerken. [1]

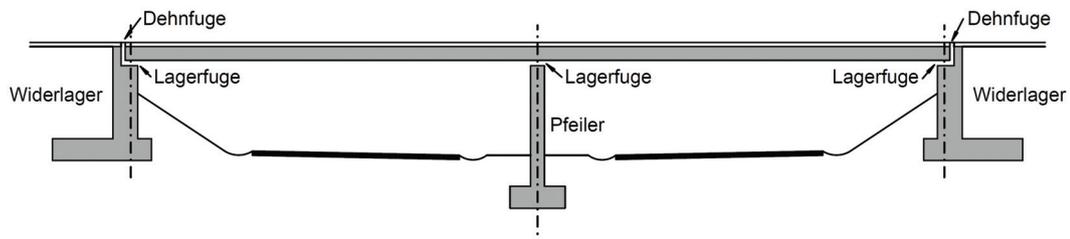


Abb. 2.1 Konventionelle Brücke mit Lager- und Dehnfugen [2 S. 2]

2.1.2 Integrale Brückentragwerke

Als integrale Brückentragwerke werden Tragwerke bezeichnet, die auf den Einbau von Lagern zwischen Überbau und Unterbau sowie auf Fugen und Fahrbahnübergänge verzichten. Auch die Begriffe „lager- und fugenlose“ bzw. „monolithische“ Brückentragwerke werden gleichwertig verwendet. Der Überbau ist monolithisch mit dem Unterbau verbunden und als Ganzes in den Untergrund gebettet.

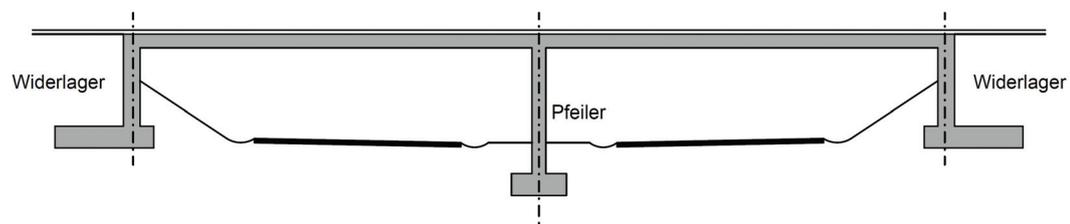


Abb. 2.2 Integrale Brücke vollständig ohne Lager und Dehnfugen [2 S. 2]

2.1.3 Semi-integrale Brückentragwerke

Als Übergangstypus von konventionellen Tragwerken zu integralen Tragwerken können semi-integrale Tragwerke angesehen werden. Hier gibt es eine monoli-

thische Verbindung zwischen Innenstützen und Überbau, der Überbau ist bei den Endwiderlagern jedoch gelagert bzw. es sind Übergangskonstruktionen ausgeführt. *Semi-integrale Brücken weisen entweder Fahrbahnübergangskonstruktionen oder Lager auf, jedoch nicht beides.* [2 S. 2]

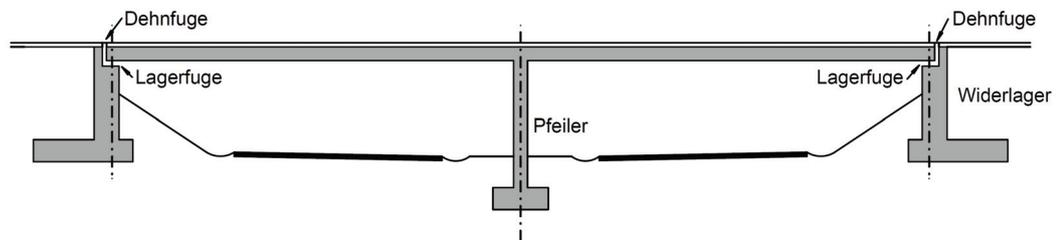


Abb. 2.3 Hauptbestandteile einer semi-integralen Brücke [2 S. 3]

Es gibt für den Begriff der semi-integralen Brücke unterschiedliche Definitionen im internationalen Gebrauch. Die Schweizer Richtlinie für Brückenenden [3] gibt folgende Definition:

Semi-integrale Brücke: Brücke mit monolithischem Überbau, ohne dilatierte Brückenenden, mit mindestens einem semi-integralen Brückenende oder Lagern auf mindestens einer Stütze. [3 S. 8]

Im Entwurf der deutschen Richtlinie für integrale Brückentragwerke [4] wurde, da Brücken ohne Fahrbahnübergänge in Deutschland wenig verbreitet sind, folgende Definition gewählt:

Als semi-integrale Brücken werden Rahmentragwerke bezeichnet, die keine integralen Bauwerke sind und bei denen in mindestens zwei Achsen die Pfeiler monolithisch an den Überbau angeschlossen sind. Die Widerlager sind durch Fahrbahnübergänge und Lager vom Überbau getrennt. [5 S. 708]

2.2 Tragverhalten integraler Brückentragwerke

2.2.1 Allgemeines

Überbau und Unterbau wirken bei integralen Bauwerken statisch gemeinsam. Die Einbettung des Tragwerks in den anstehenden Baugrund und die Interaktion der Hinterfüllung mit den Widerlagern sowie der Einfluss von Widerlager und Stützensetzungen bewirken, dass auch der Baugrund als Teil des Gesamtbauwerks angesehen werden sollte.¹ Integrale Tragwerke sind den gleichen äußeren Einwirkungen ausgesetzt wie konventionelle Tragwerke. Jedoch treten durch die unbestimmte statische Lagerung des Überbaus infolge der auftretenden Längenänderungen des Überbaus oder durch ungleichmäßige Stützensenkungen Zwangsschnittgrößen auf, die statisch zu berücksichtigen sind. Das Verhältnis der Steifigkeit des Unterbaus zur Steifigkeit des Überbaus bestimmt wesentlich das Tragverhalten von integralen Brücken. Bei größerer Steifigkeit des Überbaus zur Widerlagersteifigkeit können sich die Längenänderungen fast ungehindert einstellen und die Zwangsschnittgrößen bleiben auf einem niedrigen Niveau. Die sich hier einstellenden Längenverschiebungen müssen im Übergang von Widerlager zur freien Strecke aufgenommen werden. Ist der Unterbau sehr steif, kann sich kaum eine Verformung des Überbaus einstellen und die Zwangsschnittgrößen können dadurch sehr hoch werden. [1], [6].

Folgende Parameter beeinflussen die Geometrie und die Steifigkeitsverhältnisse von gekrümmten integralen und semi-integralen Brücken maßgebend: [3 S. 15]

- *Öffnungswinkel der Brücke im Grundriss (Verhältnis Länge / Krümmungsradius resp. bei in Querrichtung steifen Stützen Verhältnis Spannweite/Krümmungsradius)*
- *Querbiegesteifigkeit des Überbaus (Steifigkeit um die vertikale Achse)*
- *Schlankheit der Brücke in Querrichtung (Verhältnis Länge / Querbiegesteifigkeit)*
- *Dehnsteifigkeit des Überbaus*
- *Steifigkeit der Stützen mit ihrer Foundation (Längs- und insbesondere Querrichtung)*
- *Steifigkeit der Widerlager mit ihrer Foundation (Längs- und Querrichtung, Rotation um die vertikale Achse)*
- *Baugrundsteifigkeit*

¹ Im Entwurf der deutschen Richtlinie Integrale Bauwerke [4] ist dazu Folgendes vermerkt: [4 S. 3] *Bei einem integralen Bauwerk ist der Baugrund nicht nur als Einwirkung im Sinne der DIN EN 1990 auf das System zu berücksichtigen, sondern ist selbst Systembestandteil und fließt mit seinen Baustoffeigenschaften in das statische System ein.*

2.2.2 Brückengeometrie in Grund- und Aufriss

Durch die behinderte Längenänderung des Überbaus treten bei geraden Brücken entweder hohe Zwangsnormalkräfte oder eine entsprechende Verschiebung der Widerlager auf. Bei gekrümmten Brücken werden die auftretenden Längenänderungen nicht nur an den Widerlagerenden aufgenommen, sondern sie können durch radiale Verschiebungen über die Brückenlänge abgebaut werden. Zwischenpfeiler verformen sich bei gekrümmten Brücken nicht nur in Längsrichtung, sondern auch in Querrichtung. Die Pfeiler erfahren aus dieser Querverschiebung des Überbaus Zwangsbeanspruchungen. Sind die Stützen sehr steif in Querrichtung, so ist nicht der Öffnungswinkel der gesamten Brücke eine maßgebende Vergleichsgröße, sondern der Öffnungswinkel zwischen den einzelnen Feldern. Ebenfalls beeinflusst die Querbiegesteifigkeit des Überbaus und die Nachgiebigkeit des Brückenunterbaus das Tragverhalten von gekrümmten Brückentragwerken. [1], [7], [8]

Eine – wenn auch geringere – Reduktion der Zwangsschnittgrößen zeigt sich bei einer Krümmung im Aufriss. Da jedoch große Ausrundungsradien dafür notwendig sind, spielt dieser Ansatz in der Tragwerksentwicklung keine große Rolle, praktisch wird sie nur bei Fußgängerbrücken möglich sein. [7]

Die Steifigkeit integraler Brückenenden wird bei schiefen Brücken vergrößert, dies erschwert die zwängungsarme Ausbildung der Widerlager. Ebenfalls sind bei schiefen Brückentragwerken die – durch vertikale Belastungen hervorgerufenen – Verschiebungen der Widerlager in Längs- und Querrichtung und die Verdrehungen um die Vertikalachse zu berücksichtigen. [3]

Eine vorhandene Längsneigung des Überbaus hat nach [1] keine wesentliche Auswirkung auf die Verschiebungen und den notwendigen Bewehrungsgehalt. Ihr Einfluss ist im Allgemeinen durch eine geeignete Wahl der Randbedingungen und durch einen abgestimmten Entwurf des Unterbaus beherrschbar.

2.2.3 Zwangsbeanspruchungen infolge Temperaturbelastung

Durch die Unbestimmtheit des statischen Systems werden bei integralen Tragwerken durch die behinderte Verformung des Überbaus Zwangsschnittgrößen hervorgerufen, welche bei der Bemessung zu berücksichtigen sind. Die Wechsel der mittleren Temperatur in der Schwerachse des Überbaus durch die sich ständig ändernde Temperaturganglinie ist maßgebend für die temperaturbedingte Längenänderung der Bauwerksgeometrie. [7]

Bei den üblichen Größen integraler Tragwerke wird der größte Teil der Überbauverformungen aus Temperaturschwankungen nicht über Zwang abgebaut, sondern die daraus entstehenden Verschiebungen und Verdrehungen wirken auf die Hinterfüllung und den Baugrund. Entsprechend den Extremwerten spricht man von Jahres- und Tageszyklen (siehe Abb. 2.4) der Temperaturschwankungen. [1]

2.2.4 Zwangsbeanspruchungen aus Vorspannung

Die Längsvorspannung des Überbaus führt zu einer Verkürzung der Bauwerksgeometrie. Welcher Anteil von der Vorspannkraft direkt über die Widerlager in den Untergrund abgeleitet und somit nicht im Überbau wirksam wird, hängt von der Steifigkeit der Widerlager ab. Diesbezügliche Betrachtungen sind beim Entwurf

und bei der Bemessung anzustellen, so können z. B. die notwendigen Vorspannkraften unwirtschaftlich hoch werden und deren Einsatz in Frage stellen. [7]

2.2.5 Zwangsbeanspruchungen aus Kriechen, Schwinden und Relaxation

Beim Kriechen nehmen die Stauchungen des Überbaus unter konstanter Last im Laufe der Zeit zu, durch das Schwinden kommt es zu einer Verkürzung des Überbaus. Kriechen und Schwinden konzentrieren sich ab dem Zeitpunkt der Bauausführung bis auf die ersten Jahre nach der Fertigstellung. Die gleiche Ursache wie Kriechen und Schwinden, ebenfalls aus der viskosen Eigenschaft des Betons begründet, hat die Relaxation, damit ist der Abbau der Zwangsbeanspruchungen bei konstanter Dehnung definiert. Die Einflüsse aus Kriechen und Schwinden können bei integralen Tragwerken durch den Bauablauf gesteuert werden. Einen wesentlichen Einfluss auf das Kriech- und Schwindverhalten hat auch die Qualität der Nachbehandlung der Betonbauteile, dieser Anteil lässt sich rechnerisch nicht erfassen. Das viskose Verhalten des Betons ist einer starken Streuung ausgesetzt und kann dadurch nur geschätzt werden. Bei der Adaptierung von herkömmlichen Tragwerken in integrale Tragwerke ist wesentlich, dass die Kriech- und Schwindverformungen bereits abgeklungen sind. Der Abbau von Schnittgrößen infolge Temperaturschwankungen ist durch den Einfluss der Relaxation geringer, da diese verhältnismäßig kurzfristig wirken. [7]

2.2.6 Boden-Bauwerk-Interaktion

Durch die fugen- und lagerlose Bauweise und der damit verbundenen Interaktion der Hinterfüllung mit den Widerlagern ist eine möglichst wirklichkeitsnahe Simulation der Boden-Bauwerk-Interaktion von besonderer Bedeutung. Wie bereits beschrieben, ist das Tragverhalten von integralen Bauwerken wesentlich vom Verhältnis der Steifigkeit des Überbaus zur Steifigkeit des Unterbaus bestimmt. Die Nachgiebigkeit des Untergrunds und der Hinterfüllung sowie die Steifigkeit des Widerlagers bestimmen das Gesamttragverhalten im Widerlagerbereich. Beim Tragwerksentwurf sind daher realitätsnahe Betrachtungen notwendig, um die auftretenden Zwänge zu beherrschen. [1], [7]

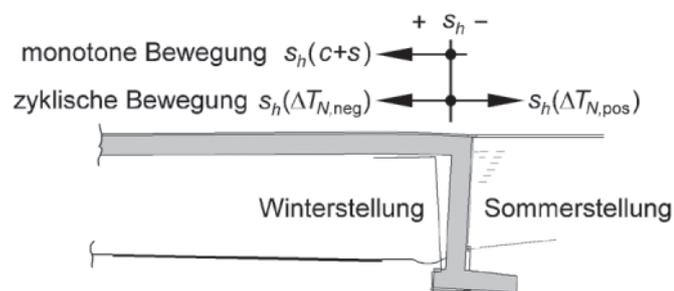


Abb. 2.4 Zyklische und monotone Wandverschiebungen s_h bei integralen Brücken [9 S. 296]

Abb. 2.4 zeigt diese Interaktion zwischen Bauwerk und Hinterfüllung im Jahreswechsel. Monotone Bewegungen resultieren aus den Beanspruchungen Kriechen, Schwinden und einer Vorspannung. Die zyklischen Bewegungen sind Tragwerksverlängerungen und -verkürzungen aus Temperaturbelastungen.

Der zyklische Wechsel von negativer und positiver Widerlagerbewegung verursacht eine Nachverdichtung der Widerlagerhinterfüllung. Dies erhöht zum einen den Erddruck während der Bewegung zum Erdreich hin und verursacht zum anderen Setzungen hinter den Widerlagern. Welches Niveau der Erddruck dabei erreicht und wie groß die Setzungen werden, wurde analytisch und experimentell von England [10] anhand von Modellversuchen untersucht. Es lässt sich ablesen, dass der Erddruck kontinuierlich zunimmt und dabei ein Vielfaches des Erdruhe-drucks annimmt. Die Zahlenwerte aus diesen Versuchsreihen sollten jedoch, um ein wirklichkeitsnahes mechanische Modell abzubilden, über Vergleichsrechnungen von Bauwerken realistischer Größe kalibriert werden. Hier zeigte sich, dass das analytische Modell geringere horizontale Erddrücke liefert, sie liegen aber im Mittel noch immer beim dreifachen Erdruhe-druck. Vor den Versuchen von England [10] hat Vogt [11] Modellversuche an zyklisch beanspruchten Schleusenwänden durchgeführt und daraus Näherungsformeln für den Erddruck in Funktion der Tiefe z und der Wandverschiebung gegen das Erdreich Δ_h aufgestellt. Abb. 2.5 zeigt die berechneten Erddrücke nach den Ansätzen von England und von Vogt. Abhängig vom gewählten Maß der Verdichtung in der Näherungsformel nach Vogt (α_p) zeigt sich eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Modellrechnungen nach England. Baupraktisch sind die einfacheren Beziehungen von Vogt besser geeignet. [7]

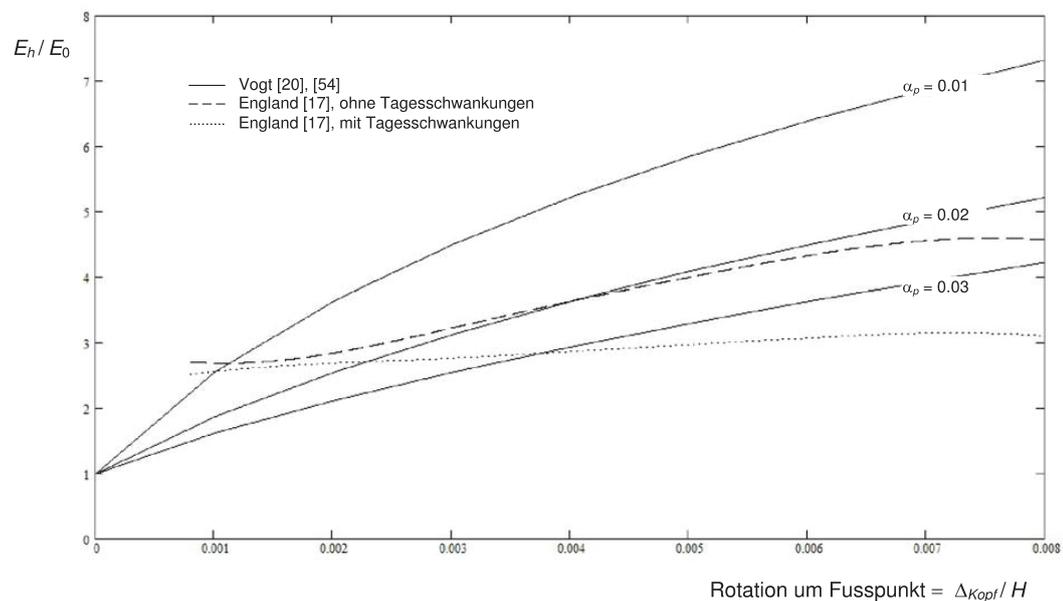


Abb. 2.5 Berechnete horizontale Erddrücke in Funktion der Rotation der Widerlagerwand nach verschiedenen Ansätzen [7 S. 18]

2.2.7 Übergang Widerlager-Fahrbahn

Bei herkömmlichen Brückentragwerken wird der Überbau über Lager und Fahrbahnübergangskonstruktionen vom Unterbau getrennt. Diese Trennung entkoppelt die Bewegungen des Überbaus vom Unterbau.

Bei integralen Brücken werden die Verschiebungen des Überbaus über den Unterbau auf die Hinterfüllung und das anstehende Erdreich weitergegeben. Dies führt, neben den Änderungen des Erddrucks, zu Setzungen im Hinterfüllungsbe-
reich. Welche allgemeinen Beanspruchungen für integrale Tragwerke zu erwarten sind, gibt Abb. 2.6 wieder.

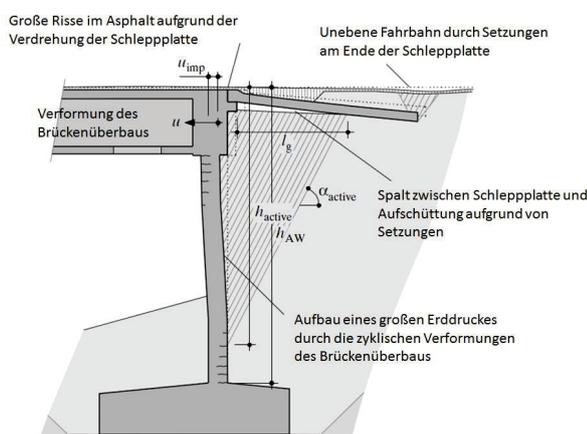


Abb. 2.6 Ausführung und Probleme der Widerlager bei integralen Brücken [12 S. 145]

Sämtliche Horizontalbewegungen müssen über die Widerlagerenden und den angrenzenden Fahrbahnabschnitt aufgenommen werden. Daher kommt der konstruktiven Ausbildung dieses Bereichs eine besondere Bedeutung zu. Daneben treten Setzungen im Bereich der Hinterfüllung auf, die größer werden können als bei konventionellen Tragwerken. Dadurch ist je nach Größe der Horizontalverformung und der Setzungen eine Ausführung von Schleppplatten erforderlich. [7] Die Verwendung und Ausbildung von Schleppplatten wird in Österreich durch [13] geregelt. Übergangslösungen mit Schleppplatten sind gerade beim Auftreten von Vertikalverformungen im Hinterfüllbereich und bei größeren Längenänderungen eine geeignete konstruktive Maßnahme. Als Faustformel kann die Länge der Schleppplatte gleich der Höhe der setzungsempfindlichen Schichten angesetzt werden. Schleppplatten können in horizontaler oder geneigter Ausführung, in einer hoch- oder tiefliegenden Konstruktion, mit dem Tragwerk verübelt oder in gleitender Ausbildung, mit oder ohne Dehnfuge sowie in einer gelenkigen Anbindung an das Widerlager oder monolithisch angeschlossen ausgeführt werden. [1]

2.2.8 Stützens Ausbildung

Die Bauteilsteifigkeiten der Stützen beeinflussen auch den Verlauf der Zwangsschnittkräfte im Überbau. Bei integralen Tragwerken ist hauptsächlich von Interesse, welche Zwänge im Überbau aus der Stützensteifigkeit zu erwarten sind. Folgende maßgebende Einflussparameter beeinflussen die Stützensteifigkeit wesentlich: [7 S. 23]

- *Stützengeometrie (Querschnitt, Lagerung)*
- *Steifigkeit von Beton und Bewehrung (nichtlineare Spannungs-Dehnungs-Beziehungen)*

- *Größe der Normalkraft (und allenfalls Vorspannung)*
- *Langzeiteinwirkungen (Kriechen, Schwinden, Relaxation)*
- *Rissbildung des Betons*
- *Mitwirken des Beton zwischen den Rissen (Verbund)*

Im Entwurf kann über die Parameter der Stützenabstände, der Quersteifigkeit, der Stützenquerschnitte und der Knotenausbildung das optimale, dem Entwurf entsprechende Steifigkeitsverhalten der Stützen für die Zwänge des Überbaus getroffen werden. [1]

2.2.9 Widerlagerausbildung

Mit welcher Steifigkeit die Widerlager bei integralen Brücken ausgeführt werden, hat wesentlichen Einfluss auf die Größe der Zwangsschnittgrößen im Überbau. Die geometrische Höhe, die Querschnittsform und die Bauteildicke bestimmen die Steifigkeit der Widerlager. Bei einer sehr steifen Ausführung der Widerlager und einer monolithischen Verbindung mit dem Überbau entspricht die Widerlagersteifigkeit der Steifigkeit der Gründung; die Nachgiebigkeit der Widerlager selbst kann vernachlässigt werden. Eine weichere Ausbildung der Widerlager lässt hingegen größere Verformungen des Überbaus zu, die Zwangsschnittgrößen werden niedriger gehalten. Die Verschiebungen gegen den Erdkörper sowie der sich daraus aufbauende Erddruck sind nachzuweisen und durch eine entsprechende konstruktive Ausbildung zu lösen. Die Steifigkeit der Widerlager kann ebenfalls über die konstruktive Ausbildung der Flügelwände, zum Beispiel Hängeflügel oder eine kastenförmige Ausbildung, gesteuert werden. [1]

2.2.10 Gründung

Die Ausführung der Gründung beeinflusst das Steifigkeitsverhalten zwischen Unterbau und Überbau und somit das generelle Tragverhalten von integralen Brückentragwerken. Werden Reibungskräfte bei herkömmlichen Brückentragwerken üblicherweise vernachlässigt, so sind sie bei integralen Tragwerken gerade bei biegesteif angeschlossenen, flach gegründeten Widerlagern als Zwangseinwirkung nicht zu vernachlässigen. [1]

Man unterscheidet bei den Gründungen zwischen Flach- und Tiefgründung.

- **Flachgründung**

Die Nachgiebigkeit von Flachgründungen, bestimmt durch die Verformungsfähigkeit des Baugrunds, ist in den Berechnungen zu berücksichtigen, da sie einen deutlichen Einfluss auf die Reduktion der Zwangsschnittgrößen des Überbaus besitzt. Die Baugrundkennwerte sind zumeist mit größeren Unsicherheiten behaftet, die statische Abbildung des Baugrunds wird über – aus den Setzungsrechnungen abgeleiteten – Federkonstanten geführt. Bei einem homogenen Baugrund genügen meist praxistaugliche Näherungsformeln für einen homogenen, isotropen, elastischen Baugrund. Für eine wirklichkeitsnahe Berechnung kann eine entsprechende FE-Modellbildung samt Berechnung – zur Berücksichtigung des nichtlinearen Werkstoffverhaltens – notwendig sein. [1]

- **Tiefgründung**

Durch die Nachgiebigkeit in Längsrichtung sind bei integralen Brücken besonders Pfahlgründungen von Interesse. Zwangsschnittgrößen in Überbau und Pfeiler lassen sich bei entsprechender Aktivierung der Verformbarkeit reduzieren. Um das ganze Verformungsvermögen von Pfahlgründungen auszuschöpfen, sollte das auftretende Biegemoment am Pfeilerfuß und Pfahlkopf über Pfahlbiegung abgetragen werden können. D.h. neben der durch die horizontale elastische Bettung vorhandenen Verschiebung ist auch eine Verdrehung zu ermöglichen. Daher sollte i. A. nur eine einzige Pfahlreihe ausgeführt werden. Wird der oberste Bereich der Pfähle mit einem weichen Material ummantelt und somit vom Baugrund entkoppelt, vergrößert sich die freie Biegelänge und man erreicht eine höhere Nachgiebigkeit. In der statischen Modellbildung können die Pfähle i. A. mit hinreichender Genauigkeit mittels Dehn- und Drehfedern simuliert werden. Es kann aber auch notwendig sein, ein eigenes Modell für die Berechnung der Gründung zu erstellen, um mit den daraus ermittelten Steifigkeiten die weiteren Berechnungen durchzuführen. Das Verhalten von Pfählen unter Stützen und Widerlagern infolge der zyklischen Verschiebungen aus dem Überbau lässt sich noch schwer abschätzen, da es nur vereinzelte experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Verhalten von Pfählen unter zyklischer horizontaler Belastung gibt. [1]

2.3 Vor- und Nachteile

Aus den zuvor beschriebenen charakteristischen Eigenschaften von integralen Brückentragwerken lassen sich die Vor- und Nachteile dieser Bauweise ableiten.

2.3.1 Vorteile der integralen Bauweise

- **Planung und Statik [1], [6]**
 - Durch die monolithische Einbindung des Überbaus in den Unterbau können bei Mehrfeld-Systemen kürzere Endfelder errichtet werden, da die abhebenden Kräfte durch das Gewicht der Widerlager kompensiert werden. Gerade bei 3-feldrigen Konstruktionen ermöglicht dies ein größeres Mittelfeld.
 - Der an den Widerlagern eingespannte Überbau kann schlanker ausgebildet werden.
 - Kontinuierlicher Kräfteverlauf durch den Entfall konzentrierter Krafteinleitungspunkte durch Lagerkonstruktionen.
 - Im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind hohe Schnittkraftumlagerungen möglich, durch die Rahmenwirkung steigert sich vor dem Erreichen eines Versagens die Systemintegration.
 - Durch die rechnerische Mitberücksichtigung der Hinterfüllung bei der Aufnahme der Horizontalbewegungen kann die Momentenbeanspruchung der Gründung reduziert werden.
 - Die integrale Bauweise ermöglicht dem Planer eine Vielzahl an Entwurfsvarianten.

- **Bauausführung [1], [6]**
 - Durch den Entfall von Lagern und Fahrbahnübergängen wird der Bauablauf einfacher und schneller.
 - Reduktion der Baukosten durch den Entfall der Lager- und Übergangskonstruktionen.
 - Reduktion der Baukosten durch einfachere Widerlagerausbildung; es sind auch keine Konstruktionen für Wartung, Lagertausch etc. notwendig.

- **Betrieb [1], [6]**
 - Durch den Entfall von Fahrbahnübergängen erhöht sich der Fahrkomfort
 - Sicheres Befahren bei einspurigem Verkehr.

- **Erhaltung [1], [6]**

- Geringere Wartungs- und Erhaltungskosten durch den Entfall von Fahrbahnübergängen und Lagern. Fahrbahnübergänge und Lager sind wartungsintensiv und mit einer geringeren Lebensdauer behaftet wie die anderen Brückenteile. Durch das Fehlen von Fugen und Fahrbahnübergängen wird die Gefahr von Wasserschädigungen sowie von Taumittelzutritt der unter der Fahrbahn liegenden Konstruktionsteile reduziert.
- Überprüfungsintervalle können im Allgemeinen vergrößert werden.

2.3.2 Nachteile der integralen Bauweise

Aufgrund der Randbedingungen der integralen Bauweise, wie die unbestimmte Lagerung des Überbaus, das Auftreten von Zwangsschnittgrößen aus Temperatur, Schwinden, Kriechen, Relaxation, Vorspannungen und Auflagersenkungen, ist mit einem höheren Planungsaufwand zu rechnen. [1], [7]

Der erhöhte Planungsaufwand resultiert aus:

- Für eine realistische Abbildung der Bauwerksreaktionen sind die Langzeiteffekte nichtlinear zu modellieren.
- Die auftretenden Zwangsbeanspruchungen sind von der Bauwerksgeometrie, den Steifigkeitsverhältnissen von Bauwerk und Baugrund sowie der Steifigkeit des Baugrunds abhängig.
- Bei vorgespannten Tragwerken fließt ein Teil der aufgebrauchten Vorspannung in den Unterbau bzw. in den Baugrund.
- Die statischen Berechnungen müssen mit oberen und unteren Grenzwerten für die Steifigkeit des Baugrunds durchgeführt werden.
- Die Widerlagerverschiebungen bewirken eine Abnahme des niedrigeren Erdruhedrucks und den Aufbau des ungünstig wirkenden, höheren, passiven Erddrucks.
- Mitberücksichtigung des Bauablaufs bei der Planung, da dadurch der Verlauf von Zwangsschnittgrößen gesteuert werden kann.
- Die ständigen zyklischen Temperaturverformungen bewirken eine Nachverdichtung der Hinterfüllung, welche größere Setzungen der Hinterfüllung zur Folge haben kann. Daher ist auf eine konstruktive Durchbildung der Brückenenden (Übergang Bauwerk – freie Strecke) besonders zu achten. Die dafür gewählten baulichen Maßnahmen, wie zum Beispiel Schleppplatten, erhöhen die Baukosten.

3 Stand der Technik

3.1 Allgemeines

In diesem Kapitel werden mehrere Regelwerke für integrale Brücken dargestellt und deren wichtigste Inhalte kurz erläutert.

3.2 Österreich

In Österreich gibt es zurzeit noch keine gültigen Richtlinien und Bemessungshilfe für integrale Brückentragwerke. Die Richtlinie RVS 15.05.12 „Bemessung und Ausführung von integralen Brücken“ [6] ist derzeit noch in Bearbeitung. Eine für Österreich zusammenfassende Veröffentlichung des Standes der Technik, welche auch als Grundlage von [6] diene, ist „Planung integraler Brücken“ von R. Geier [1]. Verschiedene, von Seiten öffentlicher Auftraggeber festgelegte Planungsrichtlinien verweisen in Österreich zusätzlich auf die Anwendung von integralen Bauwerken.

- **Land Oberösterreich**

Das „Planungshandbuch für Brücken im Zuge von Landesstraßen“ [14] gibt einen Hinweis auf die integrale Bauweise:

1.4. Kriterien für den Entwurf [14 S. 3]

- Der **vollintegralen** Bauweise wird gegenüber anderen Bauweisen (z. B. aufgelöste oder **semiintegrale** Bauweise) Priorität eingeräumt.

- **ASFINAG²**

Das Planungshandbuch „Brücken- BAU“ [15] gibt an mehreren Stellen Vorgaben für die Anwendung und Ausführung von integralen Brücken:

1 Anlagenverhältnisse [15 S. 16]

*Schiefwinkelige Widerlageranordnungen (<70°) sind bei **integralen Brücken** mit einer Gesamtlänge von >25 m nach Möglichkeit zu meiden bzw. sind zu begründen und Maßnahmen zufolge der Abtriebskräfte vorzusehen.*

3 Berechnungsangaben [15 S. 22]

*Für die Interaktion Boden-Bauwerk bei **integralen Tragwerken** mit einer Gesamtlänge >25 m sind obere und untere Ansätze für den Erddruck in*

² Die Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG) ist für die Planung, die Finanzierung, den Ausbau, die Erhaltung, den Betrieb und die Bemannung des österreichischen Autobahnen- und Schnellstraßennetzes zuständig.

Betracht zu ziehen. Bei den oberen Ansätzen ist der Einsatz von elastischen Trenneinlagen (feuchtigkeitsunempfindlich (z.B. elastifiziertes EPS)) bei der Dimensionierung nicht zu berücksichtigen. Generell wird die Anwendung von elastischen Trenneinlagen analog Regelplan RP-BR-800.300.1543 empfohlen und in diesem Fall ist der untere Grenzwert für den Erddruck mit Null anzusetzen.

8 Brückenkonstruktionen und Brückengestaltung [15 S. 25]

Wenn möglich, Lager und Fahrbahnübergänge vermeiden, **integrale Brücken** sind aus Gründen der Erhaltung und der Konstruktion zu bevorzugen.

23 Widerlager, Flügelmauer, Schleppplatte [15 S. 34]

Der Übergang vom Widerlager zur Hinterfüllung ist bei **integralen Brücken** beispielhaft mit dem Regelplan Nr. RP BR-800.300.1543 angegeben.

• ÖBB³

In der Richtlinie für den Entwurf und Neubau von Eisenbahnbrücken aus Stahlbeton und Spannbeton [16] wird an mehreren Stellen auf die integrale Bauweise hingewiesen:

1. Allgemeine Anforderungen [16 S. 1]

(4) [...] andererseits bieten Brücken als Vollrahmen **in integraler Bauweise** in der Erhaltung große Vorteile[...]

2. Entwurfselemente [16 S. 3]

Für Eisenbahnbrücken aus Stahlbeton oder Spannbeton kommen vorrangig folgende Brückensysteme in Frage:

- Bis 6,0 m (max. 8 m) Lichtweite **geschlossene Rahmen**
- Für Stützweiten von 7 m bis ca. 15 m **einfeldrige Rahmen in integraler Bauweise**
- Für Tragwerkslängen bis 30 m (max. 40 m) 2- bis 3-Feldrahmen, möglichst in **integraler Bauweise**.

2.2.3. Rahmentragwerke [16 S. 13]

Rahmentragwerke werden im Allgemeinen für kleinere Brücken bis ca. 6 m Stützweite als **geschlossene Rahmen**, bis ca. 15 m Stützweite meist einfeldrig und für noch größere Stützweiten dreifeldrig zweckmäßig sein [...]

³ Die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) sind die größte staatliche Eisenbahngesellschaft Österreichs.

Bei der **integralen Bauweise** werden sämtliche Verschleißteile vermieden. Sie stellt hinsichtlich der Herstellungskosten und späteren Wartung und Erhaltung ein Optimum dar, wenn es gelingt die dabei unvermeidbaren Zwangsbeanspruchungen in Grenzen zu halten [...]. Wenn diese Voraussetzungen gegeben sind, sollte bei Brücken bis maximal 40 m Gesamtlänge immer die **integrale Bauweise** erwogen werden [...]

- **RVS 15.05.12 (Entwurf) [6]**

Die Richtlinie befindet sich zurzeit in einer großen Überarbeitung. Es wird daher im Rahmen dieser Masterarbeit nicht detailliert darauf eingegangen.

3.3 Europa

3.3.1 Deutschland

Für Deutschland gibt es derzeit keine Richtlinie für die Bemessung und konstruktive Gestaltung von integralen Brücken. In Bearbeitung ist gerade die Richtlinie „Integrale Bauwerke“ [4]. Eine Vielzahl an Veröffentlichungen widmet sich dem Thema integrale Brücken. [2], [5], [8], [9], [17], [18], [19]

3.3.2 Schweiz

In der Schweiz werden integrale Brücken bzw. die Ausbildung von Brückenenden in [2], [4] und [46] behandelt.

3.3.3 Großbritannien

Bis zu einer Länge von 60 m sind die Brücken in Großbritannien in integraler Bauweise herzustellen. [10], [20]

3.4 Erddruckansätze für integrale Brücken

3.4.1 Allgemeines

Die Größe der Verformungen, die sich bei den Widerlagern einstellen kann, hat wesentlichen Einfluss auf die Zwangsschnittkräfte im Überbau. Neben den Steifigkeiten des Über- und Unterbaus hängt das Verformungsvermögen von der Nachgiebigkeit des Baugrunds und des Hinterfüllmaterials ab. Welchen Widerstand die Hinterfüllung gegen eine auftretende Horizontalverschiebung mobilisiert, wird durch den Erddruck beschrieben. [1]

Für die Ermittlung des Erddrucks sind je nach Ausbildung der Widerlager und des Hinterfüllbereichs unterschiedliche Ansätze möglich. Die Erddruckansätze nachfolgender Richtlinien werden miteinander verglichen.

- ÖNORM B 4443 (Österreich)
- ASTRA 12 004 (Schweiz)
- UK Highway Agency (Großbritannien)
- DIN 4085 (Deutschland)
- ZTV-ING (Deutschland)

- RE-ING (Deutschland)

3.4.2 ÖNORM B 4443: Erd- und Grundbau, Erddruckberechnung

In Österreich gilt, bis zur Einführung der ÖNORM B 1997-1-4: „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Erddruckberechnung und Stützbauwerke“ gegenwärtig noch die ÖNORM B 4443 „Erd- und Grundbau, Erddruckberechnung“ [21]

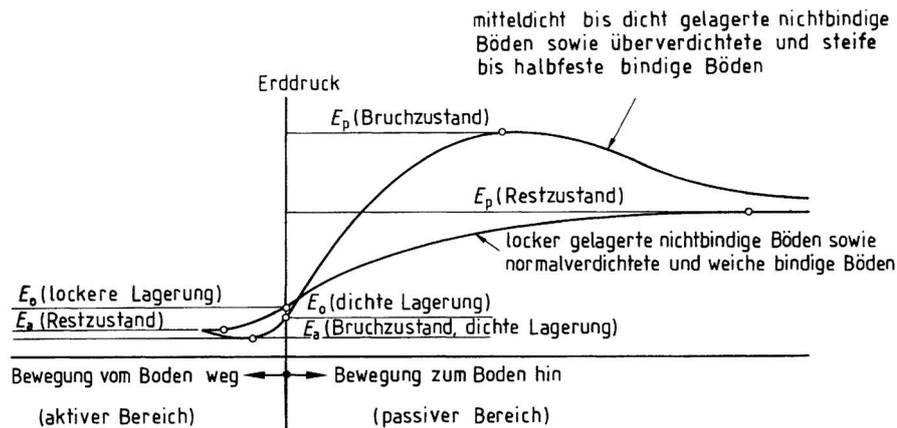


Abb. 3.1 Erddruck in Abhängigkeit von der Größe der Bewegung der Stützkonstruktionen entsprechend ÖNORM B 4434, Bild 1 [21 S. 5]

Der Erddruck ist, neben den Eigenschaften des Bodens und der Tiefe unter der Oberfläche, wesentlich von der Richtung und der Größe der Verschiebung abhängig. Abb. 3.1 zeigt die Abhängigkeit des Erddrucks von der Größe der Bewegung der Stützkonstruktion. Es sind die definierten Grenzwerte des Erddrucks ablesbar, der Erdruehdruck E_0 , der aktive Erddruck E_a sowie der passive Erddruck E_p . Der Erdruehdruck E_0 wirkt im ungestörten Zustand, die Stützkonstruktion ist starr und unverschieblich. Negative Wandverschiebungen – diese sind definiert als Verschiebung vom Erdreich weg – bewirken einen Abbau des Erddruckes vom vorhandenen Erdruehdruck E_0 auf den aktiven Erddruck E_a . Dieser stellt sich schon bei einer Verschiebung von ca. 1/1000 der Wandhöhe ein. Findet eine positive Wandverschiebung statt, also eine Verschiebung gegen das Erdreich, dann baut sich der passive Erddruck E_p , auch als Erdwiderstand bezeichnet, auf. Dies wird hingegen erst bei größeren Verschiebungswegen erreicht. Der anzusetzende Erddruck über die Verformungen des Widerlagers kann nur mit exakter Kenntnis der Interaktion des Bauwerks mit dem Untergrund ermittelt werden. [1]

3.4.3 Schweiz – ASTRA 12 004

Entsprechend der schweizer Richtlinie „Konstruktive Einzelheiten von Brücken, Kapitel 3 – Brückenenden“ des Schweizer Bundesamts für Straßen [3] ist zwischen einer Rotation um einen Fußpunkt bzw. um einen fiktiven Drehpunkt und einer Translation der Widerlagerwand zu unterscheiden. Die Lage des Drehpunkts sowie die Erddruckverteilung zeigt Abb. 3.2.

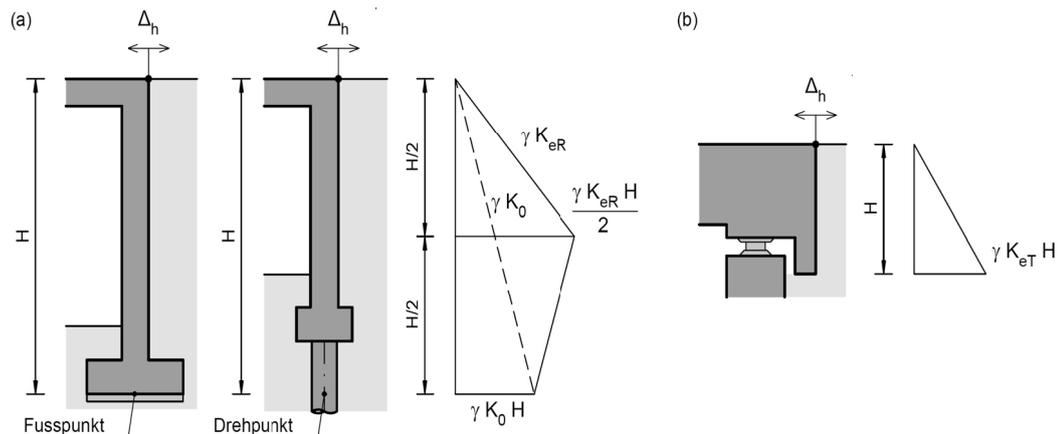


Abb. 3.2 Erhöhter Erddruck infolge Nachverdichtung (a) Rotation (b) Translation [3 S. 37]

Der erhöhte Erddruckbeiwert K_{eR} bei Rotation und der erhöhte Erddruckbeiwert K_{eT} bei translatorischer Verschiebung können wie folgt ermittelt werden:

$$K_{eR} = K_0 + \left(33 \cdot \frac{\Delta h}{H}\right)^{0.6} \cdot K_p \leq K_p$$

$$K_{eT} = K_0 + \left(40 \cdot \frac{\Delta h}{H}\right)^{0.4} \cdot K_p \leq K_p$$

3.4.4 Großbritannien – Design Manual for Roads and Bridges. The design of integral bridges.

Die in Großbritannien seit 2003 geltende Richtlinie [20] entspricht der schweizer Richtlinie ASTRA 12 004 [3] (siehe Kapitel 3.4.3).

3.4.5 Deutschland

In Deutschland regelt die DIN 4085 [22] die Berechnung des Erddrucks. In den Richtlinien ZTV-ING Teil 5: „Tunnelbau, Abschnitt 2: Offene Bauweise (2012-03-01)“ [23] und RE-ING – Ingenieurbau, „Abschnitt Integrale Brücken (Entwurf vom 15.04.2011)“ [4] sind weitere Vorgaben für die Anwendung bei integralen Brückentragwerken.

- **DIN 4085 [22]**

Der wirkende Erddruck wird in Abhängigkeit der Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion geregelt. Der volle aktive Erddruck ist als unterer Grenzwert anzusetzen, der obere Grenzwert aus dem erhöhten aktiven Erddruck ist in Abhängigkeit der Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion geregelt.

Die nötigen Wandverschiebungen für den aktiven Erddruck in Verhältnis zur Wandhöhe und in Abhängigkeit von der vorhandenen Lagerung sind entsprechend Tabelle 6 aus [22] zu bestimmen. Ob der passive Erddruck in Teilen aktiviert wird, ist mit Hilfe von Tabelle 7 aus [22] zu untersuchen.

- **ZTV-ING „Teil 5: Tunnelbau, Abschnitt 2: Offene Bauweise“ [23]**

Der Abschnitt 2 des Teiles 5: Tunnelbau [23] ist für die Betrachtung des Erddrucks auf integrale Brückenbauwerke von Bedeutung. Der Lastfall „Kleinsten Erddruck“ ist mit $0,5 \cdot e_a$ anzusetzen. Für den Fall „Größter Erddruck“ wird hingegen der Erdrückdruck e_0 angenommen.

- **RE-ING – Ingenieurbau „Abschnitt Integrale Brücken (Entwurf)“ [4]**

In der Richtlinie [4 S. 4] wird empfohlen, den Erddruckansatz nach Vogt [11] zu berücksichtigen.

4 Überblick des österr. Brückenbestands

4.1 Problemstellung

4.1.1 Allgemeines

Neben den notwendigen Erhaltungsmaßnahmen wird die Ertüchtigung des Brückenbestands hinsichtlich der zukünftigen Verkehrsentwicklung eine Hauptaufgabe der Brückenbauabteilungen sein. Ein Überblick über den österreichischen Brückenbestand veranschaulicht die Anforderungen der Brückenerhaltung im Zuge laufender Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen, darunter die Altersstruktur der Tragwerke und das damit verbundene vermehrte Auftreten von Schäden oder die geänderten Nutzungsanforderungen. Ein Bericht [24] des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung stellt allgemein für Deutschland fest, dass aufgrund der Altersstruktur des Brückenbestands für neue ungünstig wirkende Fahrzeugkonzepte, höhere zulässige Fahrzeuggesamtwichte oder höhere Achslasten kaum Spielraum besteht. Der Brückenbestand ist auf die kommenden Anforderungen vorzubereiten.

4.1.2 Verkehrsentwicklung

Die neuesten Verkehrsprognosen sagen einen Anstieg des Güterverkehrsaufkommens in Österreich bis zum Jahr 2025 gegenüber 2002 um 44 % voraus [25]

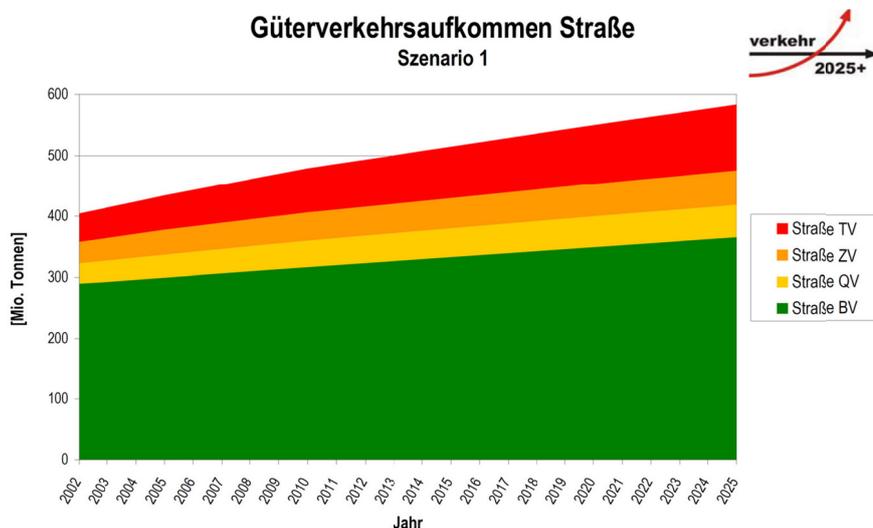


Abb. 4.1 Güterverkehrsaufkommen Straße im Szenario 1 [25 S. 28]

Gegenüber den 1960er Jahren beträgt dieser Anstieg sogar 540 %, wie aus Abb. 4.2 ersichtlich. Einhergehend mit dem Anstieg des Gesamtverkehrsaufkommens ist ein Zuwachs an Sondertransporten und eine generelle Tendenz von Überladungen der LKW-Transporte. 60-to Gigaliner, wie bereits in den skandinavischen Ländern eingesetzt, sollten, so fordern Vertreter der Frachtwirtschaft, in ganz

Europa fahren dürfen. Entsprechend [26] geht die ASFINAG davon aus, dass alleine in Österreich bis zu 5,4 Mrd. Euro an Umbaukosten entstehen, wenn das österreichische Straßennetz für den Einsatz solcher Gigaliner tauglich gemacht würde. In Deutschland würde die Ertüchtigung der Brücken hierfür elf Milliarden Euro ausmachen.

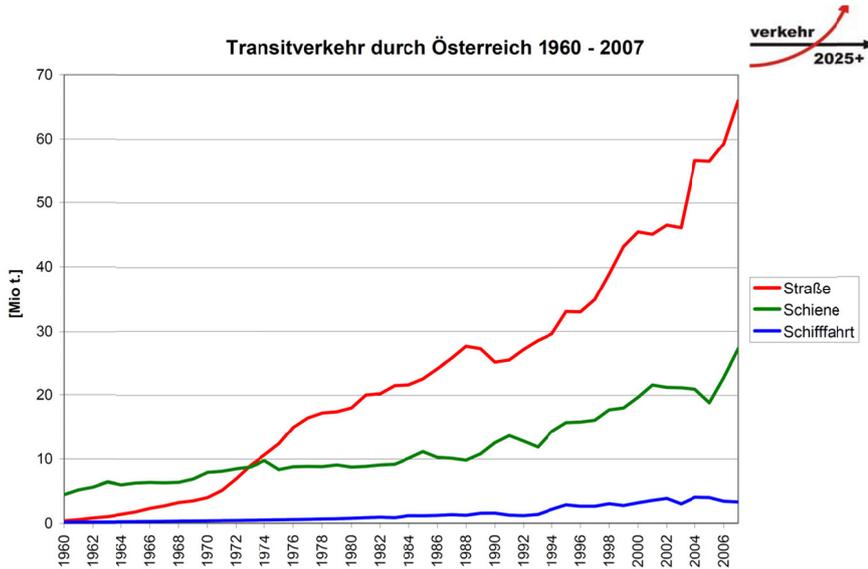


Abb. 4.2 Aufkommen im Güterverkehr in Österreich 1960–2007 [25 S. 5]

4.1.3 Alterung des Brückenbestand

Wie aus Abb. 4.3 ersichtlich, ist der Großteil des österreichischen Brückenbestandes in den 1960er, 1970er und 1980er Jahren erbaut worden. Die Abb. 5.8 und Abb. 5.9 zeigen die gleiche Altersverteilung. Diese Tragwerke haben jetzt eine Nutzungsdauer zwischen 35 und 55 Jahren und stehen, falls nicht bereits durchgeführt, vor ihren ersten großen Instandsetzungsarbeiten bzw. sogar vor einer Ertüchtigung.

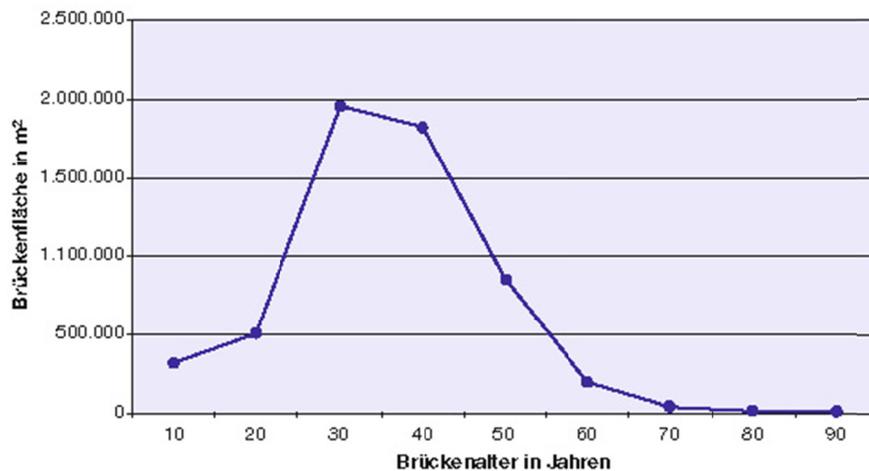
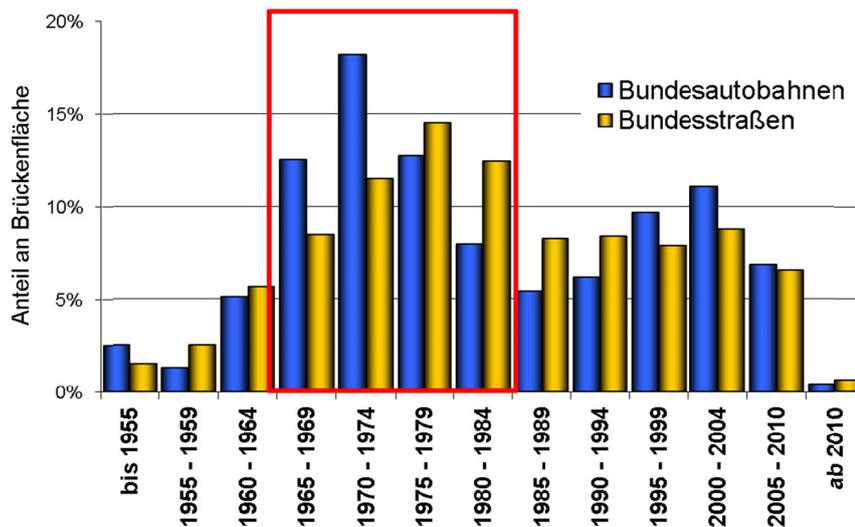


Abb. 4.3 Brückentalter in Jahren im Netz der ASFINAG [27 S. 6]

Der deutsche Ausbau des Straßennetzes zeigt ein ähnliches Bild. Eine Vielzahl von Brückentragwerken wurde in den alten Bundesländern in den 60er, 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts neu gebaut (Abb. 4.4). In den neuen Bundesländern erfolgte eine vergleichbare Entwicklung nach der Wiedervereinigung ab 1990. [24]

Aufgrund der Altersstruktur entspricht ein Großteil dieser Tragwerke nicht mehr dem Stand der Technik bzw. den Anforderungen der derzeit gültigen Regelwerke. Nicht rechtzeitig durchgeführte bzw. fehlende Erhaltungsmaßnahmen können als weitere Gründe für den allgemein schlechteren Zustand einzelner Brückentragwerke genannt werden. Abb. 5.33 zeigt die Zustandsentwicklung des Brückenbestands im Zeitraum 2001 bis 2006 im Netz der ASFINAG. Sie zeigt eine Vergrößerung des Anteils von Brücken mit der Zustandsnote 3, diese sollten entsprechend der österreichischen Richtlinie RVS 13.03.11 [28]⁴ mittelfristig, also innerhalb der nächsten sechs Jahre, saniert werden. Für Deutschland kann von einer ähnlichen Entwicklung ausgegangen werden. Die Verteilung der Zustandsnoten (Abb. 5.34) weist deutlich auf eine generelle Verschlechterung des Brückenbestands der deutschen Bundesfernstraßen in den letzten zehn Jahren.



(Quelle, Datenbasis: BAST / BMVBS)

Abb. 4.4 Deutsche Bundesfernstraßen, Altersstruktur der Brücken [24 S. 2]

⁴ Siehe dazu Kapitel 4.2 Bauwerksprüfung

4.1.4 Entwicklung der zulässigen Verkehrslasten und Belastungsnormen

Bei der Bemessung von Brücken sind die verschiedenen Beanspruchungen zuverlässig zu berücksichtigen. In den technischen Richtlinien und Regelwerken wird der Straßenverkehr über fiktive Lastmodelle modelliert und in der Straßenverkehrsordnung über zulässige Verkehrslasten den Nutzer vorgeschrieben. Sowohl die für die Tragwerksbemessung genormten Lastmodelle als auch die zulässigen Verkehrslasten laut Straßenverkehrsordnungen sind den notwendigen Erfordernissen entsprechend anzupassen. Abb. 4.5 zeigt diese Anpassung für Österreich, anhand der zulässigen Verkehrslasten in den letzten 60 Jahren [27], ergänzt mit Titel und Erscheinungsdatum der zum damaligen Zeitpunkt geltenden Belastungsnorm. Abb. 4.6. zeigt gleiches für Deutschland.

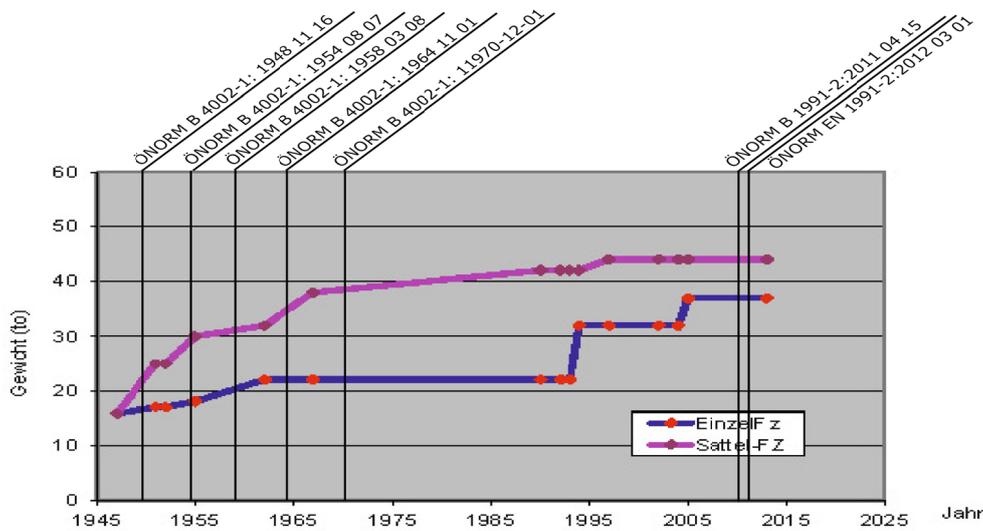


Abb. 4.5 Entwicklung der zulässigen Verkehrslasten in Österreich [27 S. 6]

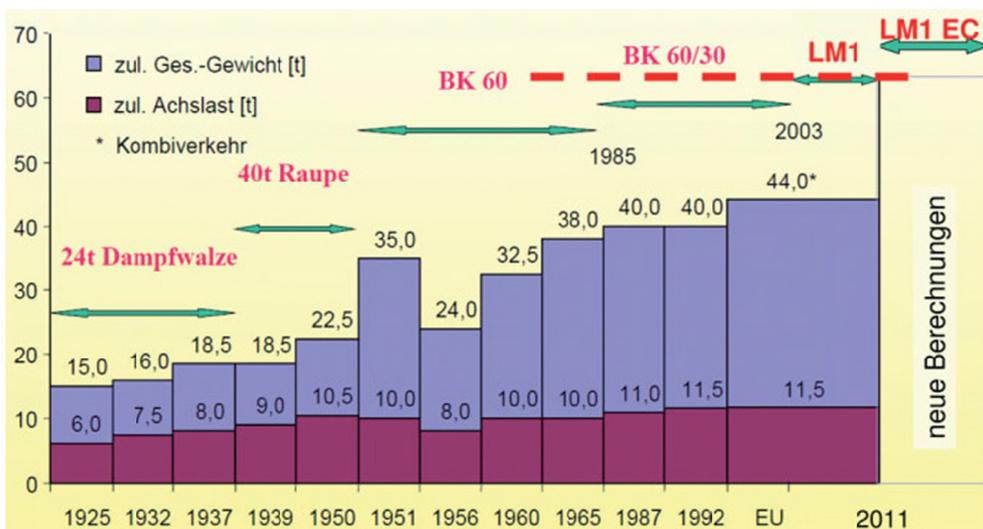


Abb. 4.6 Entwicklung der zulässigen Verkehrslasten in Deutschland [29 S. 89]

4.1.5 Definition von Brückenschäden

Die Bauwerksprüfung ist in Österreich durch die RVS 13.03.11: „Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten – Straßenbrücken“ geregelt⁵. Dort werden unter anderem, folgende Begriffe definiert. [30 S. 4]

- **Schaden** (im Zusammenhang mit dem Zustand eines Gebäudes)
Veränderung an einem Bauwerk, durch welche Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit sowie Tragfähigkeit beeinträchtigt sind.
- **Mangel** (im Zusammenhang mit dem Zustand eines Gebäudes)
Negative Abweichungen zwischen einem angestrebten Wert und dem erreichten Wert. Ein Mangel kann einen oder mehrere Schäden zur Folge haben.
- **Fehler** (im Zusammenhang mit dem Zustand eines Gebäudes)
Abweichungen zwischen den Ergebnissen von zielgerichteten menschlichen Handlungen und den Zielen der Handlung. Ein Fehler kann einen Mangel oder mehrere Mängel zur Folge haben.

4.1.6 Ursachen von Brückenschäden

Die Ursachen von Brückenschäden sind vielzählig und zumeist das Resultat von unterschiedlichen Mängeln. Die Fehler, aus denen letztendlich die Schäden resultieren, können in drei wesentliche Bereiche gegliedert werden: in den Planungsfehler, den Herstellungsfehler und den Fehler während und durch Nutzung. [31], [32]

Die häufigsten Planungsfehler sind: [31], [32]

- fehlerhafte Ermittlung der Beanspruchungsgrößen
- falsche Schnittkraftermittlung
- falsche Systemannahmen in Lastaufstellung
- fehlerhafte statische Modellbildung
- falsche Bewehrung- und Spanngliedführung
- zur Zeit der Planung noch nicht ausreichender Kenntnisstand der Technik
- konstruktive Fehler in Detailausbildungen
- zu geringe Betonqualität
- nicht berücksichtigte Bauzustände

Die häufigsten Fehler in der Bauausführung sind: [31], [32]

- mangelhafte Verdichtung des Betons

⁵ Eine kurze Einführung in die RVS 13.03.11 gibt Kapitel 4.2.

- unzureichend verpresste Hüllrohre
- geringe Betondeckung
- fehlerhafte Abdichtungen
- frühzeitiges Ausschalen von Bauteilen

Die häufigsten Nutzungsfehler sind: [31], [32]

- Schäden durch mögliche mechanische, chemische und biologische Einwirkungen
- Abplatzungen und Schrammen durch Fahrzeugkollision
- Durch zu geringe Fugenbreiten bei Dehnungs- und Bewegungsfugen können mechanische Schäden entstehen
- In Bereichen mit starker Belastung durch chemisch freigesetzte Stoffe, wie z. B. Tausalz in Kombination mit Frost-Tausalzeinwirkung, kommt es zu Schäden an der Betonoberfläche und damit zu einem Korrosionsangriff der Bewehrung. Weitere mögliche chemische Angriffe sind Chloridangriffe und die Karbonatisierung des Betons
- mangelhafte bzw. nicht ausreichende Instandsetzungsmaßnahmen durch die Brückenerhalter
- Überbelastung der Tragwerke

4.1.7 Schäden von Betonbrücken

Vorhandene Schäden an Brückentragwerken werden zur Dokumentation in Schäden am Überbau, Schäden am Unterbau und Schäden an der Brückenausrüstung unterschieden. Werden die Schäden den einzelnen Werkstoffen von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken zugeordnet, so unterteilt man in Schäden am Beton, Schäden an der schlaffen Bewehrung und Schäden an Spannbewehrung und Spannköpfen. [28], [31], [32]

Die häufigsten Schäden am Beton sind: [28], [31], [32]

- Risse, hervorgerufen durch Überbelastung, frühzeitiges Ausschalen, zu geringe Betonfestigkeit, fehlende Bewehrung, konstruktive Planungs- und Ausführungsfehler und auftretende Bewehrungskorrosion
- Fehlstellen, Hohlstellen, Betonausbrüche, Abplatzungen und Nester
- Aussinterungen, Rostfahnen und Feuchtstellen
- Abwitterungen an Beschichtungen und Betonoberflächen
- mangelhafte Betonoberflächen (Lunker, Absandungen, Ausblühungen)
- Anfahrtschäden, Schrammen
- Verdichtungsporen
- Betoniernester

- Grobkornstellen
- Chloridoberfläche
- Karbonatisierung
- Verunreinigungen

Die häufigsten Schäden an der schlaffen Bewehrung sind: [28], [31], [32]

- fehlende Bewehrung
- zu geringe Betondeckung
- Karbonatisierungsfront an der Hauptbewehrung
- korrodierte Bewehrung

Die häufigsten Schäden an der Spannbewehrung und den Spannköpfen sind: [28], [31], [32]

- Ausfall von Spanngliedern
- freiliegende Hüllrohre
- fehlendes Verpressgut in Hüllrohren
- schadhafter Schutzbeton der Endverankerung
- Korrosion der Einbauteile

Zusätzlich zu den Schäden an Beton und Bewehrung sind bei Gründungen noch folgende Schäden möglich: [28], [31], [32]

- Unterspülungen
- Schäden am Kolkschutz
- Setzungen, Hebungen und Verdrehungen

Die häufigsten Schäden an der Brückenausrüstung: [28], [31], [32]

- Schäden an den Fahrbahnübergängen
- Schäden an Lagern
- Schäden an Entwässerungseinrichtungen
- Schäden an der Abdichtung
- Schäden an Fahrbahnbelägen
- Schäden an Gelenken
- Schäden an Geländer, Leiteinrichtungen und Lärmschutzeinrichtungen
- Schäden an Randbalken

4.2 Bauwerksprüfung

4.2.1 Allgemeines

Die Bauwerksprüfung ist in Österreich durch die RVS 13.03.11: „Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten – Straßenbrücken“ [28] geregelt. In Deutschland gilt die DIN 1076: „Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wege - Überwachung und Prüfung“ in Verbindung mit der RI-EBW-PRÜF: „Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076“. [33], [34] In der Schweiz regelt die ASTRA 12002: „Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstraßen“ die Bauwerksprüfung. [35]

Einen Überblick über die lt. RVS 13.03.11 geforderten Bauwerksprüfungen, deren erforderlichen zeitlichen Rahmen und das Personal der Durchführung, gibt Tabelle 4-1 an. Es wird unterschieden in:

- Laufende Überwachung
- Kontrolle
- Prüfung

In Österreich wird i. A. die laufende Überwachung und die Kontrolle von Mitarbeitern der Brückenbauabteilungen durchgeführt, die Prüfung wird sowohl von den Brückenbauabteilungen selbst durchgeführt, als auch an dafür qualifizierte Zivilingenieurbüros vergeben.

Tabelle 4-1 Überblick Bauwerksprüfung gemäß RVS 13.03.11 [28]

RVS 13.03.11	Art der Bauwerksprüfung	Max. zeitlicher Abstand	Durchführung
	Laufende Überwachung	4 Monate	Mitarbeiter des Streckendienstes
	Kontrolle	2 Jahre	Sachkundiger Ingenieur oder Brückenmeister
	Prüfung	6 Jahre	Sachkundiger Ingenieur

Die Brückenbauverwaltungen müssen die Standsicherheit, die Verkehrssicherheit und die Dauerhaftigkeit der Brückentragwerke über die gesamte Nutzungsdauer gewährleisten. Die Bauwerksprüfung, als die Erhebung des Ist-Zustands, erfasst, dokumentiert und bewertet den Erhaltungszustand von Ingenieurbauwerken und ist die Grundlage für zukünftige Investitionsentscheidungen. Der Erhaltungszustand wird durch die Bewertung mit Zustandsnoten ausgedrückt.

Die Bauwerksprüfung, als Grundlage einer sachgemäßen Instandsetzung, wird vermehrt Teil eines – über die gesamte Nutzungsdauer eines Brückentragwerks gehenden – Qualitätsmanagements im Brückenbau. Die Bauwerksprüfung kann und sollte bereits ab den Vorplanungen eines Brückenbauwerks einbezogen werden. Somit wird bereits frühzeitig die mögliche Durchführung von späteren Bauwerksprüfungen in den verschiedenen Planungsschritten mitberücksichtigt. Auch die Zugänglichkeit aller zu prüfenden Bauteile und die Möglichkeit, beim Eintreten eines Schadensfalls, die Instandsetzungsarbeiten bzw. den Austausch von

Brückenausrüstungen mit eingeschränkter Lebensdauer, wie Lager und Fahrbahnübergänge, unter Verkehr durchführen zu können, sind wichtige Planungsparameter. Das frühzeitige Erkennen von Schäden, um Folgeschäden samt der damit verbundenen Mehrkosten zu verhindern, ist das primäre Ziel der Bauwerksprüfung. Die Wichtigkeit einer funktionierenden Bauwerksprüfung zeigt sich auch an der Verknüpfung der laufenden Überwachung der Tragwerke mit der Festlegung der Größe von Teilsicherheitsbeiwerten in unseren gültigen technischen Regelwerken. So wird in der Europäischen Grundlagennorm EC 1990 [36] mehrfach auf die erforderliche stattfindende Überwachung der Bauwerke verwiesen.

4.2.2 Laufende Überwachung

Die laufende Überwachung erfolgt im Regelfall durch Befahren des Objekts vom Fahrzeug aus und einer augenscheinlichen Bewertung. Sie dient der Feststellung der Funktionstüchtigkeit des Brückentragwerks samt Brückenausrüstung. Ihre Durchführung sollte bei Strecken mit permanentem Streckendienst laufend erfolgen, zumindest aber alle vier Monate bei Strecken ohne Streckendienst. Es sind grundsätzlich keine schriftlichen Aufzeichnungen erforderlich. Werden Schäden bzw. auffällige Veränderungen erkannt, sind diese den Erhaltungspflichtigen schriftlich zu melden. Die Durchführung erfolgt durch Mitarbeiter des Streckendienstes bei Kontrollfahrten oder durch gleichwertig befähigte Personen. [28]

Sie dient zur Feststellung von groben Schäden und Veränderungen wie [28 S. 5]

- *Außergewöhnliche Veränderungen am Bauwerk*
- *Schäden an der Fahrbahndecke einschließlich Randbalken*
- *Schäden an der Ausrüstung wie an Übergangskonstruktionen, Geländer, Leitschienen, Lärmschutzeinrichtungen, Schnee- und Spritzschutzeinrichtungen*
- *Schäden an Entwässerungseinrichtungen*
- *Schäden an Böschungen*
- *Schäden an allenfalls vorhandenen objektbezogenen Verkehrszeichen und Hinweisschildern*

4.2.3 Kontrolle

Bei der Kontrolle werden die Veränderungen des Erhaltungszustands im Vergleich zum letzten Prüfereignis (Kontrolle oder Prüfung) festgestellt, dokumentiert und beurteilt. Sie stellt per Augenschein den Erhaltungszustand bzw. die Funktionstüchtigkeit fest und ist in Zeitabständen von höchstens zwei Jahren durchzuführen. Sollte es durch den Erhaltungszustand des Prüfobjekts oder durch das Eintreten eines außergewöhnlichen Ereignisses erforderlich sein, so kann das zeitliche Prüfintervall kürzer gewählt werden. Die Durchführung erfolgt durch einen sachkundigen Ingenieur bzw. durch entsprechend geschultes oder erfahrenes Fachpersonal. [28]

Das Ergebnis der Kontrolle ist in einem Befund zu dokumentieren und hat folgende Punkte zu beinhalten [28 S. 10]:

- *Zustand des Objektes verglichen mit dem letzten Befund*
- *Benutzbarkeit des Verkehrsweges im bisherigen Umfang in Abhängigkeit vom Zustand des Objektes*
- *Neu festgestellte Mängel und Schäden*
- *Sofortmaßnahmen aufgrund der festgestellten Mängel und Schäden*
- *Veranlassen einer Prüfung gemäß Punkt 6, wenn Mängel und Schäden im Zuge der Kontrolle nicht beurteilt werden können*
- *Besondere Hinweise für die nächste Kontrolle oder Prüfung*
- *Jahr der nächsten Kontrolle*

4.2.4 Prüfung

Ziel der Prüfung ist es, den Erhaltungszustand des Objekts zu erheben, zu dokumentieren und zu bewerten. Nach Erfordernis sind geeignete Maßnahmen vorzuschlagen. Der Abstand der Brückenprüfung sollte nicht größer als sechs Jahre sein, Ausnahmen lassen eine Vergrößerung des Intervalls auf 12 Jahre zu. Ein sachkundiger Ingenieur hat die grundlegenden statischen Verhältnisse des Tragwerks zu beurteilen und den möglichen Einfluss von Schäden auf die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit des Prüfobjekts abzuschätzen. Er kann, falls mit dem vorgegebenen Prüfumfang nicht das Auslangen gefunden wird, Sonderprüfungen veranlassen. [28]

Die RVS 13.03.11 gibt Anweisungen über notwendige Vorbereitungsarbeiten, die zu prüfenden Bauteile und den Umfang der Prüfung. So zeigt Tabelle 4-2 die Bauteile, die im Zuge der Prüfung zu bewerten sind.

Tabelle 4-2 Im Zuge der Prüfung ist die Bewertung folgender Bauteile vorgesehen [28 S. 10]:

Bauteil	Beschreibungen
<i>Unterbau</i>	<i>Gründungselemente, Widerlager, Pfeiler, Flügelmauern, Gerinne, Böschungen usw.</i>
<i>Überbau</i>	<i>Tragwerk</i>
<i>Deckschicht</i>	<i>Fahrbahndecke, Geh- und Radwegdecke und deren Anschlüsse</i>
<i>Lager</i>	<i>Brückenlager</i>
<i>Fahrbahnübergang</i>	<i>Fahrbahnübergangskonstruktionen einschließlich Belagsdehnfuge</i>
<i>Abdichtung, Entwässerung</i>	<i>Brückenabdichtungen und Entwässerungseinrichtungen wie z. B. Abläufe, Ablaufrohre, Befestigungen</i>
<i>Randbalken</i>	<i>Randbalken einschließlich der Bordsteine und der Randbalkenfugen</i>
<i>Sonstige Ausrüstung</i>	<i>Geländer, Fahrzeugrückhaltesysteme, Lärmschutzeinrichtungen, Spritzschutz, Abwurfsicherungen, Beleuchtungen, Leitungen, allgemeine Verkehrszeichen, objektsbezogene Verkehrszeichen usw.</i>

Die Dokumentation der Prüfung hat folgendes zu beinhalten [28 S. 19]:

- *Zustand des Objektes einschließlich der Zustandsnoten für das Gesamtobjekt und der Bauteile. Nicht prüfbare Teile, wie z. B. Lager, Fahrbahnübergänge, Verankerungen und nicht begehbare Hohlkästen sind explizit zu dokumentieren*
- *Benutzbarkeit des Verkehrsweges im bisherigen Umfang in Abhängigkeit vom Zustand des Objektes*
- *Festgestellte Mängel/Schäden und gegebenenfalls deren vermutete Ursache*
- *Veränderung von Schäden gegenüber der letzten Kontrolle bzw. Prüfung*
- *Sofortmaßnahmen aufgrund der festgestellten Mängel und Schäden*
- *Erforderliche Maßnahmen aus Gründen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit, Terminvorschläge für die Einleitung dieser Maßnahmen*
- *Erforderliche Maßnahmen aus Gründen der Dauerhaftigkeit, Terminvorschläge für die Einleitung dieser Maßnahmen*
- *Empfohlene Maßnahmen*
- *Besondere Anweisungen und Hinweise für die zukünftigen Kontrollen und Prüfungen*
- *Durchzuführende Sonderprüfungen*
- *Durchzuführende statische Nachrechnung*
- *Jahr der nächsten Prüfung*

Für die Bewertung werden Noten von 1 bis 5 für die Bauteile und für das Gesamtobjekt vergeben. [28]

Tabelle 4-3 Notensystem für den Erhaltungszustand [28 S. 23]

1	<i>sehr guter Zustand</i>
2	<i>guter Zustand</i>
3	<i>ausreichender Zustand</i>
4	<i>mangelhafter Zustand</i>
5	<i>schlechter Zustand</i>

Die Beurteilung der vorhandenen Schäden mit einer Einteilung in das Bewertungssystem der Zustandsnote obliegt der Erfahrung des eingesetzten Prüfpersonals. Tabelle 4-4 definiert hier für die Objektbewertung gemäß RVS 13.03.11 die Zuordnung. So wird für die Zustandsnote 3 eine Instandsetzung mittelfristig, also möglichst innerhalb von sechs Jahren empfohlen. Für die Zustandsnote 4 wird sie kurzfristig, d. h. möglichst innerhalb von drei Jahren vorgeschlagen. Bei einer Zustandsnote 5 sind die Schäden so schwer, dass die erforderliche Tragfä-

higkeit und/oder Gebrauchstauglichkeit derart eingeschränkt ist, dass eine Instandsetzung oder Erneuerung unverzüglich einzuleiten ist.

Tabelle 4-4 Objektbewertung gemäß Tabelle 1 [28 S. 24]

Note	Beschreibung
1	<p>Keine oder sehr geringe Schäden, Mängel aus der Bauzeit wie Abweichungen der Abmessungen, ästhetische Mängel.</p> <p>Keine Einschränkung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit.</p> <p>Keine Instandsetzung erforderlich.</p>
2	<p>Geringe, leichte Schäden. Mängel aus der Bauherstellung, die noch keine Verschlechterung zeigen.</p> <p>Keine Einschränkungen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.</p> <p>Bei Nichtbehebung kann es erst längerfristig zu einer Verminderung der Gebrauchstauglichkeit bzw. Dauerhaftigkeit kommen.</p> <p>Behebung im Zuge von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten empfohlen.</p>
3	<p>Mittelschwere Schäden, die keine Einschränkung der Tragfähigkeit zur Folge haben.</p> <p>Es sind Anzeichen einer Verminderung der Gebrauchstauglichkeit bzw. Dauerhaftigkeit des Bauwerks zu erkennen.</p> <p>Eine Instandsetzung soll mittelfristig in Angriff genommen werden, um die Gebrauchstauglichkeit bzw. die Dauerhaftigkeit auf das geplante Maß anzuheben.</p>
4	<p>Schwere Schäden, die derzeit noch keine Einschränkung der Tragfähigkeit zur Folge haben.</p> <p>Es ist eine Verminderung der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit deutlich erkennbar.</p> <p>Eine Instandsetzung soll kurzfristig in Angriff genommen werden, um die Gebrauchstauglichkeit bzw. die Dauerhaftigkeit auf das geplante Maß anzuheben. Eine Instandsetzung kann innerhalb der genannten Frist zugunsten einer neuerlichen Prüfung/Sonderprüfung ausgesetzt werden (Prüfintervall verkürzen).</p>
5	<p>Sehr schwere Schäden, die eine Einschränkung der Tragfähigkeit und/oder Gebrauchstauglichkeit bis zum Abschluss der Instandsetzung/Erneuerung zur Folge haben.</p> <p>Instandsetzungs-/Erneuerungsarbeiten sind unverzüglich einzuleiten.</p>

4.3 Ertüchtigung von Brücken

4.3.1 Allgemeines

Wenn man unter Instandsetzung und Sanierung von Brückentragwerken sämtliche Maßnahmen versteht, um die Zuverlässigkeit und die Dauerhaftigkeit eines Tragwerks wieder voll herzustellen, so wird unter dem Begriff „Ertüchtigung von Brückentragwerken“ die Summe aller Maßnahmen verstanden, um für ein Tragwerk die vorhandene Tragfähigkeit zu erhöhen. [37]

Die Brückenbauverwaltungen müssen im Rahmen ihrer Erhaltungsaufgabe sicherstellen, dass die Standsicherheit, die Verkehrssicherheit und die Dauerhaftigkeit der Brückentragwerke gewährleistet bleiben. So sind Verstärkungsmaßnahmen bei ungenügender Tragfähigkeit und bei unbefriedigender Gebrauchstauglichkeit erforderlich. [38]

Stellt man sich die Frage, worin die Ursachen liegen, dass Brückentragwerke nicht mehr allen gewünschten Anforderungen gerecht sind, können folgende als Gründe genannt werden: [39]

- Das Tragwerk entspricht nicht mehr den heutigen Nutzungsanforderungen
- Die zur Zeit der Errichtung geltenden Normen und Richtlinien entsprechen nicht mehr dem heute gültigen Stand der Technik (unzureichende Schubtragfähigkeit, unberücksichtigter Temperaturgradient, ungenügende Mindest- und Rissebewehrung, Koppelfugenproblematik)
- Fehler in der Tragwerksplanung
- Fehler in der Bauausführung
- Materialfehler aufgrund von Ermüdung
- erhöhte Anforderungen aus Nutzungsänderungen (Verbreiterung der Fahrbahnfläche, etc.)

Einer Ertüchtigung vorausgehend ist immer eine gründliche Bestandsaufnahme der Tragwerke. Bei dieser Beurteilung sollen qualifizierte Kenntnisse über die Nutzungsgeschichte des Tragwerks erhoben werden. Von den zur Bauzeit gültigen Normen und Vorschriften, der Ausführungspraxis zur Bauzeit, der Regelmäßigkeit von durchgeführten Prüfungen, allen früheren Instandsetzungsmaßnahmen bis zum Vergleich der Schadenshäufigkeit ähnlicher Tragwerke. [39] Bei der Bewertung von Bestandsobjekten ist die noch vorhandene Tragfähigkeit möglichst wirklichkeitsnah zu ermitteln, gegenüber der Nachweisführung eines Neubaus können hier einige Faktoren genauer berücksichtigt werden, wie die tatsächlichen Festigkeiten, vorhandene Elastizitätsmodule und Eigengewichte der Baumaterialien, sowie die vorhandenen Größen der Verkehrslasten. Der Stand der Technik ist eine Nachweisführung nach geltenden Bemessungsvorschriften. Für die rechnerische Überprüfung der vorhandenen Tragfähigkeit von Bestandsobjekten gilt in Österreich die ON Richtlinie ONR 24008 „Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und Straßenbrücken“. [40] In Deutschland regelt die „Richtlinie für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie)“ [41] und in der Schweiz die ASTRA 82001: „Überprüfung bestehender Straßenbrücken“ [42].

Nach der für Österreich geltenden Richtlinie ONR 24008 soll die rechnerische Beurteilung der Tragfähigkeit eines Bestandstragwerks in vier Stufen erfolgen: [40 S. 2]

- *Stufe 1*
Die Berechnung erfolgt nach dem letztgültigen Normenstand.
- *Stufe 2*
Die Berechnung erfolgt unter Verwendung aktualisierter Daten auf der Einwirkungsseite, der Widerstandsseite einschließlich Modellbildung und der Sicherheitsseite (Kalibrierung der Teilsicherheitswerte).
- *Stufe 3*
Die Berechnung erfolgt unter Anwendung einer probabilistischen Analyse. So kann das Zuverlässigkeitsniveau bestimmt und mit dem der entsprechenden Normen verglichen werden.
- *Stufe 4*
Bewusste Akzeptanz einer reduzierten Zuverlässigkeit mit detaillierter Begründung und entsprechender Ersatzmaßnahme.

Die Tragwerkszuverlässigkeit eines Brückentragwerks verschlechtert sich mit fortlaufender Alterung, bis zum Zeitpunkt, an dem die Tragfähigkeit das zulässige Minimum erreicht. Bei Erreichung dieses Grenzzustands ist zu entscheiden, ob eine Ertüchtigung gegenüber eines Ersatzneubaus wirtschaftlich noch sinnvoll ist. In Österreich gibt die RVS 15.02.13: „Dauerhaftigkeit von Brücken – Grundlagen für die Berechnung von Lebenszykluskosten“ [43] Grundlagen für diesen wirtschaftlichen Vergleich sowie die „Richtlinie zur Berechnung der Erhaltungskosten und Ablösebeiträge von Ingenieurbauwerken, Straßen und Wegen, ÖBB, 2006 (Ablöserichtlinie)“. [44] In Deutschland gilt die „Richtlinie zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzungs-/Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken“. [45] Für die Schweiz regelt die „Richtlinien ASTRA 12003, Erhaltungswürdigkeit von Kunstbauten“ die Kriterien zur Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit von Straßenbrücken und Kunstbauten an Straßen aller Art. [46]

4.3.2 Maßnahmen zur Ertüchtigung

In der Regel werden folgende Verfahren zur Ertüchtigung von Brückentragwerken eingesetzt, zumeist wird eine Kombination mehrerer Maßnahmen zur Ausführung kommen. [47 S. 993]

- *Querschnittsergänzungen in der Zug- und/oder Druckzone mit Beton, Stahl, Kunststoffen (Kohlenstofffasern) oder einer Kombination der Materialien*
- *Querschnittsergänzungen der Schubbewehrung mit Stahl oder Kunststoffen (Kohlenstofffasern)*
- *Externe Vorspannungen*
- *Verfestigung durch partiellen Austausch des Betons oder Injektionen von Hohlräumen und Rissen*
- *Änderung des Tragsystems*

4.3.3 Adaptierung von Bestandsbrücken in integrale Bauwerke

Bei der Integralisierung wird ein konventionelles Brückentragwerk durch die Herstellung eines monolithischen Verbundes zwischen Überbau und Unterbau in ein integrales oder semi-integrales Tragwerk umgebaut. Die dabei stattfindende Systemänderung hat Einfluss auf die Schnittkraftverläufe, erzeugt neue Zwangsschnittgrößen und verändert die Interaktion des Tragwerks mit dem Baugrund⁶. Dadurch ist es erforderlich, dass an einigen Tragwerksbereichen Verstärkungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Der Übergang des Überbaus zum Widerlager sowie die Einbindung der Widerlager in die Fundamente sind am häufigsten von diesen Verstärkungsmaßnahmen betroffen. Werden bei einer Sanierung Verstärkungsmaßnahmen durchgeführt, ist eine Bewertung der vorhandenen Trag- und Gebrauchsfähigkeit notwendig. In dieser statischen Nachrechnung⁷ ist der aktuelle Brückenzustand zu berücksichtigen. Schäden wie Risse, Verformungen etc. und Änderungen von Bauteileigenschaften, wie das Nachhärten des Betons, sind im Rechenmodell geeignet abzubilden. Dadurch wird gegenüber einer Neuberechnung ein höherer Aufwand bei Modellierung und Berechnung nötig sein, um die erforderliche realitätsnahe Abbildung erreichen zu können. Änderungen des Wissensstands und deren Eingang in die technischen Richtlinien und Regelwerke in Bereichen konstruktiver Vorgaben (wie die erforderliche Mindestbewehrung für Biegelängs- und -querbewehrung, die Mindestschubbewehrung, Betondeckungen und Anforderungen an Expositionsklassen der Betongüte etc.) verhindern, dass im Zuge von Ertüchtigungsmaßnahmen alle aktuell geltenden Normen und Richtlinien zur Anwendung gelangen können. [48]

Ob eine Integralisierung wirtschaftlich sinnvoll und technisch machbar ist, muss im Zuge der Projektentwicklung geprüft werden. Eine Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahme sollte nicht teurer sein als ein vergleichbarer Neubau. Neben den reinen Baukosten⁸ können auch Standortfaktoren, wie die notwendige Aufrechterhaltung des Verkehrs etc., für die Abwägung zwischen Sanierung und Neubau entscheidend sein.

Für die Ausbildung des monolithischen Verbunds zwischen Überbau und Unterbau ist zunächst abzuklären, inwieweit die Bestandsbauteile in der Lage sind, die neuen Schnittkraftverläufe aufzunehmen bzw. mit welchen konstruktiven Lösungen dies ermöglicht wird. Rahmenecken sollen sowohl negative wie positive Momente übertragen können. Für die verschiedenen konstruktiven Lösungen kann es erforderlich sein, Über- und Unterbau-Bauteile teilweise bzw. komplett abzutragen und zu erneuern. Die Rahmeneckbewehrung des Überbaues wird zumeist

⁶ Zu den Eigenschaften integraler Tragwerke siehe Kapitel 2

⁷ Die Nachrechnung bestehender Brückentragwerke regelt in Österreich [40], in Deutschland [41] und in der Schweiz [42].

⁸ Grundsätzliche Überlegungen zu Ertüchtigungs- und Sanierungskosten siehe Kapitel 5.5.3. Zur allgemeinen wirtschaftlichen Entscheidungsfindung gelten für Österreich [43] und [44], für Deutschland [45] und für die Schweiz [46].

in die für die Ertüchtigung des Überbaus aufgebrauchte Aufbetonschicht⁹ eingelegt. Wird keine Aufbetonschicht des Überbaus ausgeführt, kann die Fahrbahnplatte an ihren Enden bis zur notwendigen Tiefe und Stärke vollflächig bzw. in Schlitzten abgetragen werden, um Platz für den Einbau der Rahmenbewehrung zu schaffen¹⁰. Anstelle der Ausführung mit Bewehrungsstahl können auch Überbau-Zugzonenverstärkungen mittels CFK-Lamellen oder CFK-Matten ausgeführt werden. Einen Bauablauf für eine Integralisierung ohne Aufbetonschicht der Fahrbahnplatte gibt Abb. 4.7 wieder.

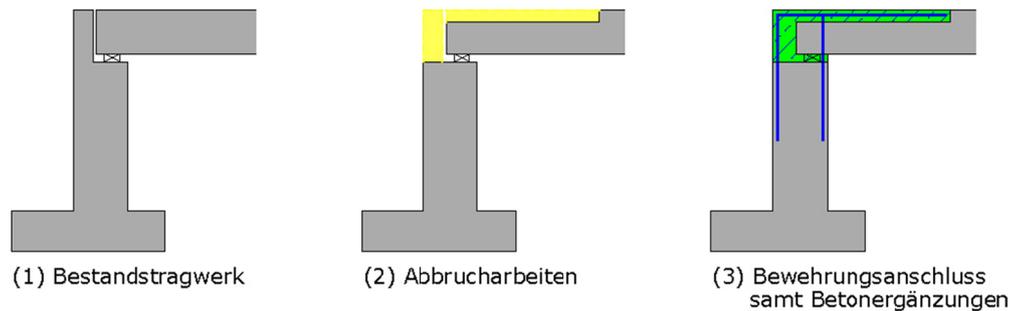


Abb. 4.7 Bauablauf Integralisierung, Fahrbahnplatte ohne Aufbeton

Ältere Widerlager sind zumeist gering bewehrte oder unbewehrte Bauteile; hier lässt sich kein erforderlicher Bewehrungsanschluss mittels Einkleben von Bewehrungsstäben konstruktiv ausbilden. In solchen Fällen können Vorsatzschalen – einerseits zur Verstärkung des Unterbaus, andererseits zur Aufnahme der erforderlichen Bewehrung der Einspannmomente – eingesetzt werden. Die Vorsatzschalen werden über Schubverdübelungen mit der Widerlagerwand und mittels eingeklebter Bewehrungsstäbe mit den Flügelwänden und Fundamentkörpern verbunden. Wird die erdseitige Vorsatzschale nur bis zum Momentennullpunkt geführt, spricht man von einer „Rucksack“-Lösung. Hier wird der notwendige Bewehrungsgehalt für die negativen Rahmenmomente in die Widerlagerwand zurück eingeleitet, wobei eine Verbundbewehrung entsprechend EC2 zu empfehlen ist. Für allenfalls vorhandene positive Eckmomente werden über dem Überbau Bewehrungsstäbe eingebohrt und verklebt bzw. auch in eine luftseitige Vorsatzschale eingebaut. [48]

Einen Bauablauf für eine Integralisierung mit Aufbetonschicht der Fahrbahnplatte und einer erdseitigen Vorsatzschale gibt Abb. 4.8 wieder.

⁹ In Österreich ist die Berechnung und Ausführung von Aufbeton auf Fahrbahnen entsprechend RVS 15.02.34 [71] geregelt.

¹⁰ Näheres zu Verstärkungsmaßnahmen von Betonbauteilen kann [39], [47], [58] entnommen werden.

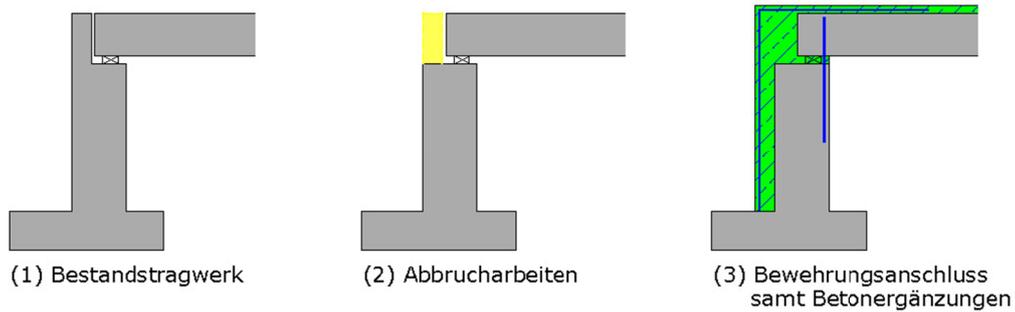


Abb. 4.8 Bauablauf Integralisierung, Fahrbahnplatte mit Aufbeton

Bei kleineren Spannweiten und unbewehrten bzw. gering bewehrten Widerlagermauern ist die Ausführung einer semi-integralen Lösung von Vorteil. Hierbei wird die Schleppplatte an den Überbau biegesteif angeschlossen, die Überbau-Zugzonenausbildung wird wie zuvor beschrieben mittels Bewehrungsseisen oder CFK-Lamellen ausgebildet. Ob die Widerlagerwand die neuen Zwangskräfte abbauen kann, ist dabei rechnerisch zu überprüfen. Für die Ausbildung der Schleppplatten bei integralen Brücken gibt das Planungshandbuch der ASFINAG [15] sowie die RVS 15.06.11 „Schleppplatten und Hinterfüllungen“ [13] Vorschläge zur Ausführung.

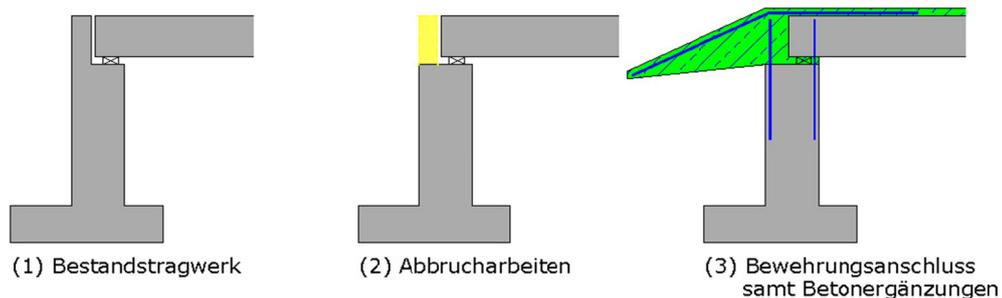


Abb. 4.9 Bauablauf Integralisierung, semi-integral

Bei Instandsetzungen ist keine Schleppplatte notwendig, wenn alle Setzungen im Hinterfüllungsbereich bereits stattgefunden haben. Die Brückenabdichtung sollte dann bis zur Widerlagerrückseite gezogen werden. [13] Entsprechend [15] ist die Abdichtung mindestens 50 cm an der Rückseite der Kammerwand hinabzuführen bzw. es ist Abdichtung des gesamten Widerlagers vorzunehmen. [48]

Bis zu einer Spannweite von 50 m beträgt die Verschiebung an den Widerlagern weniger als 2 cm. Hier kann gänzlich auf eine Fahrbahnübergangskonstruktion verzichtet werden. Für Tragwerke mit größeren Spannweiten sind flexibel verformbare Schleppplattenkonstruktionen anstelle einer Fahrbahnübergangskonstruktion einsetzbar. [48]

4.4 Ausgeführte Adaptierungen in Österreich

4.4.1 Überblick

Folgende Adaptierungen wurden in den letzten Jahren durchgeführt:

- Brücke an der B 57 über einen Feldweg bei Welten
Objekt 23039 (Bgld)
- Zickenbachbrücke an der L 240 bei St. Martin in der Wart
Objekt 18071 (Bgld)
- Tauchenbachbrücke an der L 244 bei Welgersdorf
Objekt 18060 (Bgld)
- Brücke an der B 50 über die ÖBB und die B 63 in Oberwart
Objekt 18001 (Bgld)
- Brücke an der L 344 über den Günsbach in Rattersdorf
Objekt 16021 (Bgld)
- Brücke an der B 50 über die B51 bei Neusiedl/See
Objekt 06006 (Bgld)

4.4.2 Brücke an der B 57 über einen Feldweg bei Welten

Objekt 23039 (Bgld)

Tabelle 4-5 Bauwerksdaten Objekt 23039

Bauwerksdaten Bestand	
Bestandskilometer	km 60,298
Statisches System	einfeldrige Stahlbetonplattenbrücke
Gründung	Flachfundierung
Lagerausbildung	Linienlager (Lagerblech gesteckt)
Bauwerkslänge	5,80 m
Brückenbreite	12,00 m
Kreuzungswinkel	93,5 ^{gon}

Tabelle 4-6 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 23039

Durchgeführte Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen	
Tragwerksplaner	WE Woschitz Engineering
Bauherr	Land Burgenland, Abteilung 8 – Brückenbau
Jahr der Adaptierung	2013
Überbau	mittels 10 cm starker Aufbetonschicht ertüchtigt, Überkronung an Plattenrändern und Verdübelung bei Arbeitsfugen und Entwässerungsachse
Widerlager	Ausbildung eines steifen Rahmenecks durch Ausbetonieren der bestehenden Lagerfuge und Anschluss mittels Bewehrungsstahl
Schleppplatte	mittels 10 cm starker Aufbetonschicht und mit Tragwerk geschlossen, konstruktiv an die Flügelwände angehängt
Fundierung	keine Maßnahmen erforderlich
Randbalken	neue, fugenlose Randbalken

4.4.3 Zickenbachbrücke an der L 240 bei St. Martin in der Wart

Objekt 18071 (Bgld)

Tabelle 4-7 Bauwerksdaten Objekt 18701

Bauwerksdaten Bestand	
Bestandskilometer	km 2,090
Statisches System	einfeldrige Plattenbalkenbrücke
Gründung	Flachfundierung
Lagerausbildung	Linienlager (Lagerblech gesteckt)
Bauwerkslänge	10,00 m
Brückenbreite	7,00 m
Kreuzungswinkel	41,170 ^{gon}

Tabelle 4-8 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 18071

Durchgeführte Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen	
Tragwerksplaner	WE Woschitz Engineering, Eisenstadt
Bauherr	Land Burgenland, Abteilung 8 – Brückenbau
Jahr der Adaptierung	2011
Überbau	mittels 10 cm starker Aufbetonschicht ertüchtigt, Überkronung an Plattenrändern und Verdübelung bei Arbeitsfugen und Entwässerungsachse
Widerlager	biegesteifes Rahmeneck durch Einkleben einer Anschlussbewehrung
Schleppplatte	neu hergestellt mit variabler Plattenstärke und konstruktiv an Widerlager und Flügelwände angeschlossen
Fundierung	keine Maßnahmen erforderlich
Randbalken	neue, fugenlose Ortbetonrandbalken

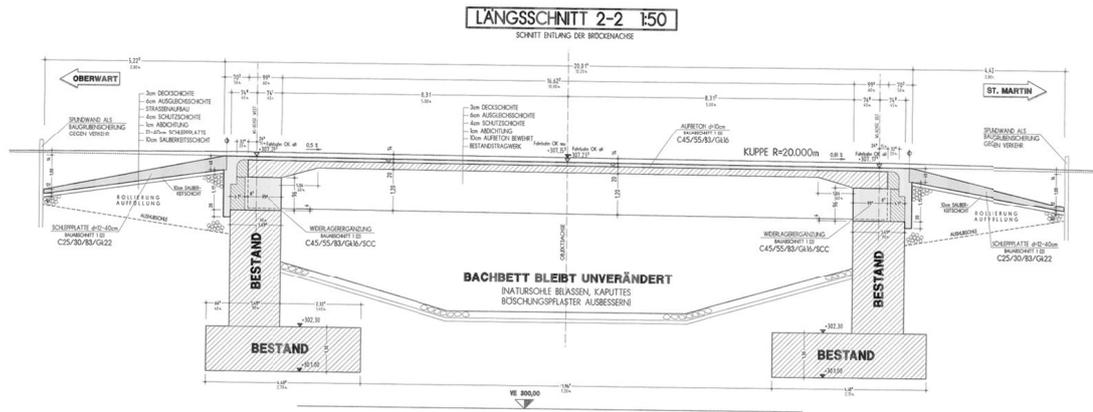


Abb. 4.13 Längsschnitt Objekt 18071 [50]

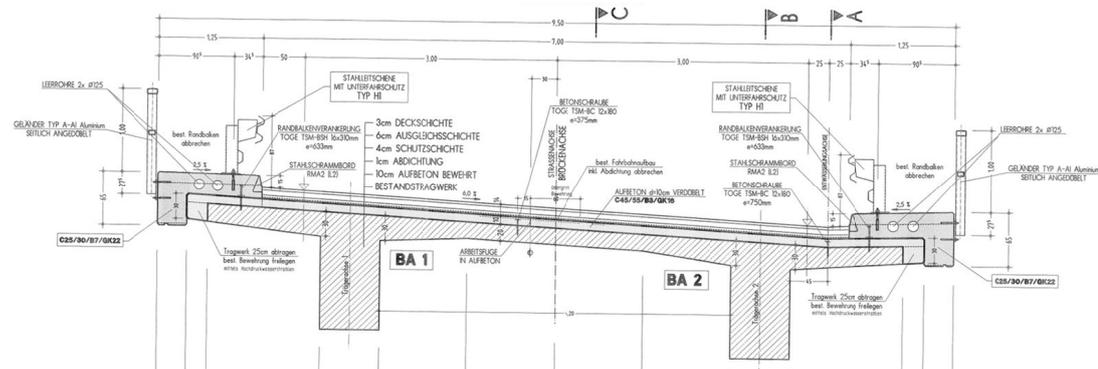


Abb. 4.14 Querschnitt Objekt 18071 [50]

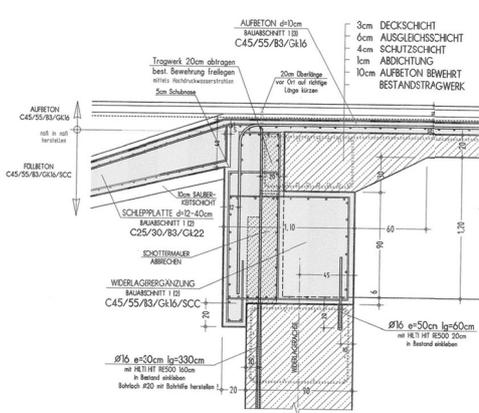
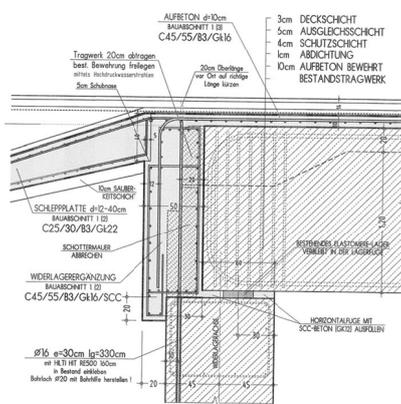


Abb. 4.15 Detailausbildung des Auflagerbereichs Objekt 18071 [50]



(a) seitliche Ansicht



(b) Ansicht von unten



(c) Widerlagerbereich



(d) Tragwerksuntersicht



(e) Überkronung am Plattenrand



(f) fertiger Fahrbelag ohne FÜK

Abb. 4.16 Fotodokumentation Objekt 18071

4.4.4 Tauchenbachbrücke an der L 244 bei Welgersdorf

Objekt 18060 (Bgld)

Tabelle 4-9 Bauwerksdaten Objekt 18060

Bauwerksdaten Bestand	
Bestandskilometer	km 5,362
Statisches System	einfeldrige, schiefe Stahlbetonplattenbrücke
Gründung	Tiefgründung über Bohrpfähle
Lagerkonstruktion	bewehrte und verankerte Gummilager
Bauwerkslänge schief	17,85
Brückenbreite	10,5 m
Kreuzungswinkel	73,25 ^{gon}

Tabelle 4-10 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 18060

Durchgeführte Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen	
Tragwerksplaner	Dorr-Schober & Partner ZT GmbH
Bauherr	Land Burgenland, Abteilung 8 – Brückenbau
Jahr der Adaptierung	2012
Überbau	keine Ertüchtigung, Abtrag im Bereich der Tragwerksenden zum Einbinden der notwendigen Rahmeneckbewehrung
Widerlager	Ausbildung eines steifen Rahmenecks
Schleppplatte	neu hergestellt in geneigter Ausführung und mit variabler Plattenstärke, konstruktiv an Widerlager und Flügelwände angeschlossen
Fundierung	keine Maßnahmen erforderlich
Randbalken	neue, fugenlose Ortbetonrandbalken

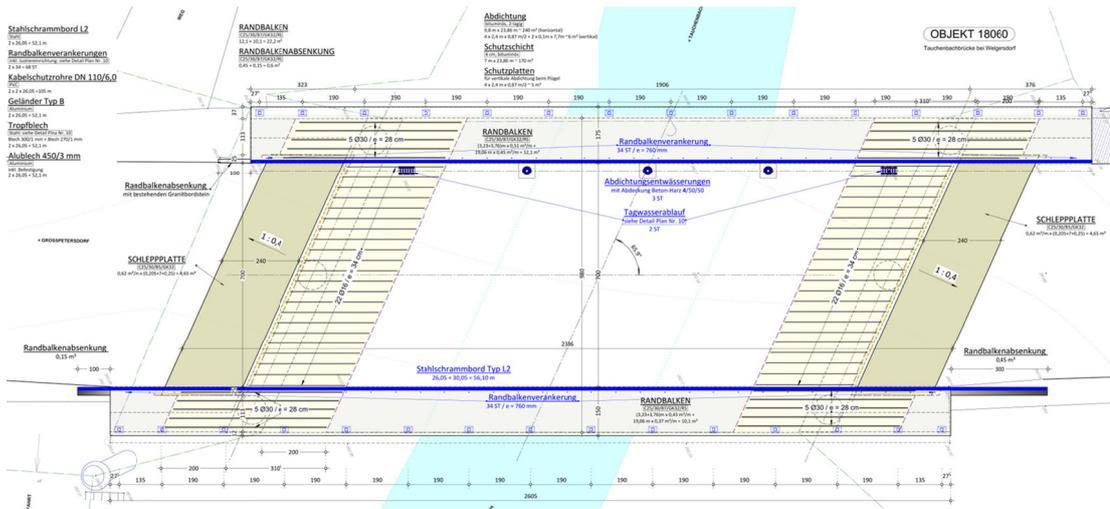


Abb. 4.17 Grundriss Objekt 18060 [51]

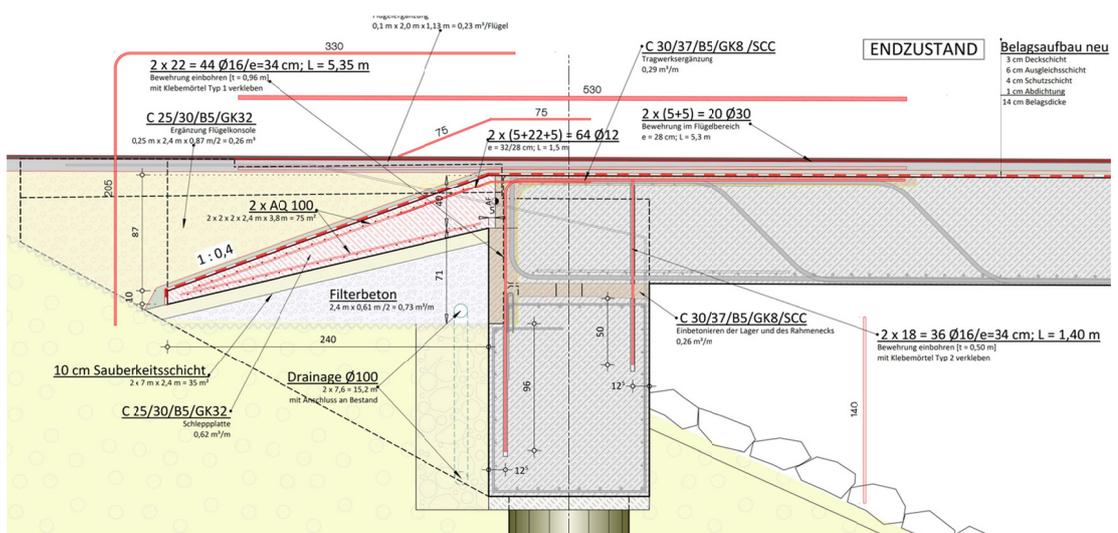


Abb. 4.18 Bewehrung Widerlagerausildung mit Schleppplatte Objekt 18060 [51]



(a) seitliche Ansicht



(b) fertige Fahrbahn ohne FÜK



(c) Widerlager Bereich Kragplatte



(d) Widerlager



(e) Tragwerksuntersicht



(f) Untersicht Kragplatte, Randbalken

Abb. 4.19 Fotodokumentation Objekt 18060

4.4.5 Brücke an der B 50 über die ÖBB und die B 63 in Oberwart

Objekt 18001 (Bgld)

Tabelle 4-11 Bauwerksdaten Objekt 18001

Tragwerksdaten Bestand	
Bestandskilometer	km 139,123
Statisches System	Durchlaufträger über 3 Felder
Fundierung	Flachfundierung
Lagerausbildung	feste und bewegliche Stahllager, Bleilager zur Gelenkausbildung der Pendelstützen
Bauwerkslänge	56,50 m (15,20 m + 17,00 m + +24,30 m)
Brückenbreite	11,50 m (1,70 m + 8,10 m + 1,70 m)
Kreuzungswinkel	84 ^{gon}

Tabelle 4-12 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 18001

Durchgeführte Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen	
Tragwerksplaner	Dorr-Schober & Partner ZT GmbH
Bauherr	Land Burgenland, Abteilung 8 – Brückenbau
Jahr der Adaptierung	2008
Überbau	mittels 10 cm starker Aufbetonschicht ertüchtigt, Überkronung an Plattenrändern und Verdübelung bei Arbeitsfugen und Entwässerungsachse
Widerlager	Teilabbruch der Schottermauer, bestehende Lager wurden einbetoniert, Ausbildung eines steifen Rahmenecks
Schleppplatte	ertüchtigt mittels Aufbetonschicht variabler Stärke, biegesteif mit Widerlager verbunden
Fundierung	Ausbildung einer starren Verbindung der Zwischenstützen an die Fundamentkörper mittels STB-Manschette
Randbalken	neue, fugenlose Ortbetonrandbalken

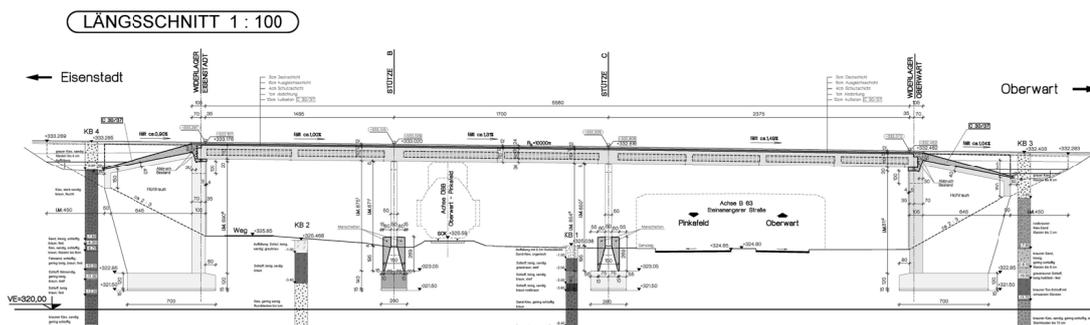


Abb. 4.20 Längsschnitt Objekt 18001 [52]

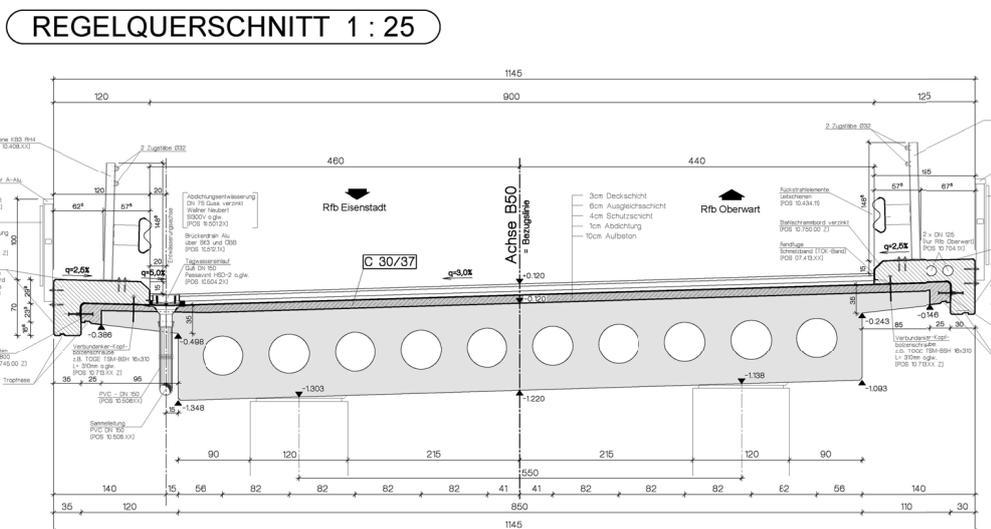


Abb. 4.21 Querschnitt Objekt 18001 [52]

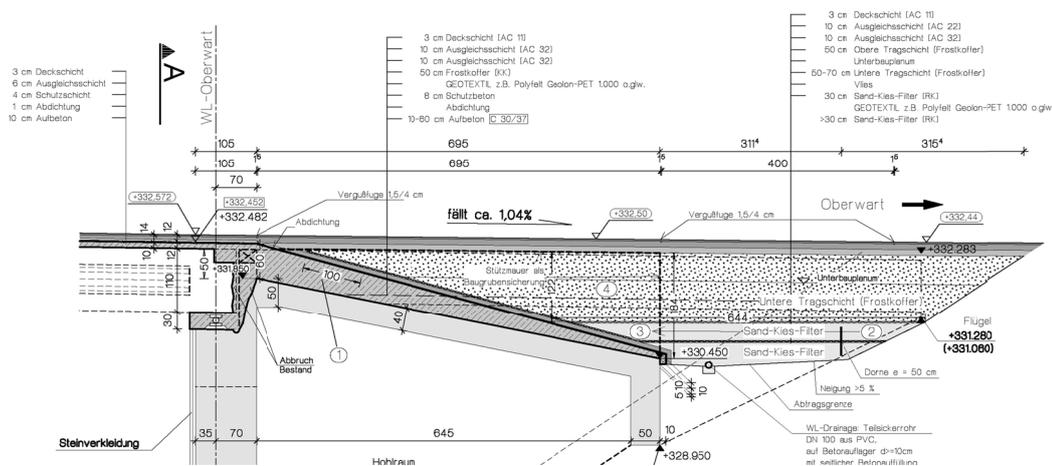


Abb. 4.22 Detailschnitt Schleppplatte Objekt 18001 [52]



(a) seitliche Ansicht



(b) Ansicht Widerlager und Stütze



(c) Untersicht



(d) Übergang Überbau-Unterbau



(e) Belagsschnitt



(f) fertiger Fahrbahnbelag ohne FÜK.

Abb. 4.23 Fotodokumentation Objekt 18001

4.4.6 Brücke an der L 344 über den Günsbach in Rattersdorf

Objekt 16021 (Bgld)

Tabelle 4-13 Bauwerksdaten Objekt 16021

Tragwerksdaten Bestand	
Bestandskilometer	km 0,065
Statisches System	einfeldrige Stahlbetonplattenbrücke
Fundierung	Flachfundierung
Lagerausbildung	Neoprenlager
Bauwerkslänge	16,00 m
Brückenbreite	10,50 m (1,75 m + 7,00 m + 1,75 m)
Kreuzungswinkel	95,411 ^{gon}

Tabelle 4-14 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 16021

Durchgeführte Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen	
Tragwerksplaner	WE Woschitz Engineering ZT GmbH
Bauherr	Land Burgenland, Abteilung 8 – Brückenbau
Jahr der Sanierung	2012
Überbau	mittels 8 cm bis 16 cm starker Aufbetonschicht ertüchtigt, Verdübelung bei Entwässerungsachse
Widerlager	Ausbildung eines steifen Rahmenecks, 10 cm starke Verstärkung der Schottermauer
Schleppplatte	neue, steil abfallende Schleppplatte mit variabler Stärke (10 cm bis 40 cm), konstruktiv mit Widerlager und Flügelwände verbunden
Fundierung	keine Maßnahmen erforderlich
Randbalken	neue, fugenlose Randbalken

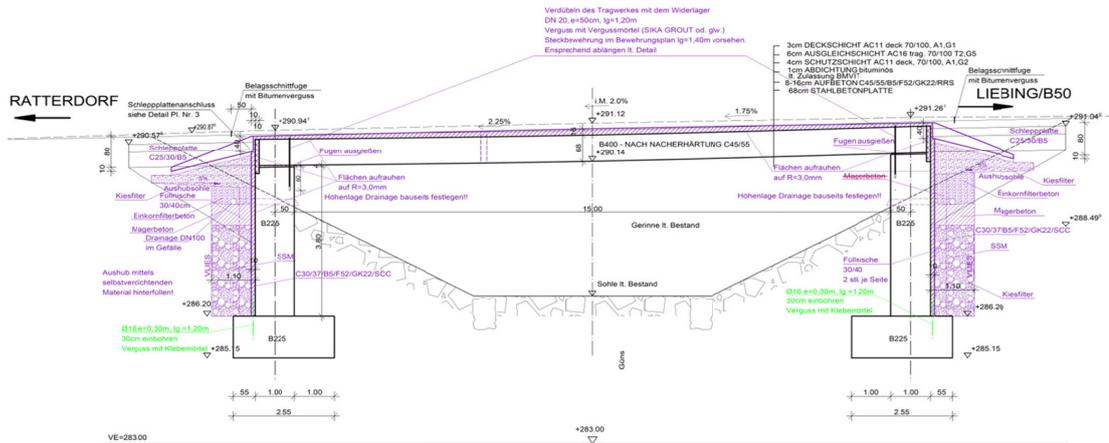


Abb. 4.24 Längsschnitt Objekt 16021 [53]

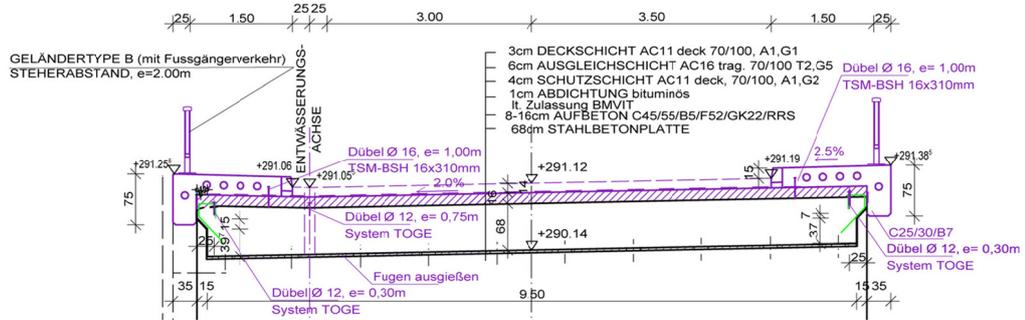


Abb. 4.25 Querschnitt Objekt 16021 [53]

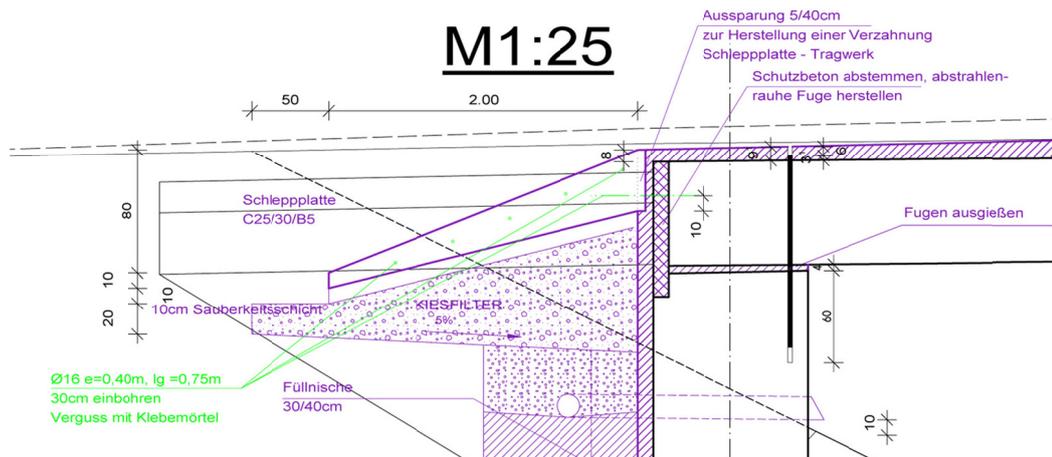


Abb. 4.26 Detailausbildung Widerlagerbereich Objekt 16021 [53]



(a) Ansicht seitlich



(b) Fahrbahn ohne FÜK



(c) Fugenschnitt



(d) Untersicht Kragplatte, Randbalken



(e) Ansicht Widerlager



(f) Übergang Überbau zu Widerlager

Abb. 4.27 Fotodokumentation Objekt 16021

4.4.7 Rabnitzbrücke an der L 343 bei Klostermarienber

Objekt 16017 (Bgld)

Tabelle 4-15 Bauwerksdaten Objekt 16017

Tragwerksdaten Bestand	
Bestandskilometer	km 1,211
Statisches System	dreifeldrige Plattenbalkenbrücke
Fundierung	Flachfundierung
Lagerausbildung	Linienlager (Lagerblech)
Bauwerkslänge	24,80 m (7,085 m + 10,63 m + 7,085 m)
Brückenbreite vor Sanierung	8,60 m (1,00 m + 6,60 m + 1,00 m)
Brückenbreite nach Sanierung	9,60 m (1,25 m + 7,10 m + 1,25 m)
Kreuzungswinkel	86,1104 ^{gon}

Tabelle 4-16 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 16017

Durchgeführte Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen	
Tragwerksplaner	Dipl. Ing. Franz PUTZ ZT GmbH
Bauherr	Land Burgenland, Abteilung 8 – Brückenbau
Sanierungsarbeiten	2011
Überbau	mittels 10 cm starker Aufbetonschicht ertüchtigt, Überkronung an Plattenrändern mit Verbreiterung der Kragarme
Widerlager	mittels verklebter Bewehrungsanschlüsse mit Überbau verbunden, Fugen wurden ausbetoniert
Schleppplatte	neue, steil abfallende Schleppplatte mit variabler Stärke von 10 cm bis 50 cm, mit Widerlager biegesteif und mit Flügelwände konstruktiv verbunden
Fundierung	keine Maßnahmen erforderlich
Randbalken	neue, fugenlose Randbalken

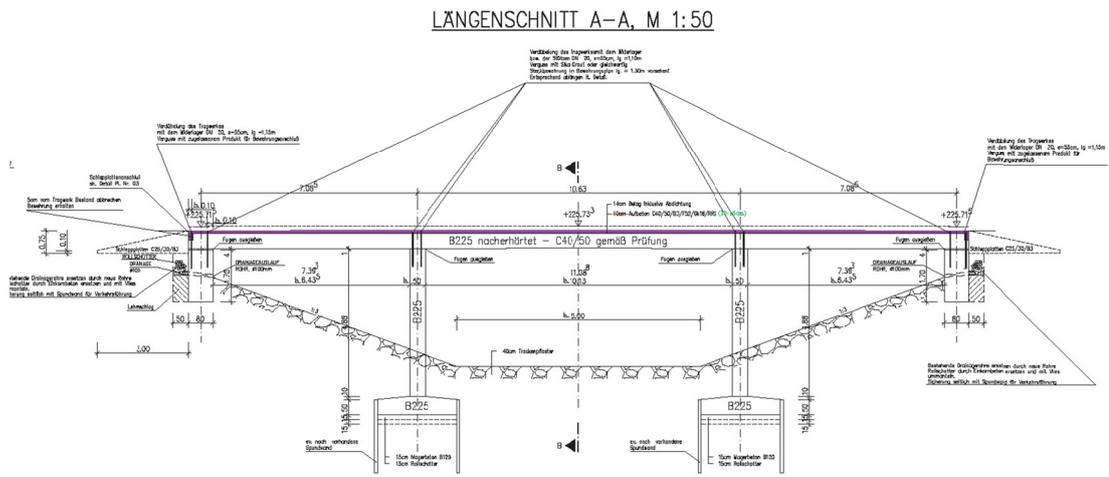


Abb. 4.28 Längsschnitt Objekt 16017 [54]

SCHNITT B-B, Neu M 1:50

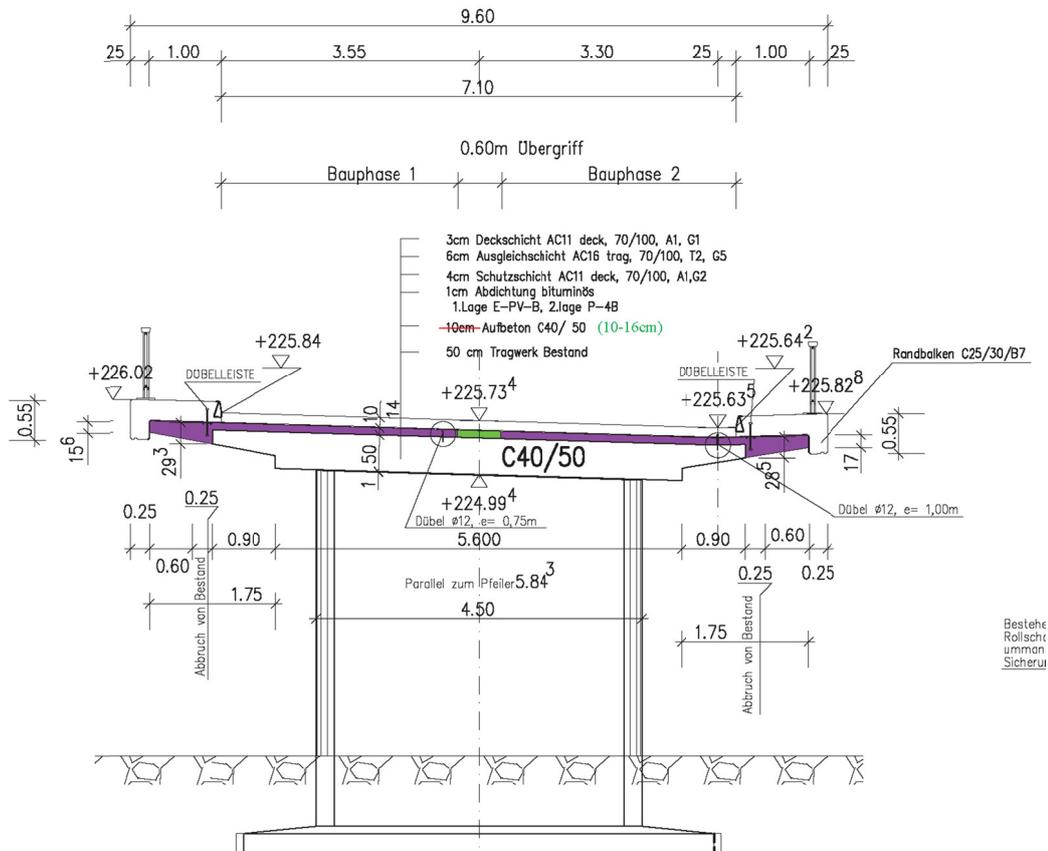


Abb. 4.29 Querschnitt Objekt 16017 [54]

Schleppplatten Bewehrungsdetaildetail,
Schnitt, M 1:25

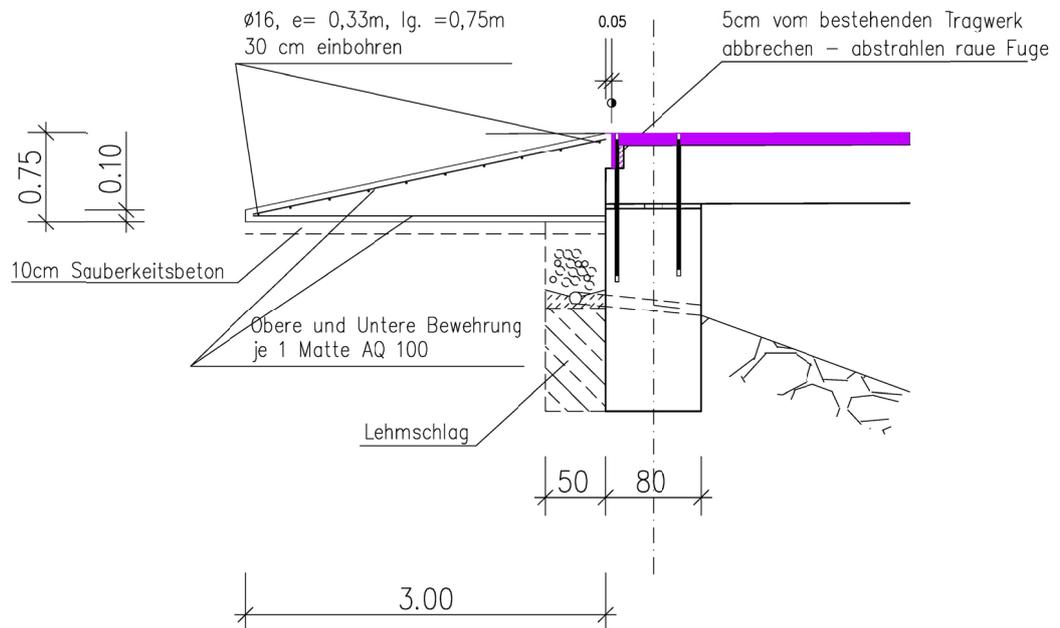


Abb. 4.30 Detailausbildung Schleppplatte Objekt 16017 [54]



(a) seitliche Ansicht



(b) Fahrbahnbelag ohne FÜK



(c) Ansicht Widerlager



(d) Übergang Überbau-Unterbau



(e) Ansicht Mittelstütze



(f) Belagstrennschnitt

Abb. 4.31 Fotodokumentation Objekt 16017

4.4.8 Brücke an der B 50 über die B51 bei Neusiedl/See

Objekt 06006 (Bgld)

Tabelle 4-17 Bauwerksdaten Objekt 06006

Tragwerksdaten Bestand	
Bestandskilometer	km 18,232
Statisches System	dreifeldrige Stahlbetonplattenbrücke
Fundierung	Flachfundierung
Lagerausbildung	Linienlager (Lagerblech)
Bauwerkslänge	44,81 m (11,73 m + 17,31 m + 15,77 m)
Brückenbreite	15,50 m (1,25 m + 13,00 m + 1,25 m)
Kreuzungswinkel	81,613 ^{gon}

Tabelle 4-18 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 06006

Durchgeführte Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen	
Tragwerksplaner	WE Woschitz Engineering ZT GmbH
Bauherr	Land Burgenland, Abteilung 8 – Brückenbau
Sanierungsarbeiten	2012
Überbau	mittels 8cm bis 10 cm starker Aufbetonschicht ertüchtigt, Überkronung an Plattenrändern und Verdübelung über Stützen und Entwässerungssachse
Widerlager	geschlossen und als steifes Rahmeneck ausgeführt
Pfeiler	zu Scheiben geschlossen
Schleppplatte	neue Schleppplatten mit variabler Stärke von 10 cm bis 40 cm, biegesteif angeschlossen, mit Flügelwänden konstruktiv verbunden
Fundierung	die Einzelfundamente der Widerlager wurden miteinander zu einem Fundamentstreifen verbunden
Randbalken	neue, fugenlose Randbalken

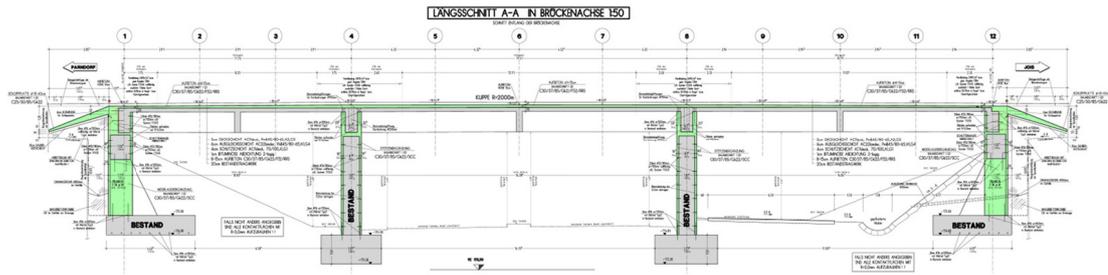


Abb. 4.32 Längsschnitt Objekt 06006 [55]

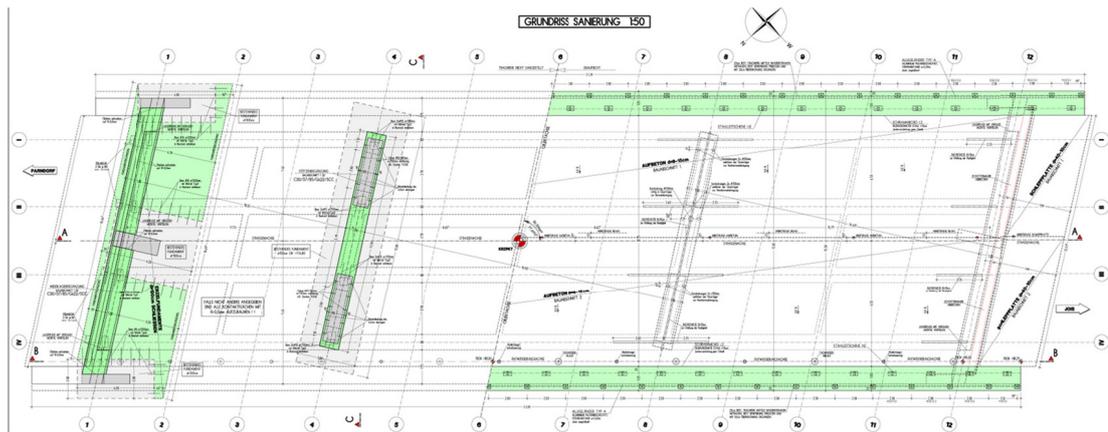


Abb. 4.33 Draufsicht Objekt 06006 [55]

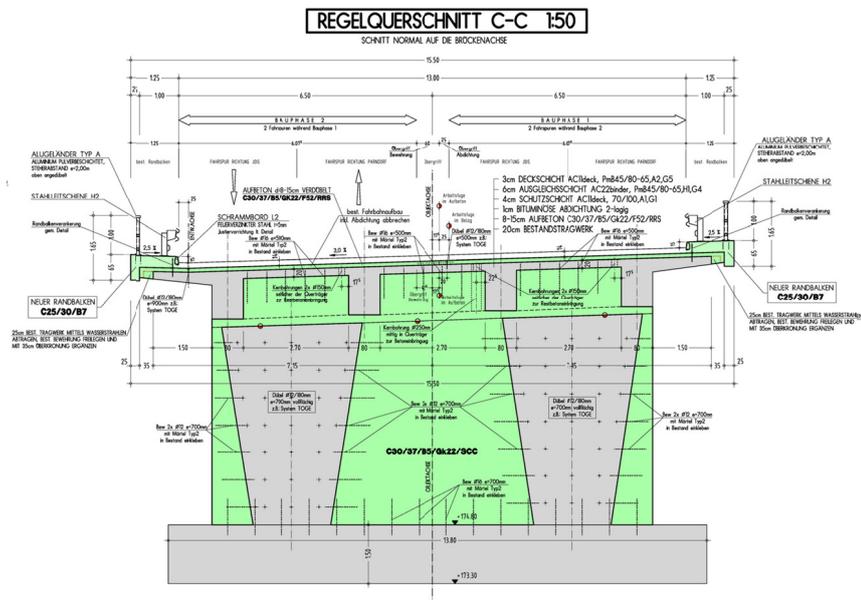


Abb. 4.34 Querschnitt Objekt 06006 [55]



(a) Zwischenstützung saniert



(b) Zwischenstützung Bestand



(c) Widerlager saniert



(d) Widerlager vor Sanierung



(e) Untersicht



(f) Zwischenpfeiler

Abb. 4.35 Fotodokumentation Objekt 06006

5 Einstufung des österreichischen Brückenbestands

5.1 Allgemeines

Ein Brückentragwerk ist entsprechend geltendem Regelwerk auf eine Nutzungsdauer von mindestens 100 Jahre auszulegen¹¹. In diesem Zeitraum stehen im Allgemeinen zwei große Sanierungen an, die erste nach ungefähr 30 bis 35 Jahren, die zweite nach ca. 70 Jahren Nutzungsdauer. Die zunehmende Nutzungsdauer des Großteils der Brückentragwerke mit der gleichzeitigen Zunahme des Güterverkehrs mit immer größer werdenden Achslasten wird es zukünftig notwendig machen, dass durch die Brückenerhalter nicht nur Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden, sondern dass diese auch mit den notwendigen Ertüchtigungsmaßnahmen gekoppelt sind. Eine Möglichkeit der Ertüchtigung ist die Änderung des statischen Systems eines Brückentragwerks. Bei der Adaptierung von Bestandsbrücken in Integralbauwerke wird durch den nachträglichen monolithischen Verbund des Überbaus mit dem Unterbau – ein konventionelles Brückentragwerk in ein integrales- oder semi-integrales Brückentragwerk umgebaut. Das Ziel der Erhebung des Bauwerksbestands ist das Aufzeigen des vorhandenen Potenzials der Anwendung der Adaptierung von Bestandsbrücken in Integralbauwerke als Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahme.

Zum Beginn der zweiten Jahreshälfte 2012 wurden die elf größten österreichischen Brückenbauabteilungen¹² kontaktiert und um Mitarbeit zur Feststellung des Anwendungspotenzials der Adaptierung von konventionellen Brücken in Integralbrücken gebeten. Angelehnt an die Datenstruktur der vom Großteil der österreichischen Brückenbauabteilungen verwendeten Softwaresystems BAUT¹³ wurde eine Liste der benötigten Datensätze¹⁴ erstellt, um möglichst einheitliche Bauwerksdaten vergleichen zu können. Das nachfolgende Kapitel 5.2 definiert die wichtigsten, für die Auswertung der Datensätze notwendigen Begriffe des Brückenbaus und zeigt die getroffene Zuordnung der einzelnen Datensätze in notwendige Oberbegriffe. Die durchgeführte Auswertung wird in Kapitel 0 erläutert; es enthält auch die Übersicht der grafischen Auswertungen. Auf dieser Grundlage folgt eine Analyse der Auswertung und des möglichen Potenzials für die Anwendung der Adaptierung von Bestandsbrücken in Integralbauwerke.

¹¹ Entsprechend [36] ÖNORM EN 1990: 2013:03:15, Tabelle 2.1 – Klassifizierung der Nutzungsdauer, S. 22

¹² siehe Anhang B - Tabellen, Tabelle 8-1 Teilnehmende österreichische Brückenbauabteilungen

¹³ BAUT = Baudatenbank Austria, ein Anlagengüterverwaltungssystem

¹⁴ siehe Anhang B - Tabellen, Tabelle 8-2 Angefragte Datensätze

5.2 Definition von Begriffen

5.2.1 Allgemeines

Die einzelnen Datensätze wurden für ihre Auswertung den drei Gestaltungstypologien des Brückenbaus, dem Material, der Querschnittgestaltung und der Längsschnittgestaltung zugeordnet. Wobei die unterschiedlichen Bezeichnungen der einzelnen Bauwerksdatenbanken desselben Datensatzes einem Oberbegriff zugewiesen wurden. Im Folgenden werden wichtige Begriffe definiert sowie ein Überblick über die getroffene Zuordnungen gegeben.

5.2.2 Material

In der Einteilung von Brückentragwerken über das Material des Überbaus wird im Allgemeinen zwischen Betonbrücken, Stahlbrücken, Holzbrücken, Steinbrücken und Verbundbrücken unterschieden. Für das Material Beton kann eine weitere Unterteilung erfolgen. Es ist erkennbar, dass für die Auswertung unter dem Materialbegriff Beton sämtliche Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton zusammengefasst worden sind. Eine Übersicht von weiteren durchgeführten Zuordnungen für die anderen Materialien gibt Tabelle 8-3 im Anhang B - Tabellen.

5.2.3 Querschnittgestaltung von Massivbrücken

In der Einteilung von Betonbrückentragwerken über die ausgeführte Querschnittausbildung werden allgemein Plattenquerschnitte, Plattenbalkenquerschnitte, Hohlkastenquerschnitte sowie Verbundquerschnitte unterschieden.

- **Plattenquerschnitt**

Der Plattenquerschnitt ist das bevorzugte Konstruktionselement für Tragwerke kleinerer Stützweiten. Abb. 5.1 zeigt die häufigsten Querschnittausführungen von Platten.

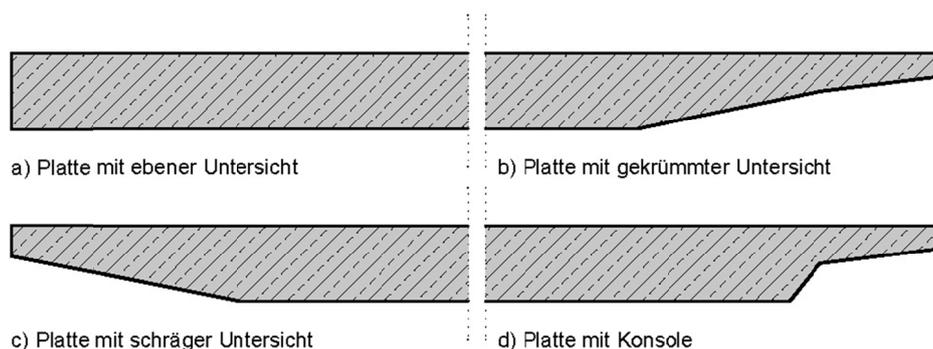


Abb. 5.1 Querschnittausführungen von Platten

Die Platte ist ein ebenes Flächentragwerk, die Lastabtragung erfolgt senkrecht auf ihre Mittelachse. Ausgeführt werden sie üblicherweise mit Bauhöhen von 0,5 m bis 1,0 m. [56].

Tabelle 5-1 gibt einen Überblick über wirtschaftliche Stützweite, Konstruktionshöhen und das statische Tragsystem von Plattenbrücken.

Tabelle 5-1 Einsatzkriterien – Massive Platten bei Straßenbrücken [57 S. 148]

Wirtschaftliche Stützweite	Konstruktionshöhe	Statisches System
Stahlbeton		
bis 15,0 m	L/10 bis L/15	Einfeldträger
bis 20,0 m	L/15 bis L/20	Durchlaufträger, Rahmen
Spannbeton		
15,0 m bis 25,0 m	L/15 bis L/20	Einfeldträger
15,0 m bis 30,0 m	L/20 bis L/25	Durchlaufträger, Rahmen

Die Zuordnung der einzelnen unterschiedlichen Datenbankeinträge, welche dem Querschnittstyp „Platte“ zugeordnet werden können, zeigt Tabelle 8-4 im Anhang B - Tabellen beispielhaft für eine Brückenbauabteilung.

• Plattenbalkenquerschnitt

Der Plattenbalkenquerschnitt gliedert sich in die Hauptträger, die schubfest verbundene obere Fahrbahnplatte sowie einer im Einzelfall notwendigen unteren Druckplatte. Abb. 5.2 zeigt einen zweistegigen Plattenbalkenquerschnitt, die Ausführung der Untersicht ist gevoutet (Abb. 7.2 a) bzw. gekrümmt (Abb. 7.2 b).

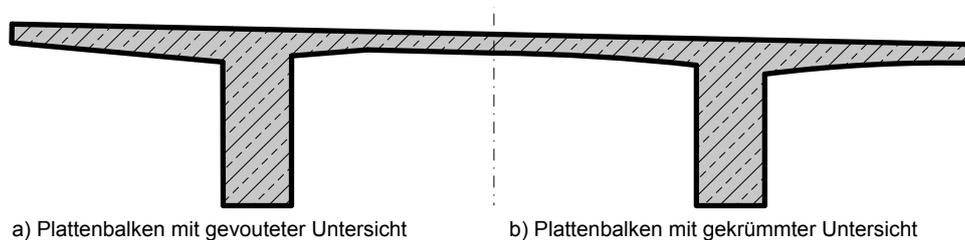


Abb. 5.2 Querschnitt Plattenbalken

Das Tragverhalten von Plattenbalken entspricht dem eines Biegebalkens, wobei die Platte die Belastung aus der Fahrbahn an die Hauptträger weiter trägt. Üblicherweise werden sie mit Querschnittshöhen zwischen 1,0 m und 2,5 m ausgeführt. [56] Die wirtschaftliche Stützweite für Stahlbetontragwerke mit Plattenbalkenquerschnitt liegt bei 25,0 m; werden Spannbetontragwerke ausgeführt, liegt die Spannweite bei ca. 45,0 m. [57]

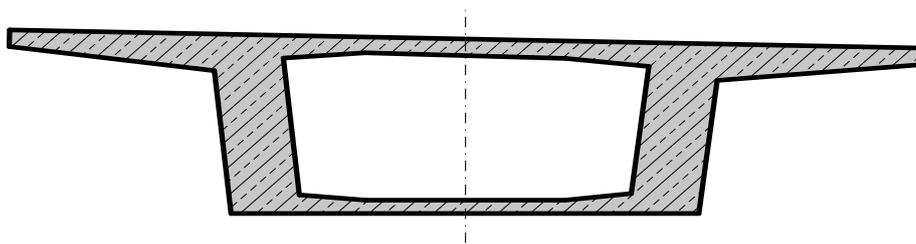
Die Zuordnung der einzelnen unterschiedlichen Datenbankeinträge, welche dem Querschnittstyp „Plattenbalken“ zugeordnet werden können, zeigt Tabelle 8-4 im Anhang B - Tabellen beispielhaft für eine Brückenbauabteilung.

Tabelle 5-2 Einsatzkriterien – Plattenbalken aus Stahlbeton und Spannbeton, parallelgurtig
[57 S. 150]

Wirtschaftliche Stützweite	Konstruktionshöhe	Statisches System
Stahlbeton		
bis 20,0 m	L/10 bis L/15	Einfeldträger
Bis 25,0 m	L/15 bis L/20	Durchlaufträger, Rahmen
Spannbeton		
20,0 m bis 45,0 m	L/20 bis L/25	Einfeldträger
20,0 m bis 45,0 m	L/20 bis L/25	Durchlaufträger, Rahmen

• **Hohlkastenquerschnitt**

Hohlkastenquerschnitte sind eine Weiterentwicklung des Plattenbalkens. Die untere Druckplatte verläuft über die gesamte Feldlänge. Die torsionssteife Hohlzelle ermöglicht es, exzentrische Belastungen gleichmäßig auf das Tragwerk aufzuteilen. [56]



a) Einzelliger Hohlkasten

Abb. 5.3 Querschnitt einzelliger Hohlkasten

Wirtschaftlich sind Hohlkastenquerschnitte nur bei großen Stützweiten ($\geq 35,0$ m); sie sind der bevorzugte Querschnittstyp im Spannbetonbrückenbau. Je nach gewähltem Bauverfahren sind Stützweiten bis zu 200,0 m möglich.

Tabelle 5-3 Einsatzkriterien – Hohlkastenquerschnitt [57 S. 153]

Wirtschaftliche Stützweite	Konstruktionshöhe	Bauverfahren
Spannbeton		
35,0 m bis 100,0 m	L/20 bis L/25	Lehrgerüst, Vorschubgerüst, Taktschiebeverfahren
35,0 m bis 60,0 m	L/15	Taktschiebeverfahren
bis 200,0 m	gevouteter Überbau bis L/18 (Stütze) bis L/40 (Feldmitte)	Freivorbau

- **Sonstige**

Die Zuordnung der einzelnen unterschiedlichen Datenbankeinträge, welche dem Querschnittstyp „Sonstige“ zugeordnet werden können, zeigt Tabelle 8-4 im Anhang B - Tabellen exemplarisch für eine Brückenbauabteilung.

5.2.4 Längsschnittgestaltung

Unter der Längsschnittgestaltung versteht man die Anordnung der lastabtragenden Bauteile und die Art der Lastabtragung in Längsrichtung, allgemein wird dies auch als das statische System eines Brückentragwerks bezeichnet. Die im Betonbau üblichen Tragwerksarten sind Platten-, Balken-, Rahmen- und Bogen-tragwerke. Die Zuordnung der einzelnen unterschiedlichen Datenbankeinträge zeigt beispielhaft Tabelle 8-5 im Anhang B - Tabellen für eine Brückenbauabteilung.

- **Platten- und Balkenbrücken**

Der ausgeführte Querschnitt ist in der Form eines Balkens eingebaut und gelagert. Es gibt eine sichtbare Trennung des Überbaus vom Unterbau durch die Lagerebene. Bei überwiegend parallelgurtiger Ausführung, also konstanter Trägerhöhe, werden sie als bevorzugte Tragwerksart des Betonbrückenbaus als Einfeldträger, Einfeldträgersysteme oder Mehrfeldträger hergestellt. Zumeist werden Balkenbrücken werden im Allgemeinen mit Platten, Plattenbalken bzw. Hohlkastenquerschnitten als Überbaukonstruktionen ausgeführt. [57]



a) Balkenbrücke - Ansicht



b) Statisches System

Abb. 5.4 System Platten- und Balkenbrücken

- **Rahmenbrücken und integrale Tragwerke**

Ist der Überbau mit dem Unterbau biegesteif verbunden, spricht man von Rahmenkonstruktionen. Wenn sie ohne Lager und Fahrbahnübergänge ausgeführt werden, bezeichnet man sie als „integrale Tragwerke“. Rahmentragwerke, bei denen nur die Pfeiler monolithisch am Überbau angeschlossen sind, die Widerlager jedoch mit Lager und Fahrbahnübergang hergestellt werden, nennt man „semi-integrale Tragwerke“. [58]

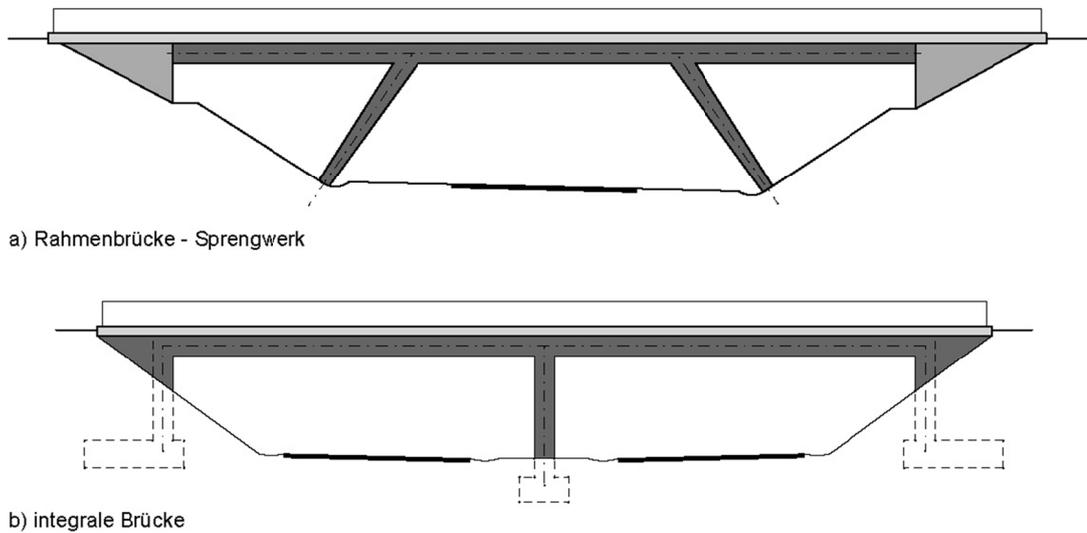


Abb. 5.5 System Rahmenbrücke und Integralbrücke

- **Bogenbrücken**

Bogenbrücken sind, als Weiterentwicklung der steinernen Bogenbrücken, eine klassische Konstruktionsform des Betonbrückenbaus. Der Bogen wirkt als Haupttragelement und trägt als Druckglied die aufgeständerte oder abgehängte Fahrbahn, wobei im Betonbrückenbau zumeist Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn oder Stabbogenbrücken ausgebildet werden. [57] Abb. 5.6 zeigt eine Bogenbrücke mit aufgeständerter Fahrbahn, der Bogen wirkt als Hauptträger.

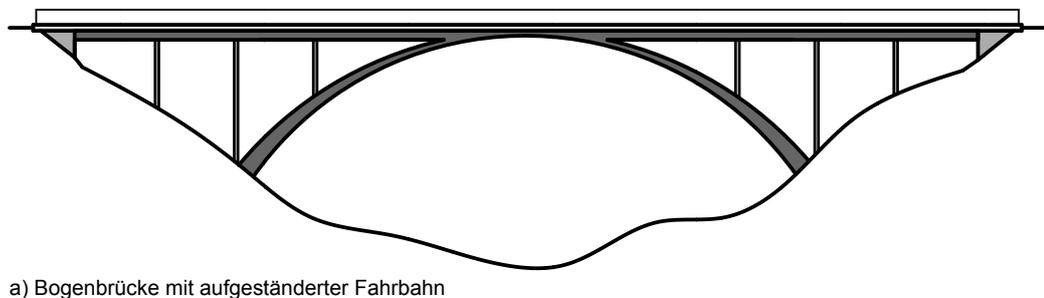


Abb. 5.6 System Bogenbrücken

- **Fachwerkbrücken**

Fachwerkbrücken werden auf Grund ihres hohen Schalungs- und Bewehrungsaufwands, nicht häufig im Betonbrückenbau eingesetzt. [56]

- **Durchlässe**

Kleine Brückentragwerke mit einer lichten Weite unter 2,0 m werden als Durchlässe bezeichnet. [56]

5.2.5 Unterbau

Der Unterbau lagert den Überbau und leitet sämtliche aus dem Überbau stammenden Kräfte in den Untergrund ab. Die Tragwerksteile Gründung, Widerlager, Stützen und Pfeiler werden im Allgemeinen dem Unterbau zugeordnet.

- **Gründung**

Die vorherrschenden Baugrundverhältnisse bestimmen wesentlich den Entwurf eines Brückentragwerks. Die Gründung – als Schnittstelle zwischen Baugrund und Bauwerk – muss alle Lasten dauerhaft und sicher in den Untergrund ableiten und die auftretenden Setzungen innerhalb zulässiger Grenzen halten. Unterschieden wird in Flachgründungen und Tiefgründungen. Bei einem tragfähigen Untergrund in geringer Tiefe können Flachgründungen zumeist als Einzel- oder Plattenfundament ausgeführt werden. Tiefgründungen kommen bei einem tragfähigen Baugrund in mäßiger bis großer Tiefe in Form von Brunnengründungen, Senkkastengründungen, Rammpfählen und Bohrpfählen zur Anwendung. [59]

Die Zuordnung der einzelnen unterschiedlichen Datenbankeinträge in Flach- oder Tiefgründung zeigt beispielhaft Tabelle 8-6 im Anhang B - Tabellen für eine Brückenbauabteilung.

- **Widerlager**

Als Widerlager wird das konstruktive Abschlussbauwerk am Ende eines Brückentragwerks bezeichnet. Es ist das Endauflager des Überbaus und der Beginn des weiterführenden Dammkörpers. Vereinfacht besteht sie aus den einzelnen Bauteilen „Widerlagerwand“, „Flügelwand“ und den Einbauten für Lager, Fahrbahnübergänge und Entwässerung. [56]

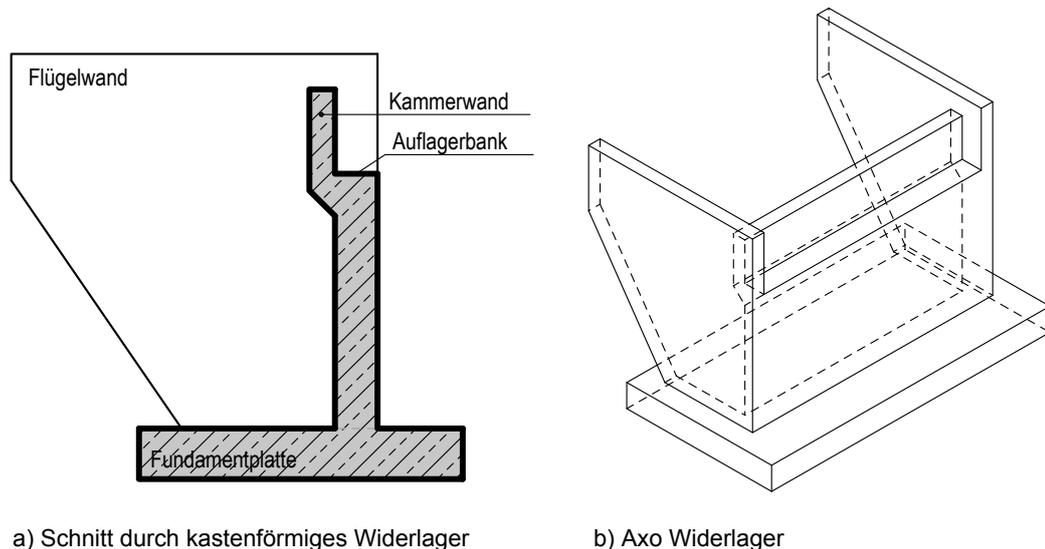


Abb. 5.7 Systemskizze Widerlager

Widerlager werden als einfache Widerlagerstützwand, kastenförmiges Widerlager, Spundwandwiderlager oder Bohrpfahlwand bzw. Sonderformen daraus ausgeführt und haben folgende Hauptfunktionen zu erfüllen. [56 S. 587]

- *Aufnahme des Auflagererddrucks aus dem Überbau*
- *Aufnahme des Erddrucks im Geländesprung*
- *Sicherung des Straßendamms durch seitliche Flügelwände im Bereich des Böschungskegels*
- *Fortsetzung des Schrammbords im Bereich der Flügelwand*

5.3 Auswertung des Datenbestands

Für die Analyse wurden der Datenbestand von elf Brückenbauabteilungen ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgt anonymisiert und wird einerseits für die jeweilige Brückenbauabteilung und andererseits für den Gesamtbestand in drei Stufen durchgeführt.

- Stufe 1:
Vergleich des Gesamtbestands mit Auswahl Stufe 2 und Auswahl Stufe 3
- Stufe 2:
Stahlbeton- und Spannbetonbrücken entsprechend den Filterkriterien gemäß Tabelle 5-4
- Stufe 3:
Spannbetonbrücken entsprechend den Filterkriterien gemäß Tabelle 5-4

Tabelle 5-4 Filterkriterien für Auswahl Stufe 2 und Stufe 3

Filterkriterien	Auswahl Stufe 2	Auswahl Stufe 3
	Stahlbeton- und Spannbetonbrücken	Stahlbetonbrücken
	mit Tragwerkslängen von 2,0 m bis 65,0 m	
	mit einem Baujahr von 1960 bis 1989	
	mit einem Platten- oder Balkentragwerk	

In der Detailanalyse der angefragten Datensätze werden folgende Daten für die Brückentragwerke ausgewertet:

- Anzahl und Fläche
- statisches System
- Material
- Querschnitt
- Gründungsart
- Material Widerlager
- Brückenalter
- Brückenzustand / Zustandsnoten

Für die Darstellung der vorgenommenen Auswertungen des Brückenbestands und für deren Analyse wurden Säulendiagramme erstellt. Die Auswertung wurde für jede Brückenbauabteilung einzeln und für den Gesamtbestand durchgeführt. Der Anhang A (Kapitel 7) zeigt die ausgewerteten Grafiken für den Gesamtbestand.

Für die Stufe 1, den Vergleich des Gesamtbestands mit der Stufe 2 und der Stufe 3, zeigt Tabelle 5-5 die Übersicht der ausgearbeiteten grafischen Säulendiagramme. Alle Abbildungen werden für jede teilnehmende Brückenbauabteilung sowie für den Gesamtbestand erstellt. Der Anhang A (Kapitel 7) zeigt die ausgewerteten Grafiken für den Gesamtbestand.

Tabelle 5-5 Übersicht Auswertung Stufe 1

Stufe 1	Abb. Häufigkeitsverteilung Querschnittsausbildung
	Abb. Flächenverteilung Querschnittsausbildung
	Abb. Häufigkeitsverteilung Material
	Abb. Flächenverteilung Material
	Abb. Häufigkeitsverteilung Tragwerkssystem
	Abb. Flächenverteilung Tragwerkssystem
	Abb. Häufigkeitsverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall
	Abb. Flächenverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall

Für die Auswertung der Stufe 2 und der Stufe 3 wird die Häufigkeitsverteilung mit einer Unterteilung in den ausgeführten Überbauquerschnitten durchgeführt. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den beiden Querschnittstypen „Platte“ und „Plattenbalken“; sämtliche andere Querschnittstypen wurden in die Sammelkategorie „Sonstiges“ zusammengelegt.

Aus der Stufe 3 des Auswahlverfahrens kann das Potenzial der Adaptierung von Bestandsbrücken in Integralbauwerke abgeleitet werden. Daher wird hier die Auswertung auf die Punkte „Gründungsart“, „Baustoff Widerlager“ und „Zustandsnote der Tragwerke“ ausgeweitet. Diese Erhebungen kann nur mit einer geringeren Anzahl von Tragwerken durchgeführt werden, da die Datensätze nicht komplett vorhanden sind. Tabelle 5-6 zeigt die Übersicht der erstellten grafischen Säulendiagramme für die Stufe 2 und die Stufe 3. Alle Abbildungen werden für jede teilnehmende Brückenbauabteilung sowie für den Gesamtbestand erstellt. Der Anhang A (Kapitel 7) zeigt die ausgewerteten Grafiken für den Gesamtbestand.

Tabelle 5-6 Übersicht Auswertung Stufe 2 und Stufe 3

Stufe 2	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über das Baujahr (5-Jahres-Intervall)	Stufe 3
	Abb. Flächenverteilung der Tragwerke über das Baujahr (5-Jahres-Intervall)	
	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über die Tragwerkslänge (4,0 m-Intervall)	
	Abb. Flächenverteilung der Tragwerke über die Tragwerkslänge (4,0 m-Intervall)	
	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über die Feldanzahl	
	Abb. Flächenverteilung der Tragwerke über die Feldanzahl	
	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über die Fläche (Abstufungen in 25 m ² -, 50 m ² - und 100 m ² - Schritten)	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 1-feldrig	
	Abb. Flächenverteilung Länge, 1-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 1-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 2-feldrig	
	Abb. Flächenverteilung Länge, 2-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 2-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 3-feldrig	
	Abb. Flächenverteilung Länge, 3-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 3-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 4-feldrig	
	Abb. Flächenverteilung Länge, 4-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 4-feldrig	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Zustandsnote	
Abb. Flächenverteilung Zustandsnote		
Abb. Häufigkeitsverteilung Gründungsart		
Abb. Häufigkeitsverteilung Baustoff Widerlager		

5.4 Analyse des Datenbestands

Im Folgenden erfolgt eine Analyse der Auswertungen mit einer Beschreibung der Informationen, die in den einzelnen Grafiken enthalten sind.

5.4.1 Auswahl Stufe 1

Vergleich des Gesamtbestands mit Stufe 2 und Stufe 3

Der überwiegende Anteil der Brückentragwerke in Österreich wurde, wie Abb. 5.8 und Abb. 5.9 zeigen, in den 1960er, in den 1970er und in den 1980er Jahren errichtet. In diesen 30 Jahren sind 43,0 % der Brückentragwerke mit einem Anteil an der Gesamtfläche von 64,1 % zur Ausführung gekommen.

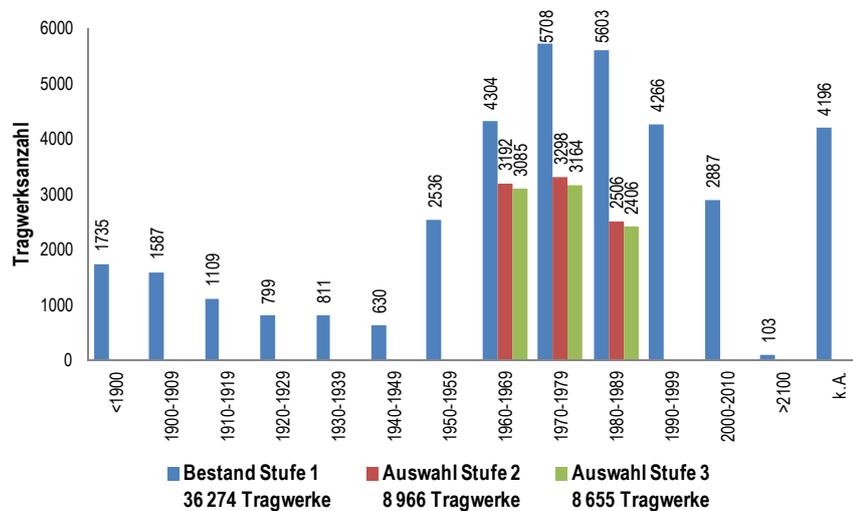


Abb. 5.8 Häufigkeitsverteilung Baujahr, Stufe 1

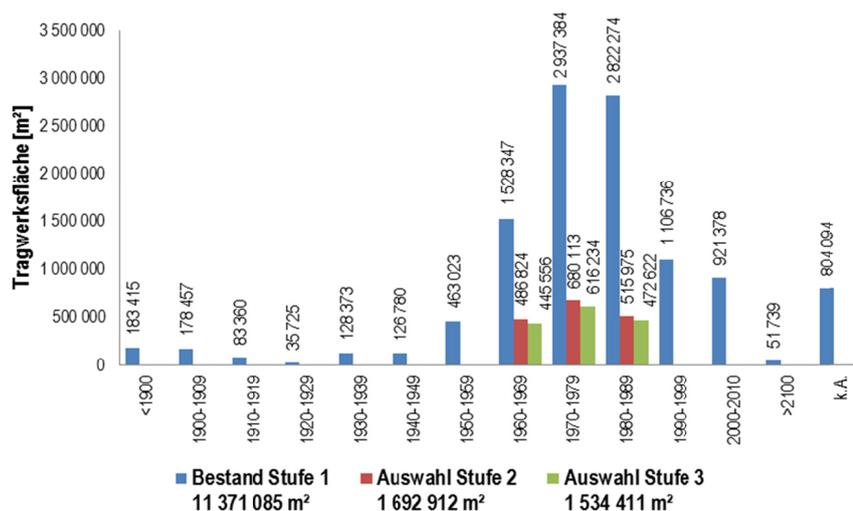


Abb. 5.9 Flächenverteilung Baujahr, Stufe 1

In Deutschland zeigt sich ein ähnliches Bild. Wie Abb. 5.10 zeigt, lag auch hier der Schwerpunkt in der Brückenbautätigkeit zwischen 1960 bis Mitte 1980 und durch den Aufbau Ostdeutschlands nach der Wiedervereinigung gab es hier, deutlich erkennbar, einen weiteren Aufschwung in der Zeit von 1995 bis 2005.

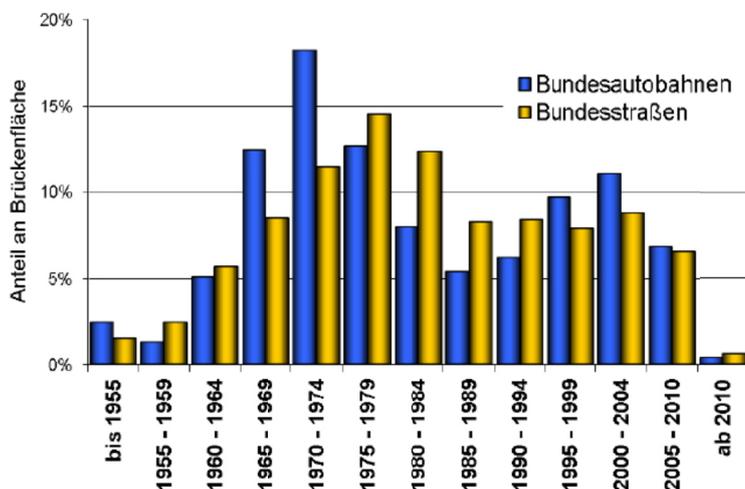


Abb. 5.10 Altersstruktur Deutschland [60 S. 2]

Bei der Querschnittausbildung zeigen Abb. 5.11 und Abb. 5.12, dass der Plattenquerschnitt die am häufigsten verwendete Querschnittsform ist. Mit einem Anteil von 50,0 % der Tragwerksanzahl und einem Anteil von 31,9 % in der Fläche, gefolgt vom Plattenbalken mit einem Anteil von 7,7 % in der Tragwerksanzahl und von 25,5 % in der Fläche und dem Hohlkasten mit dem Anteil von 3,2 % in der Anzahl der Tragwerke und von 22,2 % von der Gesamtfläche. Der Vergleich des Gesamtbestands mit Stufe 2 und Stufe 3 zeigt, dass bei Tragwerken mit $L < 65$ m der überwiegende Anteil als Platten und Plattenbalken ausgeführt wird. Hohlkastenquerschnitte kommen, entsprechend Tabelle 5-1, Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3, nur bei größeren Tragwerken zum Einsatz.

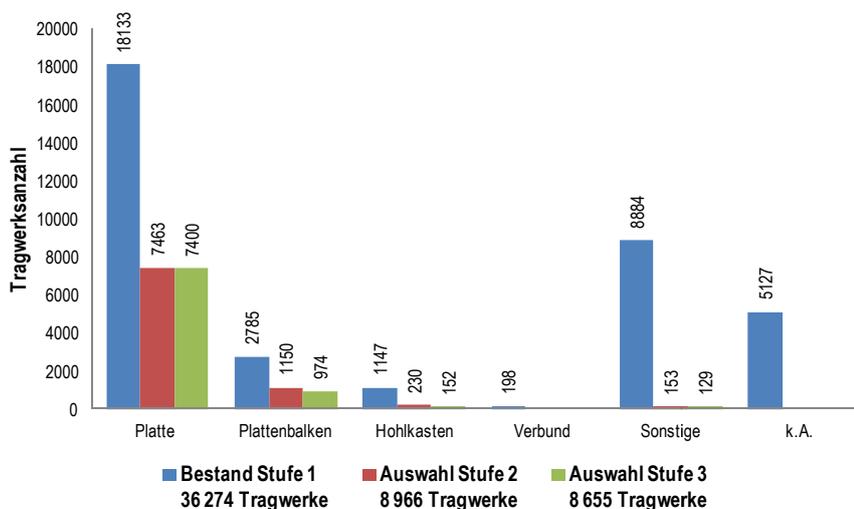


Abb. 5.11 Häufigkeitsverteilung Querschnitt, Stufe 1

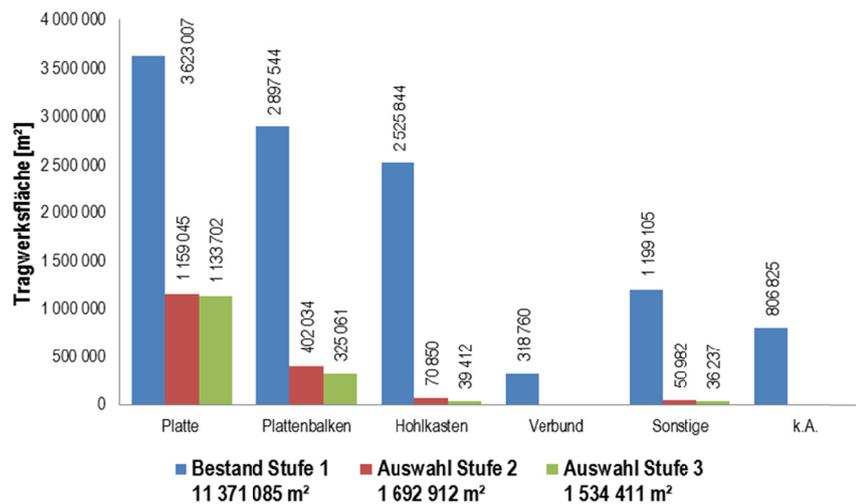


Abb. 5.12 Flächenverteilung Querschnitt, Stufe 1

Aus den Abbildungen Abb. 5.13 und Abb. 5.14 wird deutlich, dass das Hauptkonstruktionsmaterial im Brückenbau Beton¹⁵ ist. Beton hat einen Anteil von 73,7 % der Tragwerksanzahl und von 80,8 % der Brückenfläche.

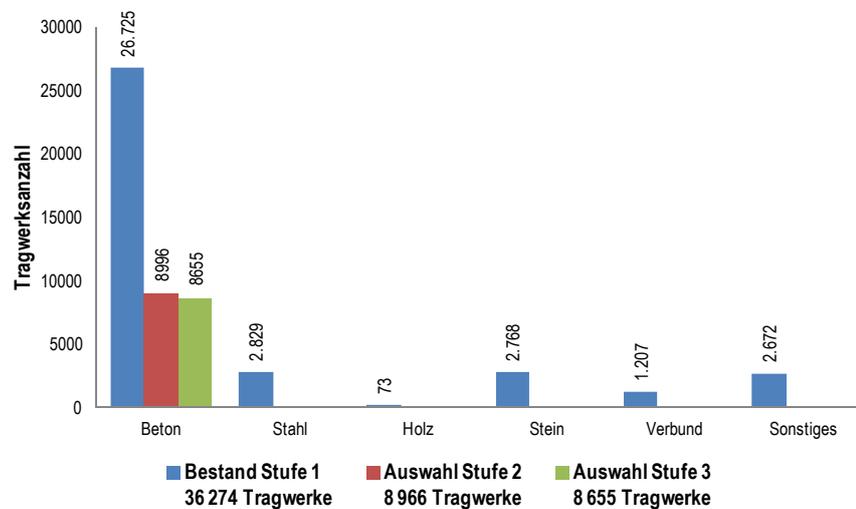


Abb. 5.13 Häufigkeitsverteilung Material, Stufe 1

¹⁵ Unter den Oberbegriff Beton sind sämtliche Beton-, Stahlbeton- und Spannbetontragwerke zusammengefasst.

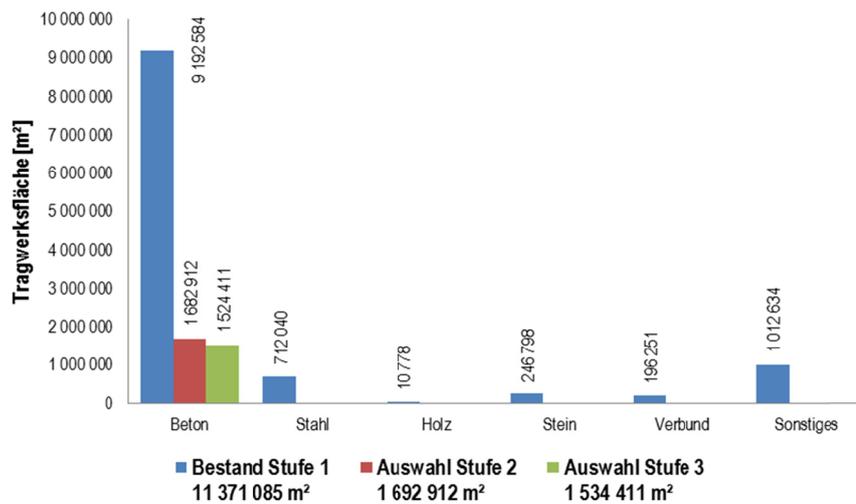


Abb. 5.14 Flächenverteilung Material, Stufe 1

Abb. 5.15 und Abb. 5.16 zeigen die Häufigkeiten des verwendeten Tragwerksystems. Als das meist genutzte Tragwerkssystem sind Platten- und Balkentragwerke mit einem Anteil von 56,6 % in der Anzahl von Tragwerken und von 64,6 % in der Fläche zu nennen, gefolgt von Rahmentragwerken mit einem Anteil von 16,8 % in der Anzahl von Tragwerken und von 18,6 % an der Gesamtfläche. Es zeigt deutlich, dass in der Vergangenheit bevorzugt Brücken mit Lagern ausgeführt wurden.

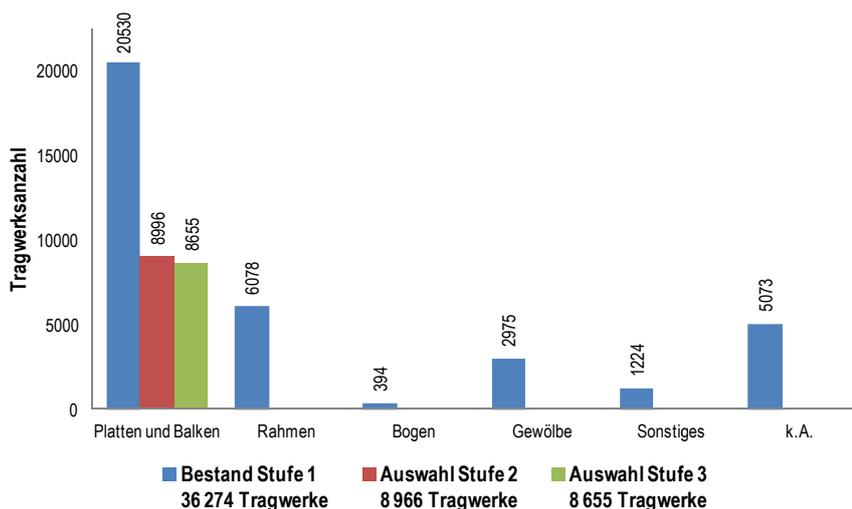


Abb. 5.15 Häufigkeitsverteilung Tragwerkssystem, Stufe 1

Ein Vergleich des Gesamtbestands mit der Stufe 2 und Stufe 3 zeigt, dass die Tragwerke der Stufe 2 einen Anteil von 24,7 % in der Häufigkeitsverteilung, jedoch nur einen Anteil von 14,9 % in der Flächenverteilung aufweisen. Dies lässt sich durch die Filterung der Tragwerkslängen bis max. 65,0 m erklären. Für die

Stufe 3 verringern sich durch das Ausscheiden der Spannbetontragwerke die Prozentsätze auf einen Anteil von 23,9 % in der Häufigkeitsverteilung und auf 13,5 % im Anteil der Fläche. Der geringe Unterschied in Anzahl und Fläche zwischen Stufe 2 und Stufe 3 lässt sich durch den Einsatz von Spannbetontragwerken erklären, da diese erst bei größeren Spannweiten ausgeführt werden. Ihr Anteil ist bei der maximalen Gesamtlänge von 65,0 m nur sehr gering. Ein weiterer Grund dürfte auch die hohe Anzahl von 1-feldrigen Tragwerken, mit einem Anteil von 59,7 % in der Flächenverteilung in Stufe 2 (siehe Abb. 5.22) und mit 47,7 % in Stufe 3 (siehe Abb. 5.28), sein. Mit den hier üblichen Tragwerkslängen von unter 25,0 m werden zumeist noch schlaff bewehrte Brückentragwerke ohne Vorspannung ausgeführt.

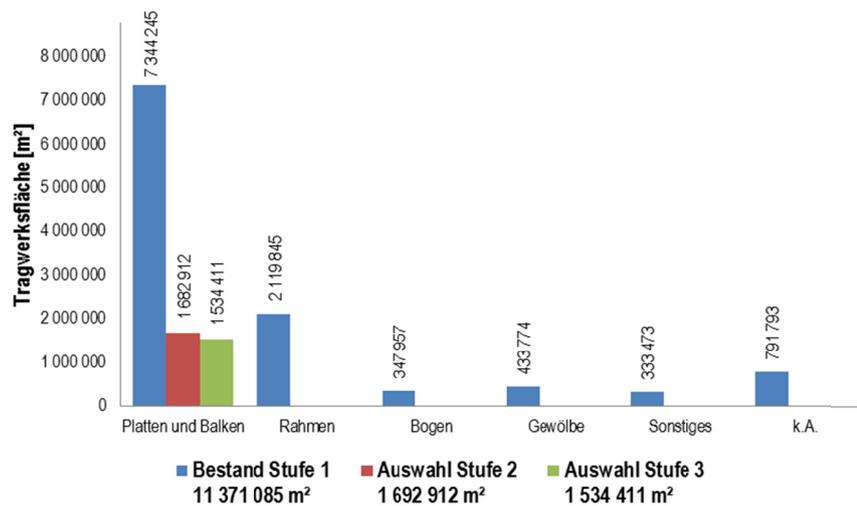


Abb. 5.16 Flächenverteilung Tragwerkssystem, Stufe 1

5.4.2 Auswahl Stufe 2

Platten- und Balkentragwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit einer Tragwerkslänge von 2,0 m bis 65,0 m, errichtet zwischen 1960 und 1989.

Die vorherrschende Querschnittsform ist, wie Abb. 5.17 und Abb. 5.18 zeigen, die Platte, mit 83,0 % in der Häufigkeit und 68,9 % in der Fläche, gefolgt vom Plattenbalken mit einem Anteil in der Häufigkeit von 12,8 % und einem Anteil von 23,9 % in der Flächenverteilung. Die Anzahl der errichteten Brücken im Zeitraum 1960 bis 1979 ist konstant, es hat jedoch in der Fläche einen Anstieg gegeben. Dies lässt sich daraus begründen, dass in diesem Zeitraum Tragwerke mit größeren Spannweiten errichtet wurden.

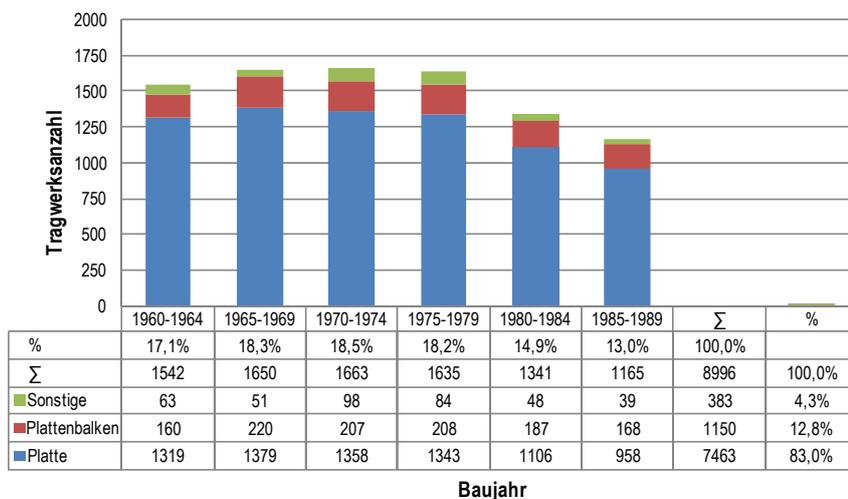


Abb. 5.17 Häufigkeitsverteilung Baujahr, Stufe 2

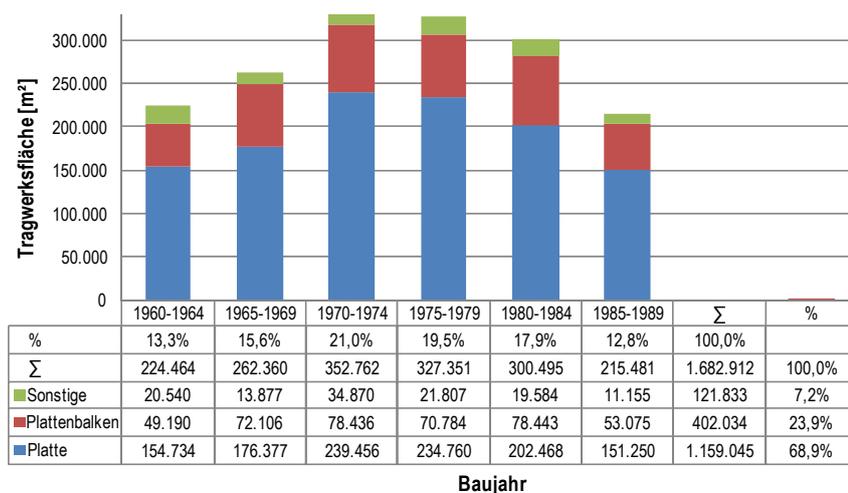


Abb. 5.18 Flächenverteilung Baujahr, Stufe 2

Die Analyse der Tragwerkslängen zeigt, dass die Mehrheit der Tragwerke eine Länge unter 30,0 m aufweist, dies sind 85,9 % der Tragwerksanzahl und 57,9 % der Tragwerksfläche. Auffallend ist, dass die Tragwerkslänge von 2,0 m bis 10,0 m in ihrer Anzahl zwar den Anteil von 52,0 % ausmacht, sieht man sich aber die Flächenverteilung an, so sinkt der Anteil auf 21,5 %. Ab einer Länge von 10,0 m steigt der Anteil von Plattenbalkenbrücken in ihrem Flächenanteil stärker als in der Tragwerksanzahl. Dies zeigt den wirtschaftlichen Einsatz¹⁶ der Querschnittsform, da größere Spannweiten mit Plattenbalkenquerschnitten überspannt werden. Diese größeren Spannweiten bilden sich durch eine Vergrößerung ihres Flächenanteiles ab.

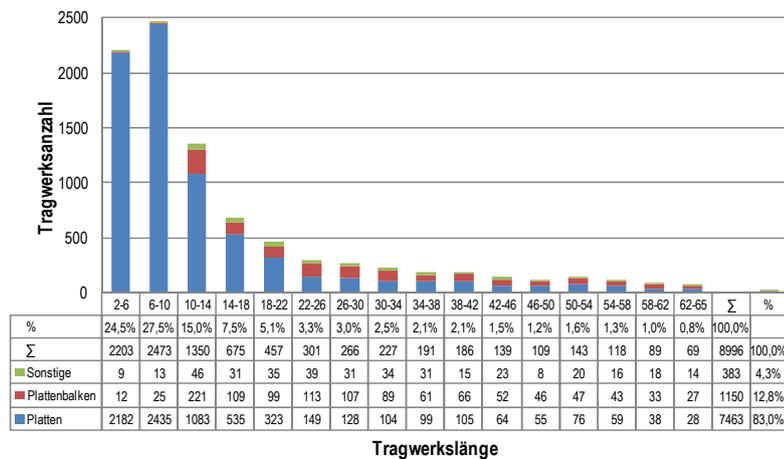


Abb. 5.19 Häufigkeitsverteilung Länge, Stufe 2

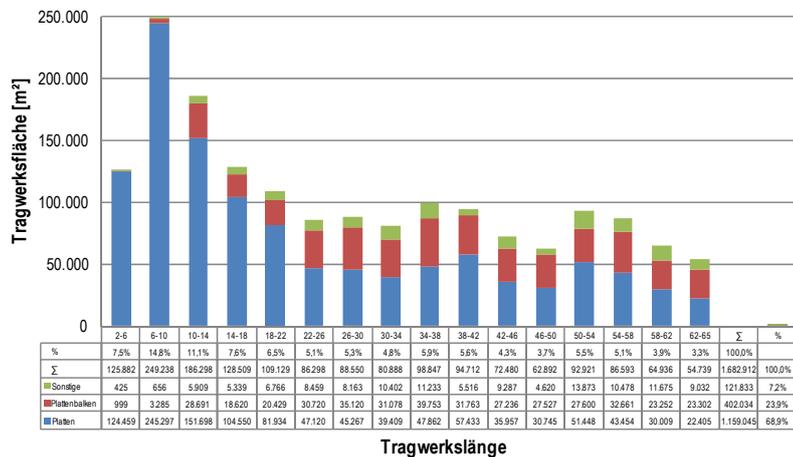


Abb. 5.20 Flächenverteilung Länge, Stufe 2

¹⁶ Siehe dazu auch Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2.

Die Verteilung der Tragwerke über die Feldanzahl zeigen Abb. 5.21 und Abb. 5.22. Bei der Feldanzahl überwiegen die 1-feldrigen Tragwerke, mit 83,4 % der Tragwerksanzahl und 59,7 % der Tragwerksflächen; gefolgt von 3-feldrigen Tragwerken mit 7,9 % der Tragwerksanzahl und 23,0 % der Flächen. Der Anteil der 2-feldrigen Tragwerke liegt bei 3,7 % zu 9,1 %. Die starke Zunahme bei den 3-feldrigen Tragwerken von der Häufigkeits- in die Flächenverteilung ist erklärbar mit den größeren Brückentragwerkslängen. Der Großteil der 3-feldrigen Brücken hat eine Länge über 30,0 m, gegenüber den 1-feldrigen Brücken, deren Brückenlängen mehrheitlich unter 30,0 m liegen¹⁷.

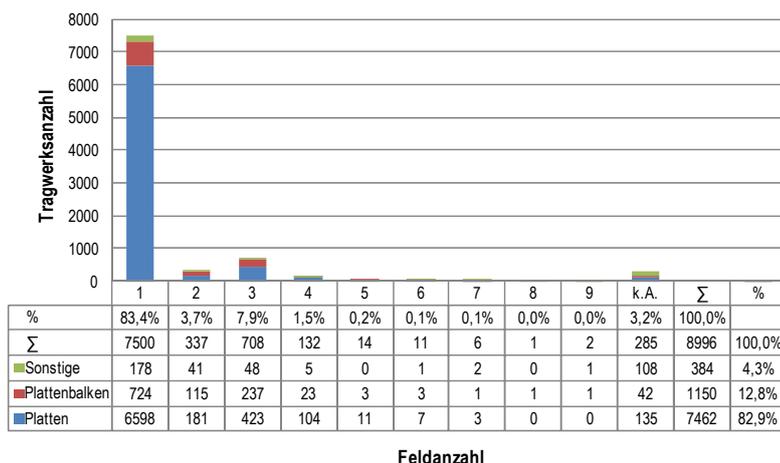


Abb. 5.21 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 2

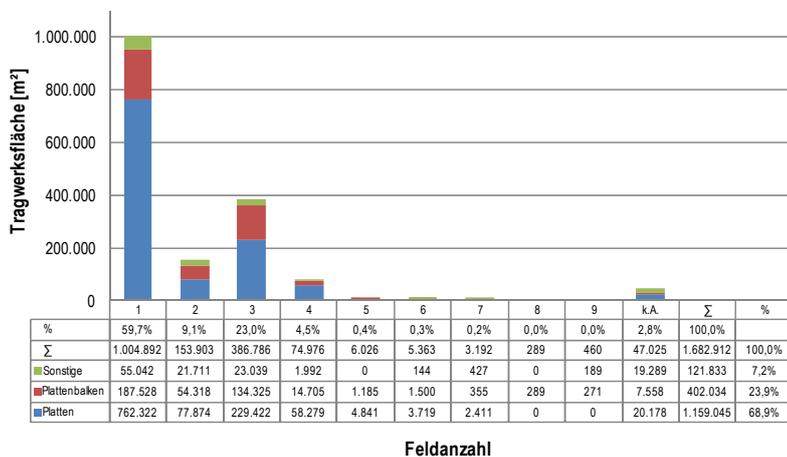


Abb. 5.22 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 2

¹⁷ Häufigkeits- und Flächenverteilung in der Länge von 1- bis 4-feldrige Tragwerken der Stufe 2 entsprechend 0.

5.4.3 Auswahl Stufe 3

Platten- und Balkentragwerke aus Stahlbeton mit einer Tragwerkslänge von 2,0 bis 65,0 m, errichtet zwischen 1960 und 1989.

Die Platten sind mit 85,5 % in der Häufigkeit und 73,9 % in der Fläche die vorherrschende Querschnittsform, gefolgt vom Plattenbalken mit einem Anteil in der Häufigkeit von 11,3 % und einem Anteil von 21,2 % in der Flächenverteilung. Im Zeitraum 1960 bis 1979 ist die Anzahl der errichteten Brücken konstant geblieben, es hat in der Flächenhäufigkeit jedoch bis Mitte der 1970er einen Anstieg gegeben. Diese Zunahme lässt darauf schließen, dass in dieser Zeit Tragwerke mit größeren Spannweiten errichtet wurden.

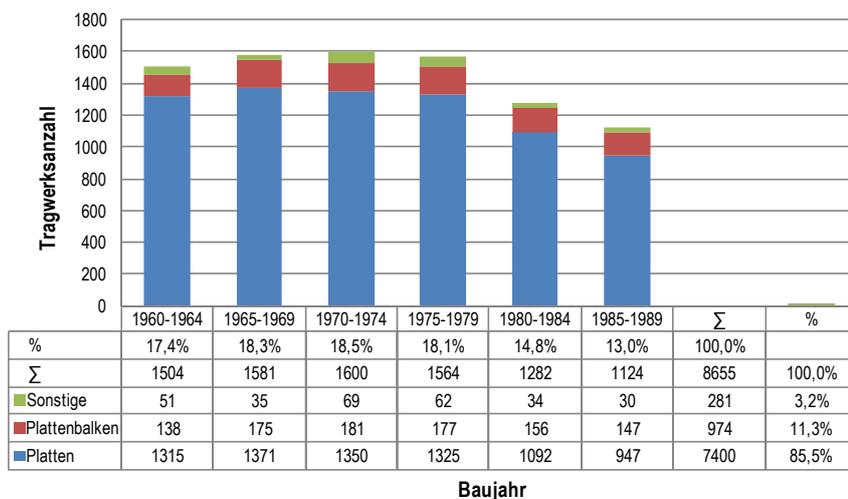


Abb. 5.23 Häufigkeitsverteilung Baujahr, Stufe 3

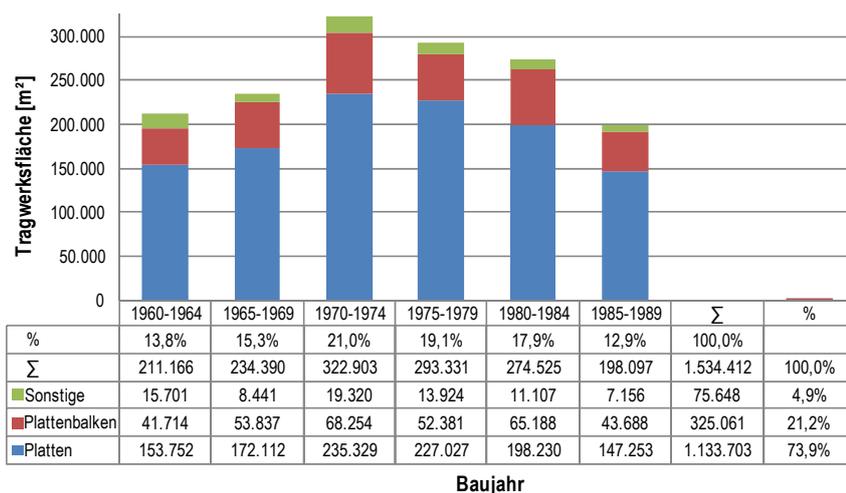


Abb. 5.24 Flächenverteilung Baujahr, Stufe 3

Die Analyse der Tragwerkslängen zeigt, dass die Mehrheit der Tragwerke eine Länge unter 30,0 m aufweisen, Das sind 87,8 % der Tragwerksanzahl und 61,4 % der Tragwerksflächen. Auffallend ist, dass die Tragwerkslänge von 2,0 m bis 10,0 m in ihrer Anzahl zwar den Anteil von 54,0 % ausmacht, sieht man sich aber die Flächenverteilung an, so sinkt der Anteil auf 24,4 %. Ab einer Länge von 10,0 m steigt der Anteil von Plattenbalkenbrücken in ihrem Anteil der Flächen stärker als in der Tragwerksanzahl. Dies lässt auf einen wirtschaftlichen Einsatz¹⁸ der Querschnittsformen schließen, nämlich dass größere Spannweiten mit Plattenbalkenquerschnitten überspannt werden. Diese größeren Spannweiten bilden sich durch die Vergrößerung ihres Flächenanteiles ab.

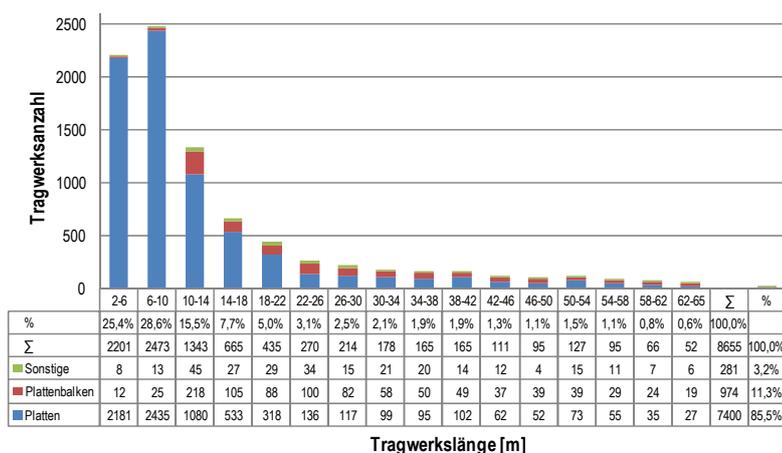


Abb. 5.25 Häufigkeitsverteilung Tragwerkslänge, Stufe 3

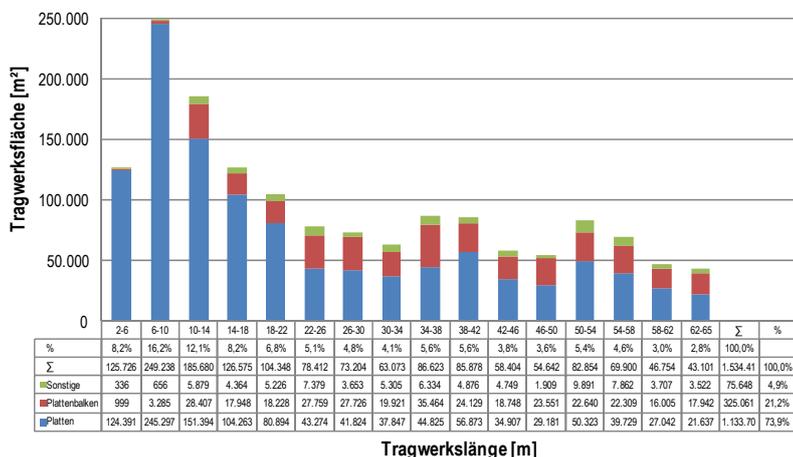


Abb. 5.26 Flächenverteilung Tragwerkslänge, Stufe 3

¹⁸ Siehe dazu auch Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2.

Bei der Häufigkeits- und Flächenverteilung überwiegen die 1-feldrigen Tragwerke mit 83,9 % der Tragwerksanzahl und 59,8 % der Tragwerksflächen, gefolgt von 3-feldrigen Tragwerken mit 7,6 % der Tragwerksanzahl und 22,9 % der Flächen. Der Anteil der 2-feldrigen Tragwerke liegt bei 3,5 % zu 8,8 %. Der Sprung bei den 3-feldrigen Tragwerken von der Häufigkeits- in die Flächenverteilung, ergibt sich über die größeren Brückentragwerkslängen. Der Großteil der 3-feldrigen Brücken hat eine Länge über 30,0 m, gegenüber den 1-feldrigen Brücken, deren Brückenlängen mehrheitlich unter 30,0 m liegen.

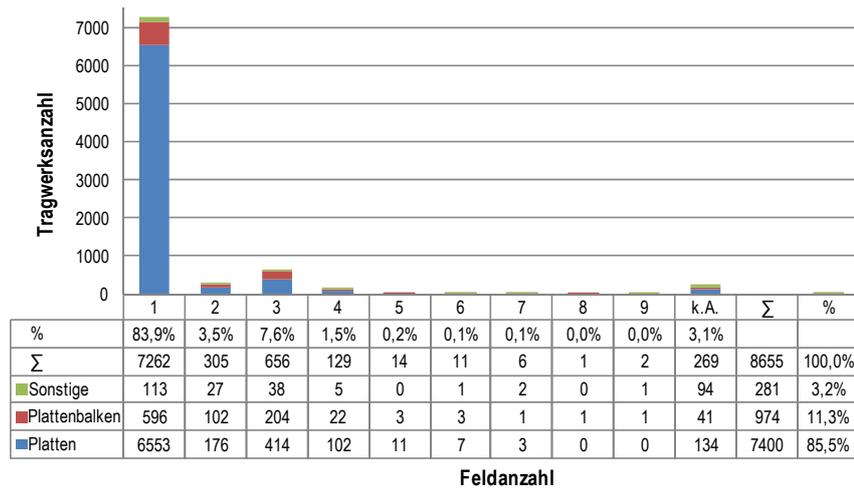


Abb. 5.27 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 3

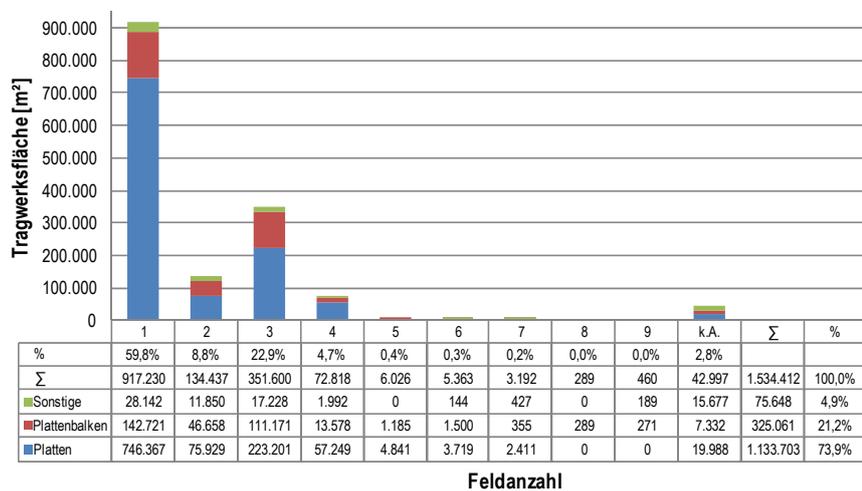


Abb. 5.28 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 3

Die in der Auswahl Stufe 3 durchgeführte Untersuchung der Widerlager und Gründungsart wurde mit einer kleineren Menge an Daten durchgeführt, da die Datenbanken hier nicht vollständig zur Verfügung standen. Von den 8.655 Tragwerken in der Auswahl Stufe 3 liegen nur von 1.833 Tragwerken Angaben zur

Gründungsart vor. Angaben zum Baustoff der Widerlager sind nur von 2.879 Tragwerken vorhanden. Die überwiegende Anzahl der Tragwerke wurde flach gegründet, mit einem Anteil von 77,8 %. Als Baustoff für die Widerlager wurde Stahlbeton mit 54,3 % gefolgt von Betonwiderlagern mit 44,7 % verwendet.

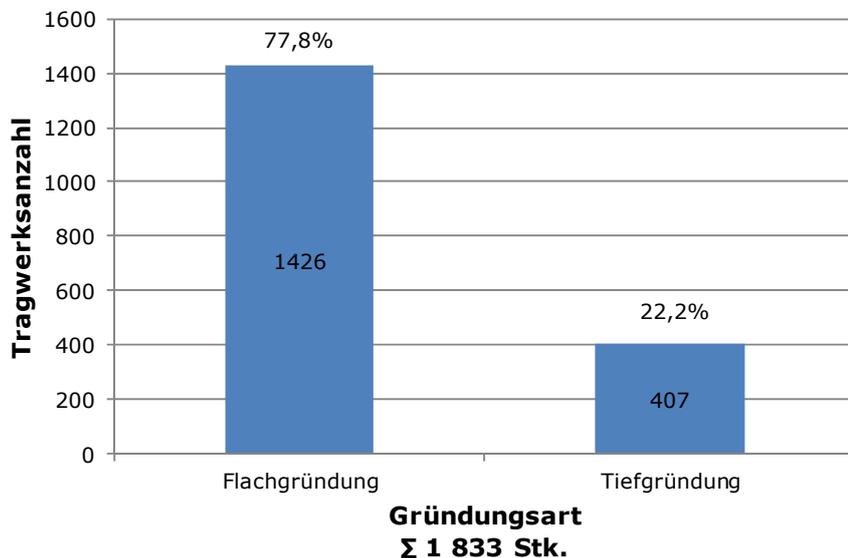


Abb. 5.29 Häufigkeitsverteilung Gründungsart, Stufe 3

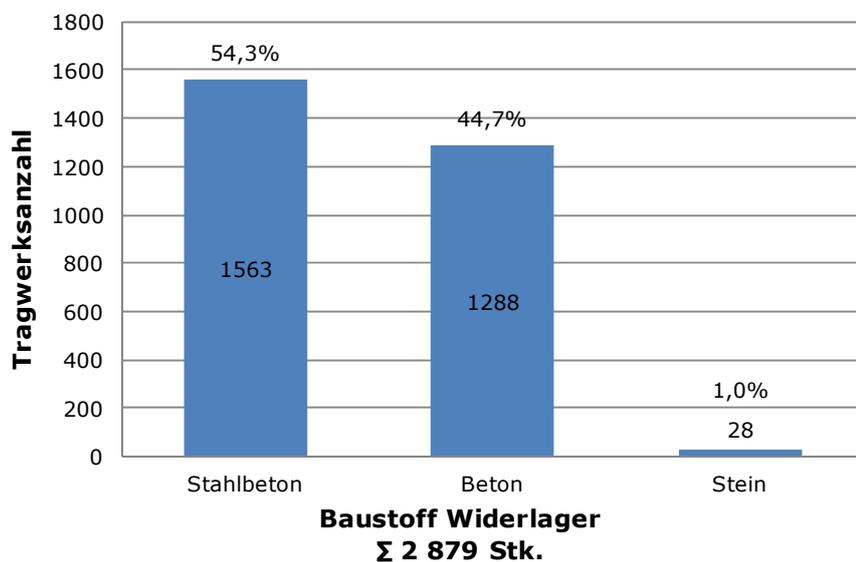


Abb. 5.30 Häufigkeitsverteilung Baustoff Widerlager, Stufe 3

5.5 Potenzial des österreichischen Brückenbestands

Für die Feststellung des Potenzials für die Integralisierung des österreichischen Brückenbestands stehen umfangreiche Datenmengen von elf Brückenbauabteilungen zu Verfügung. Angaben zur Prüfnote¹⁹ der einzelnen Brückentragwerke wurden nicht von allen Brückenbauabteilungen vorgelegt, aber es stehen genügend Daten zur Verfügung, um Aussagen über das Potenzial des österreichischen Brückenbestands für die Adaptierung herkömmlicher Tragwerke in Integralbauwerke treffen zu können.

5.5.1 Erhaltungszustand

Platten- und Balkentragwerke aus Stahlbeton mit einer Tragwerkslänge von 2,0 bis 65,0 m, errichtet zwischen 1960 und 1989.

Wie Abb. 5.31 und Abb. 5.32 zeigen, ist der Großteil des österreichischen Brückenbestands in der Auswahl Stufe 3 in einem guten (Prüfnote 2) bis ausreichenden Zustand (Prüfnote 3); zusammengefasst liegt der Prozentsatz bei ca. 75 %. Betrachtet man bei den Platten- und Plattenbalkenbrücken aus Stahlbeton mit einer Tragwerkslänge zwischen 2,0 m und 65,0 m den Anteil mit den Prüfnoten 3 bis 5; also Tragwerke, bei denen Instandsetzungsmaßnahmen bevorstehen, so liegt der Anteil bei 40,8 %, wie aus Abb. 5.32 zu entnehmen ist.

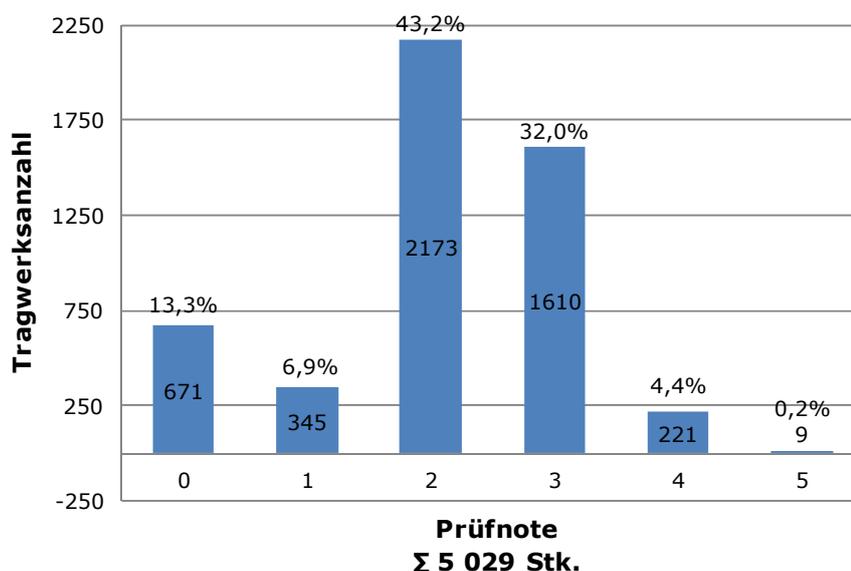


Abb. 5.31 Häufigkeitsverteilung Prüfnote, Stufe 3

¹⁹ Zur Definition der Prüfnoten siehe Kap. 4.2

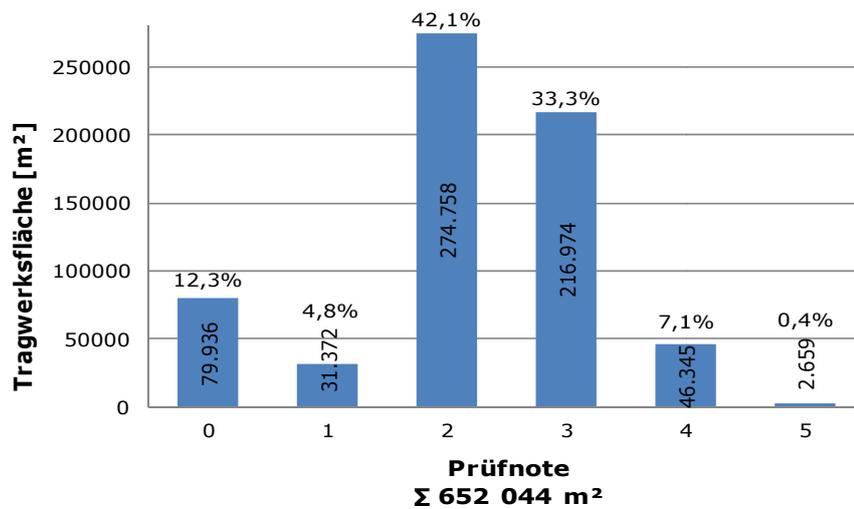


Abb. 5.32 Flächenverteilung Prüfnote, Stufe 3²⁰

Der Vergleich mit einer Auswertung der Zustandsnoten zwischen 2001 und 2006 im Netz der ASFINAG bestätigt die erhobenen Verteilungen. Abb. 5.33 zeigt, dass im Netz der ASFINAG der Anteil von Brücken mit Prüfnote 3 bis 5 im Jahre 2006 bei knapp über 40 % lag. Bei der Zustandsentwicklung über diesen Zeitraum lässt sich ablesen, dass sich der Zustand der Tragwerke generell verschlechtert. Lag im Jahr 2001 der Anteil von Brücken mit Zustandsnote 3 bis 5 noch knapp über 30 %, so ist er bis zum Jahre 2006 bis knapp über 40 % angestiegen.

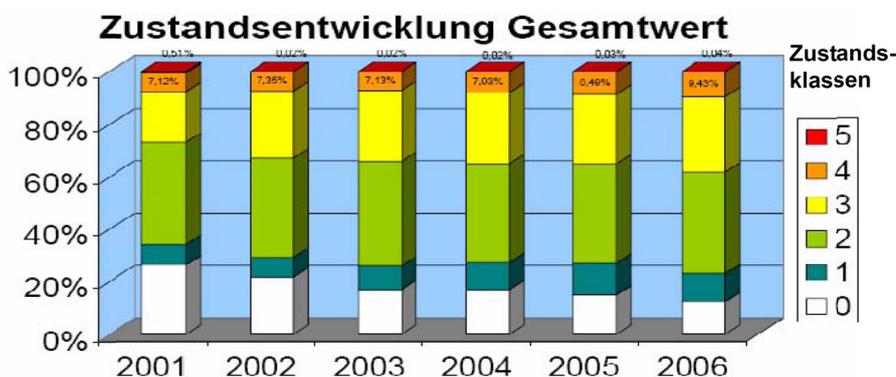


Abb. 5.33 Zustandsentwicklung der Brücken der ASFINAG im Zeitraum 2001 bis 2006 [61 S. 26]

²⁰ Bei der Datenauswertung der Tragwerke der Auswahl Stufe 3 findet man Brückentragwerke mit der Prüfnote 0. Die Prüfnote 0 wird im Allgemeinen für Tragwerke vergeben die noch nicht geprüft worden sind oder die Dokumentation der Prüfungen ist noch nicht in die Datenbanken eingeflossen.

Abb. 5.34 zeigt die Verteilung der Zustandsnoten für die deutschen Bundesfernstraßen zwischen den Jahren 2000 und 2012. Es ist auch hier eine allgemeine Verschlechterung des Brückenzustandes, vergleichbar mit der Entwicklung in Abb. 5.33, abzulesen. Erkennbar ist, dass zwar im Bereich der Zustandsnote 3,0 bis 4,0 keine Verschiebung feststellbar ist, jedoch der Bereich von 2,5 bis 2,9, der Anteil mit ausreichendem Bauwerkszustand, zunehmend größer wird.

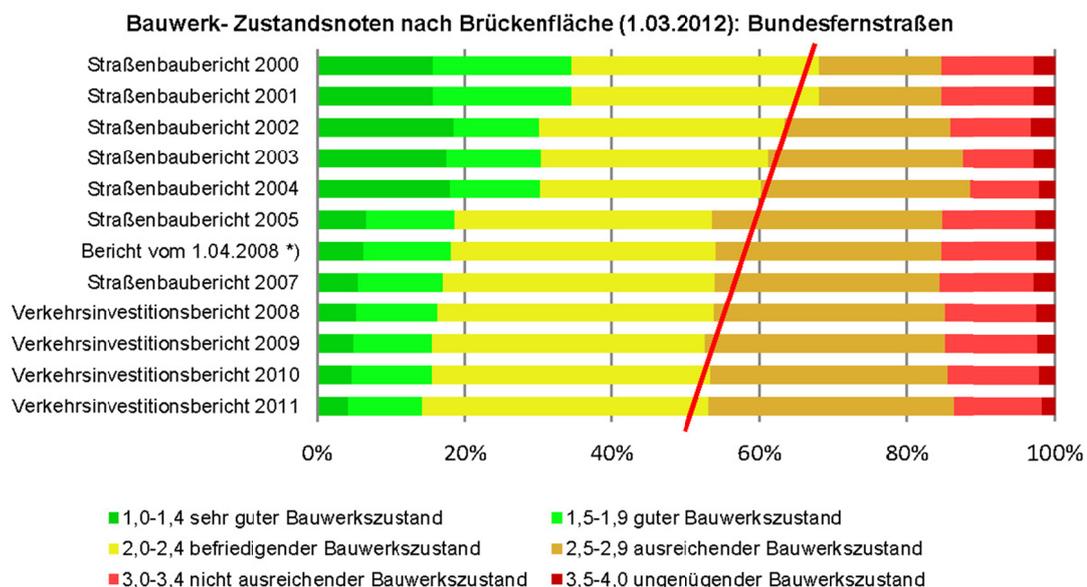


Abb. 5.34 Zustandsnoten Bundesfernstraßen [24 S. 9]

5.5.2 Instandsetzungs- und Ertüchtigungskosten

Die Festlegung von Kosten für die Instandsetzung bzw. Ertüchtigung ist schwierig, da diese von mehreren Faktoren, wie Standort, Zugänglichkeit, Brückentyp, notwendige Aufrechterhaltung des Verkehrs etc., abhängig sind. Zudem sind für Österreich wenige Daten dazu veröffentlicht worden.

Für das Netz der ASFINAG können zwei mögliche Richtwerte für eine Abschätzung der Sanierungskosten herangezogen werden. Entsprechend der Abb. 5.35 ist einerseits für Sanierungskosten bei Generalsanierungen im Netz der ASFINAG durchschnittlich 531 € je m² Brückenfläche anzunehmen. [61]

Andererseits ist bei den Brückentragwerken der ASFINAG mit einem Anteil von 20 % der Lebenszykluskosten für tiefgreifende Sanierungen zu rechnen (Abb. 5.36). Umgerechnet auf die Kosten zum Zeitpunkt der Errichtung, entspricht dies einem Anteil von 34 %. Für eine erste Grobkostenschätzung können zurzeit bei Brückenneubauten Errichtungskosten von ca. 2 500 € je m² Brückenfläche angenommen werden. Damit liegen die Kosten für tiefgreifende Sanierungen bei ca. 850 € je m² Brückenfläche.

Kosten Brückengeneralsanierungen am Bestandsnetz

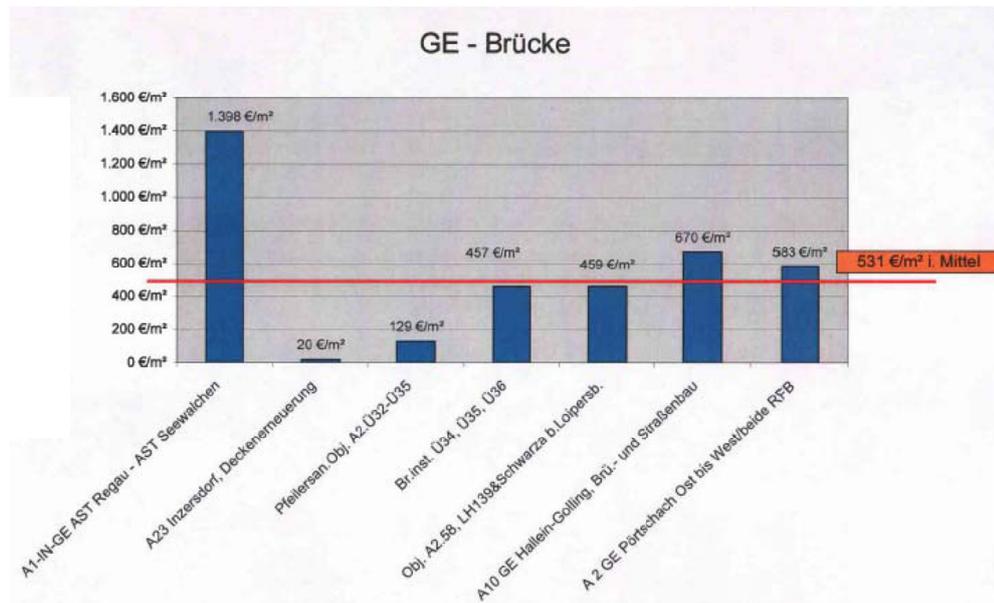


Abb. 5.35 Kosten Brückengeneralsanierungen am Bestandsnetz der ASFINAG, [61 S. 30]

Lebenszykluskosten von Brücken

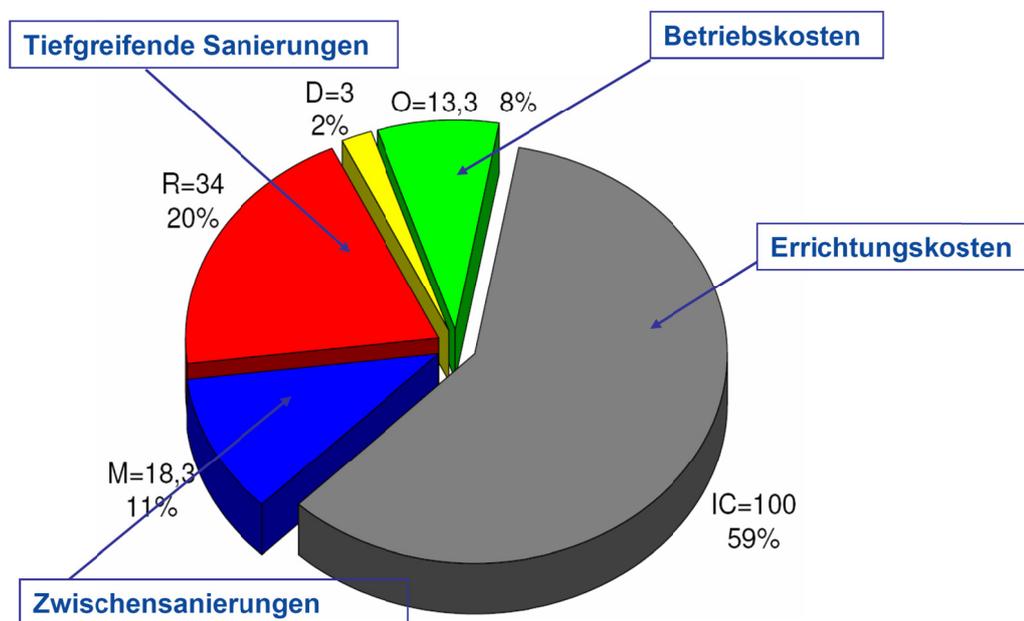


Abb. 5.36 Lebenszykluskosten von Brücken der ASFINAG, [61 S. 32]

Als Richtwert für die Kosten einer umfassenden Instandsetzung können 0,45 % des Neuwerts pro Jahr angesetzt werden. [62] Wenn die erste große Sanierungsmaßnahme nach 35 Jahren Nutzdauer stattfindet, entspricht dies einem Wert von 15,75 % ($= 0,45 \times 35$) des Neuwerts. Würde diese Instandsetzung nach 45 Jahren durchgeführt, läge der Wert bei 20 % des Neuwerts. Wieder mit den geschätzten Errichtungskosten von ca. 2.500 € je m² Brückenfläche berechnet, entsprechen 20 % davon 500 € je m² Sanierungskosten. Die Kosten für Ertüchtigungsmaßnahmen, also auch für die Adaptierung von herkömmlichen Tragwerken in integrale bzw. semi-integrale Tragwerke, liegen sicher über den Kosten einer umfassenden Instandsetzung und können manchmal die Kosten einer Neuerrichtung erreichen bzw. bei entsprechend ungünstigen Randbedingungen diese sogar überschreiten.

5.5.3 Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials

In Österreich müssten entsprechend der RVS 13.03.11 [28] ab der Prüfnote 3 Instandsetzungsmaßnahmen mittelfristig, d.h. möglichst innerhalb von sechs Jahren, in Angriff genommen werden. Für die Prüfnote 4 sind Instandsetzungsarbeiten kurzfristig, also möglichst innerhalb von drei Jahren durchzuführen, und für die Prüfnote 5 sind diese sofort einzuleiten. Der Anteil von Brückentragwerken mit Prüfnote 3 bis 5 in der Auswahl der Stufe 3 beträgt 40,8 %. Die Gesamtfläche der Brückentragwerke in der Stufe 3 wurde mit 1.534.412 m² ausgewertet; 40,8 % davon ergeben ca. 625.000 m². Das ist die Brückenfläche, die, bei entsprechender Auslegung der RVS 13.03.11 [28], innerhalb der nächsten sechs Jahre instandgesetzt werden müsste.

Wahrscheinlicher ist jedoch, dass der tatsächliche Wert um einiges niedriger liegt, da die Gesamtprüfnote einer Brücke über die schlechteste Prüfnote der einzelnen Bauteilbewertungen bestimmt wird. So kann ein schadhaftes Brückengeländer oder eine schadhafte Fahrbahnübergangskonstruktion einem Tragwerk, das für sich trag- und gebrauchstauglich ist, einen schlechten oder mangelhaften Zustand bescheinigen. Daher wurde dieser Wert für die weitere Analyse des Potenzials von 41 % auf 30 % reduziert. Somit liegt die für eine Integralisierung geeignete Brückenfläche bei ca. 450.000 m².

Das mögliche wirtschaftliche Potenzial von Adaptierungen von herkömmlichen Tragwerken in integrale bzw. semi-integrale Tragwerke wird dadurch abgeschätzt, dass diese, mit den geschätzten Kosten von Instandsetzungen bzw. mit den Kosten für die Neuerrichtung in Bezug gebracht werden (Tabelle 5-7).

Da diese Ertüchtigungsmaßnahme in Österreich noch keine große Verbreitung erfahren hat – ausgeführte Beispiele²¹ gibt es in zwei Bundesländern – sind noch keine Kosten über durchgeführte Adaptierungen in Integralbrücken veröffentlicht worden. Als untere Grenze könnten die Kosten einer umfangreichen Sanierung herangezogen werden, als obere Grenze sind sicher die Kosten eines Ersatzneubaus realistisch. Beide Grenzen können, bedingt durch die Komplexität dieser

²¹ Beispiele für adaptierte Tragwerke siehe Kapitel 4.4

Maßnahmen, nur abgeschätzt werden. Eine mögliche Bandbreite dieser Grenzwerte zeigt Spalte 2 in Tabelle 5-7 und gibt die Kosten je m² Brückenfläche an. Wählt man als untere Grenze den Wert von 1100 € je m² Brückenfläche, entspricht dies einem wirtschaftlichen Potenzial von 495 Mio. €. Setzt man als obere Grenze den Wert von 2100 € je m² an, so kommt man auf 945 Mio € als mögliche obere Grenze für das wirtschaftliche Potenzial der Adaptierung von konventionellen Brücken in Integralbauwerke.

Tabelle 5-7 Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials

Maßnahme	Kosten je m ²	Potenzial	Geschätzte Gesamtkosten
Sanierung	300,00 €	450.000 m²	135 000 000,00 €
	500,00 €		225 000 000,00 €
	700,00 €		315 000 000,00 €
	900,00 €		405 000 000,00 €
	1 100,00 €		495 000 000,00 €
Ertüchtigung	1 300,00 €		585 000 000,00 €
	1 500,00 €		675 000 000,00 €
	1 700,00 €		765 000 000,00 €
	1 900,00 €		855 000 000,00 €
	2 100,00 €		945 000 000,00 €
Neubau	2 300,00 €		1 035 000 000,00 €
	2 500,00 €		1 125 000 000,00 €
	2 700,00 €		1 215 000 000,00 €

6 Schlussbetrachtung

Die durchgeführte Analyse über den österreichischen Brückenbestand veranschaulicht die Anforderungen der Brückenerhaltung im Zuge ihrer laufender Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen; darunter die Altersstruktur der Tragwerke und das damit verbundene vermehrte Auftreten von Schäden oder die geänderten Nutzungsanforderungen.

Dies stellt auch die österreichischen Brückenerhalter vor eine große Herausforderung. Die durchgeführte Analyse zum österreichischen Brückenbestand veranschaulicht die Anforderungen der Brückenerhaltung im Zuge ihrer laufender Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen und generell den Zustand der Brückentragwerke. Die Altersstruktur der Tragwerke und das damit verbundene vermehrte Auftreten von Schäden und die geänderten Nutzungsanforderungen stellen die Brückenbauabteilungen bei ihrer Erhaltungstätigkeit vor immer größere Aufgaben – der Brückenbestand ist auf die kommenden Anforderungen vorzubereiten.

Es ist vielfach erforderlich, dass Bestandstragwerke im Rahmen ihrer Erhaltungsmaßnahmen nicht nur saniert, sondern auch – um den wachsenden Anforderungen gerecht zu sein – ertüchtigt werden. Eine mögliche und innovative Ertüchtigungsmaßnahme ist die Adaptierung konventioneller Brücken in integrale oder semi-integrale Bauwerke („Integralisierung“) durch den nachträglichen monolithischen Verbund des Überbaus mit dem Unterbau. Diese integrale Bauweise erfährt im Brückenbau aufgrund ihrer Vorteile in den letzten Jahren vermehrten Zuspruch bei Bauherrn und auch Planern. Ihre lager- und fugenlose Bauweise hat für die Bauwerkserhaltung wesentliche Vorteile gegenüber konventionellen Tragwerken. Die ökonomischen Vorteile liegen im Einsparungspotenzial durch das Wegfallen der wartungsintensiven Bauteile für Lager- und Fahrbahnübergangskonstruktionen. Aus diesen Gründen wird in den letzten Jahren die Integralisierung auch als geeignetes Mittel zur Reduktion von Unterhaltungskosten im Zuge der laufenden Erhaltungsarbeiten angewandt. Ein nachhaltiger Einsatz der finanziellen Mittel wird im Spannungsfeld zwischen langer Lebensdauer und kleiner werdender Budgets von immer größerer Bedeutung.

Bei der Adaptierung eines bestehenden Brückentragwerks in ein integrales Bauwerk sind bei der Berechnung und Bemessung grundsätzlich die gleichen Parameter zu berücksichtigen wie für den Neubau einer integralen Brücke. In den aktuellen Richtlinien und Normen sind diese Parameter – Zwangsbeanspruchungen des Überbaus aus Temperatureinfluss, Vorspannung, Schwinden und Kriechen sowie die Bauwerk-Baugrund-Interaktion – noch nicht ausreichend geregelt. Der nachträgliche Umbau einer konventionellen Brücke in ein integrales oder semi-integrales Bauwerk ist bislang in den Regelwerken nicht berücksichtigt. Hinweise für die Planung und Ausführung liegen bis dato nur in Form von Veröffentlichungen vor. Eine Bemessungsrichtlinie für den nachträglichen Umbau einer konventionellen Brücke in ein integrales oder semi-integrales Bauwerk wäre in der Praxis von wesentlicher Bedeutung.

Die wesentliche Aufgabenstellung dieser Masterarbeit bestand aus der Analyse der zur Verfügung gestellten Datensätze für eine Bestands- und Zustandserhebung für all jene Brückentragwerke, die für eine Integralisierung in Frage kommen. Das Ziel war die Feststellung des Anwendungspotenzials der Adaptierung von konventionellen Brücken in integrale Tragwerke.

Der Großteil des österreichischen Brückenbestands ist in einem sehr guten (Prüfnote 1) bis ausreichenden Zustand (Prüfnote 3); zusammengefasst liegt der Prozentsatz bei 82 %.

Die Gesamtfläche der Platten- und Plattenbalkenbrücken aus Stahlbeton mit einer Nutzungsdauer von 35 bis 55 Jahren und einer maximalen Tragwerkslänge von 65 m wurde mit knapp 1,5 Mio. m² ausgewertet. Betrachtet man hier den Anteil mit den Prüfnoten 3 bis 5; also Tragwerke, bei denen Instandsetzungsmaßnahmen bevorstehen sollten, so liegt deren Anteil bei knapp 41 %.

Umgerechnet auf die Brückenfläche ergibt dies ca. 625.000 m². Das wäre die Brückenfläche, die bei entsprechender Auslegung der Prüfrichtlinien innerhalb der nächsten sechs Jahre instandgesetzt werden müsste. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass der tatsächliche Wert um einiges niedriger liegt, da die Gesamtprüfnote einer Brücke über die schlechteste Prüfnote der einzelnen Bauteilbewertungen bestimmt wird. So kann ein schadhaftes Brückengeländer oder eine schadhafte Fahrbahnübergangskonstruktion einem Tragwerk, das für sich trag- und gebrauchstauglich ist, einen schlechten oder mangelhaften Zustand bescheinigen. Daher wurde dieser Wert für die weitere Analyse des Potenzials von 41 % auf 30 % reduziert. Somit liegt die für eine Integralisierung geeignete Brückenfläche bei ca. 450.000 m².

Die Abschätzung des Marktpotenzials für die Integralisierung von Bestandsbrücken wurde unter Annahme gemittelter m²-Kosten für Sanierungs- und Ertüchtigungsarbeiten durchgeführt und zeigt ein erhebliches Potenzial. Wählt man als untere Grenze den Wert von 1100 € je m² Brückenfläche, entspricht dies einem wirtschaftlichen Potenzial von 495 Mio. €. Setzt man als obere Grenze den Wert von 2100 € je m² an, so kommt man auf 945 Mio € als mögliche obere Grenze für das wirtschaftliche Potenzial der Adaptierung von konventionellen Brücken in Integralbauwerke.

Es zeigt sich deutlich, dass in den nächsten Jahren große Aufgaben auf die Brückenhalter und auch auf die Bauwirtschaft zukommen und dass dafür hohe finanzielle Aufwendungen zur Verfügung gestellt werden müssen.

7 Anhang A – Ergebnisgrafiken österr. Bestand

7.1 Übersicht

Für die Analyse wurden der Datenbestand von elf Brückenbauabteilungen ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgt anonymisiert und wird einerseits für die jeweilige Brückenbauabteilung und andererseits für den Gesamtbestand in drei Stufen durchgeführt. In diesem Anhang werden nur die Auswertungen des österr. Gesamtbestandes gezeigt, die elf einzelnen Auswertungen je Brückenabteilung können angefragt werden.

Tabelle 7-1 Übersicht der grafischen Auswertungen inkl. Stückzahl

Stufe 1	Abb. Häufigkeitsverteilung Querschnittsausbildung	12 Stk.	
	Abb. Flächenverteilung Querschnittsausbildung	12 Stk.	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Material	12 Stk.	
	Abb. Flächenverteilung Material	12 Stk.	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Tragwerkssystem	12 Stk.	
	Abb. Flächenverteilung Tragwerkssystem	12 Stk.	
	Abb. Häufigkeitsverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall	12 Stk.	
	Abb. Flächenverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall	12 Stk.	
Stufe 2	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über das Baujahr (5-Jahres-Intervall)	Stufe 3	24 Stk.
	Abb. Flächenverteilung der Tragwerke über das Baujahr (5-Jahres-Intervall)		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über die Tragwerkslänge (4,0 m-Intervall)		24 Stk.
	Abb. Flächenverteilung der Tragwerke über die Tragwerkslänge (4,0 m-Intervall)		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über die Feldanzahl		24 Stk.
	Abb. Flächenverteilung der Tragwerke über die Feldanzahl		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung der Tragwerke über die Fläche (Abstufungen in 25 m ² -, 50 m ² - und 100 m ² - Schritten)		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 1-feldrig		24 Stk.
	Abb. Flächenverteilung Länge, 1-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 1-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 2-feldrig		24 Stk.
	Abb. Flächenverteilung Länge, 2-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 2-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 3-feldrig		24 Stk.
	Abb. Flächenverteilung Länge, 3-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 3-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Länge, 4-feldrig		24 Stk.
	Abb. Flächenverteilung Länge, 4-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Fläche, 4-feldrig		24 Stk.
	Abb. Häufigkeitsverteilung Zustandsnote		12 Stk.
Abb. Flächenverteilung Zustandsnote	12 Stk.		
Abb. Häufigkeitsverteilung Gründungsart	12 Stk.		
Abb. Häufigkeitsverteilung Baustoff Widerlager	12 Stk.		

7.2 Vergleich des Bestands Stufe 1 zur Auswahl Stufe 2 und Stufe 3

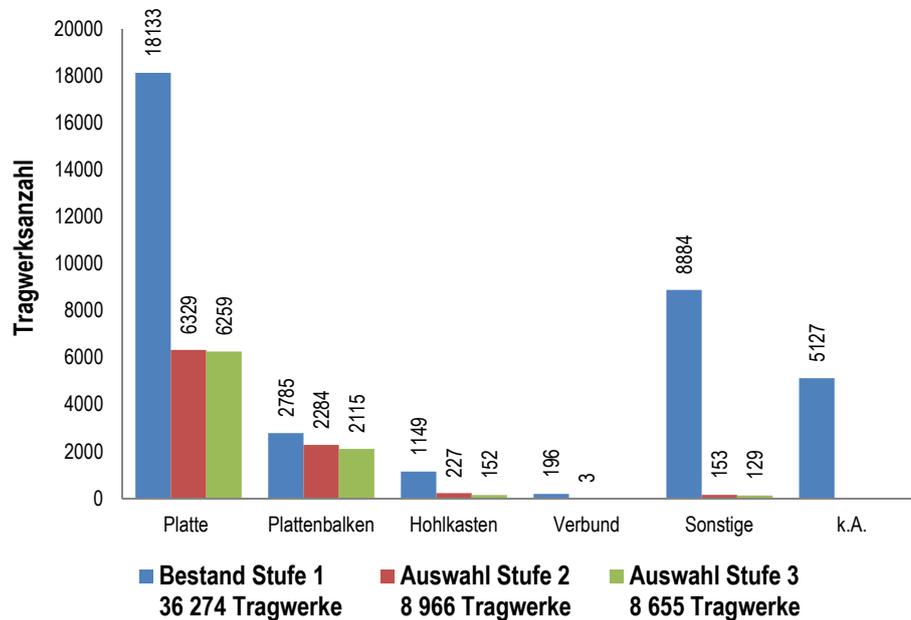


Abb. 7.1 Häufigkeitsverteilung Querschnittsausprägung

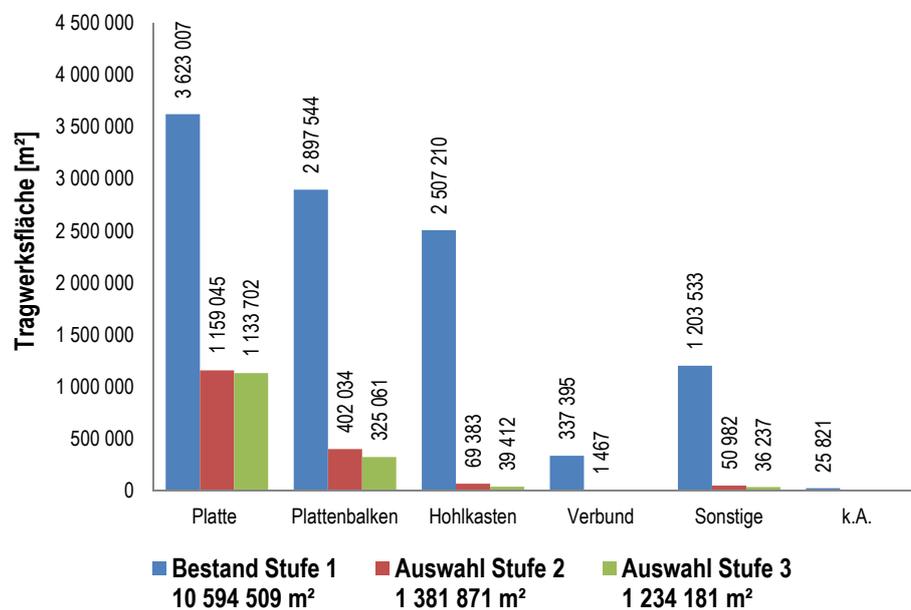


Abb. 7.2 Flächenverteilung Querschnittsausprägung

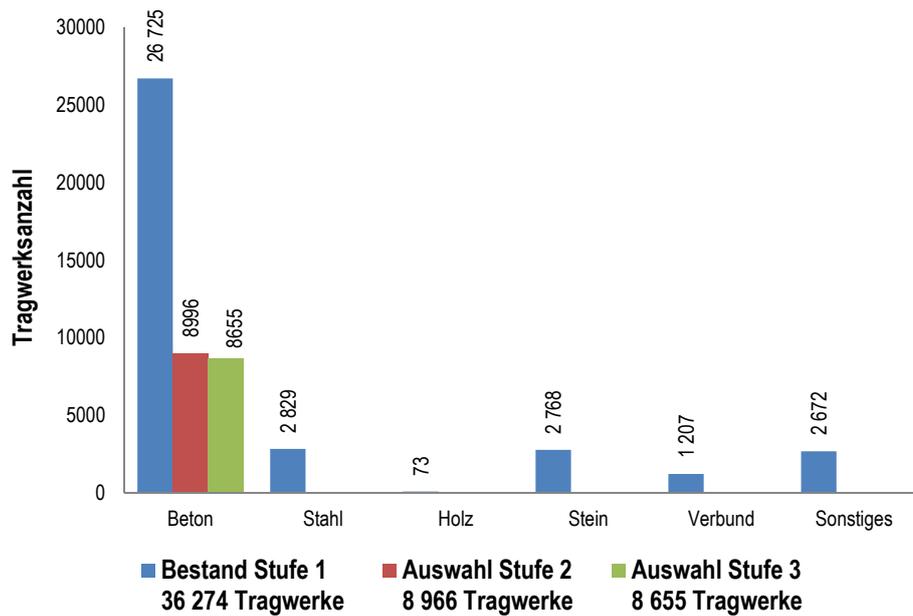


Abb. 7.3 Häufigkeitsverteilung Material

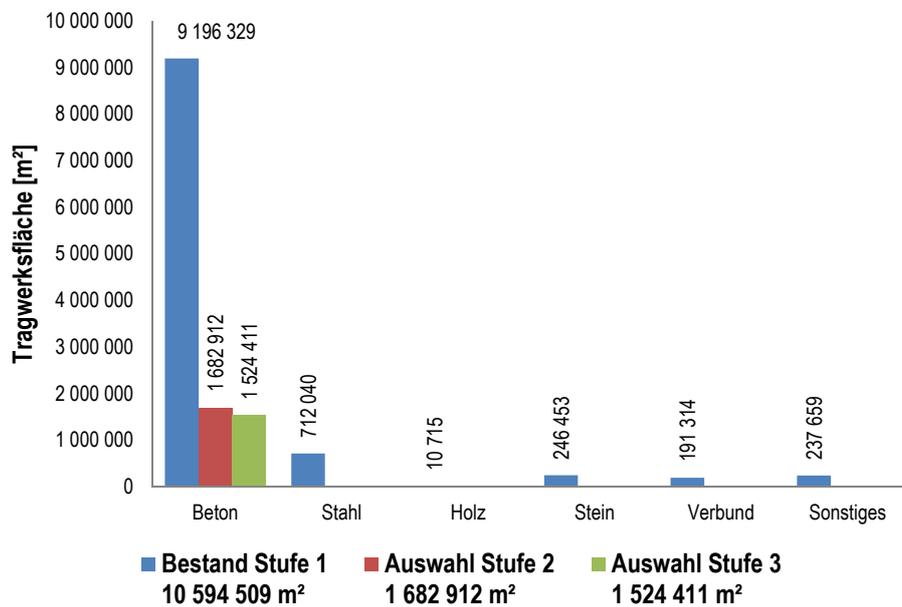


Abb. 7.4 Flächenverteilung Material

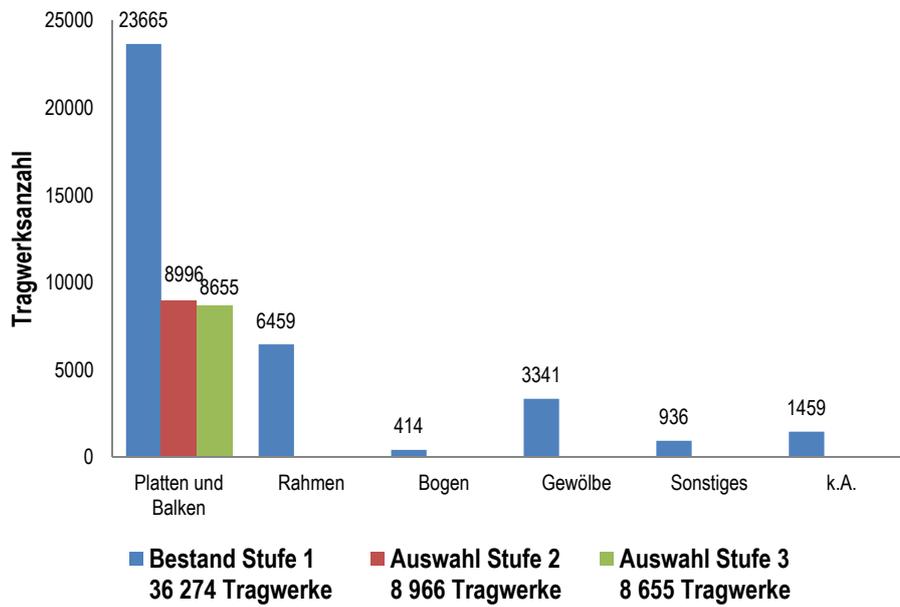


Abb. 7.5 Häufigkeitsverteilung Tragwerkssystem

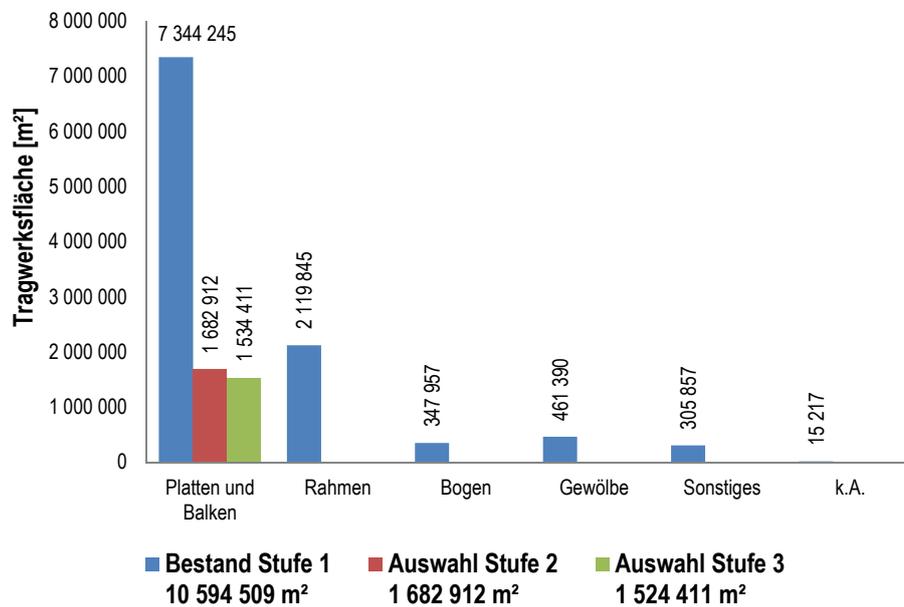


Abb. 7.6 Flächenverteilung Tragwerkssystem

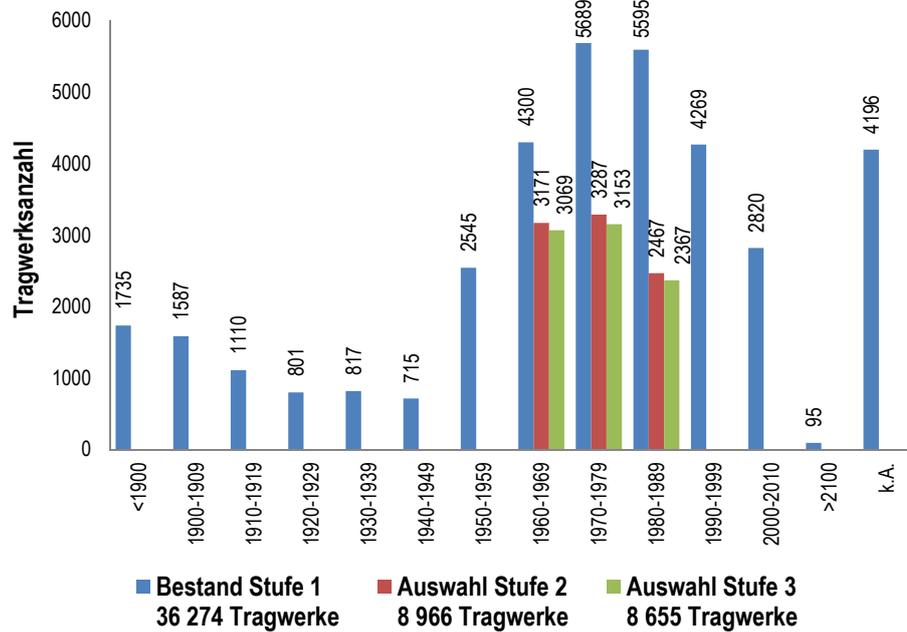


Abb. 7.7 Häufigkeitsverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall

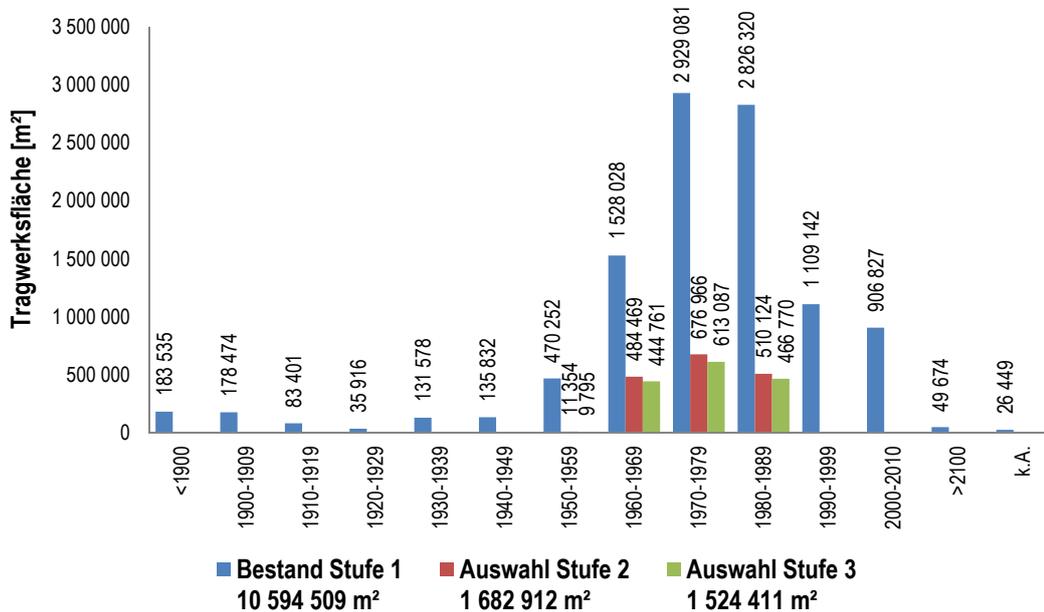


Abb. 7.8 Flächenverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall

7.3 Häufigkeitsverteilung Auswahlstufe 2, Stahl- und Spannbetontragwerke

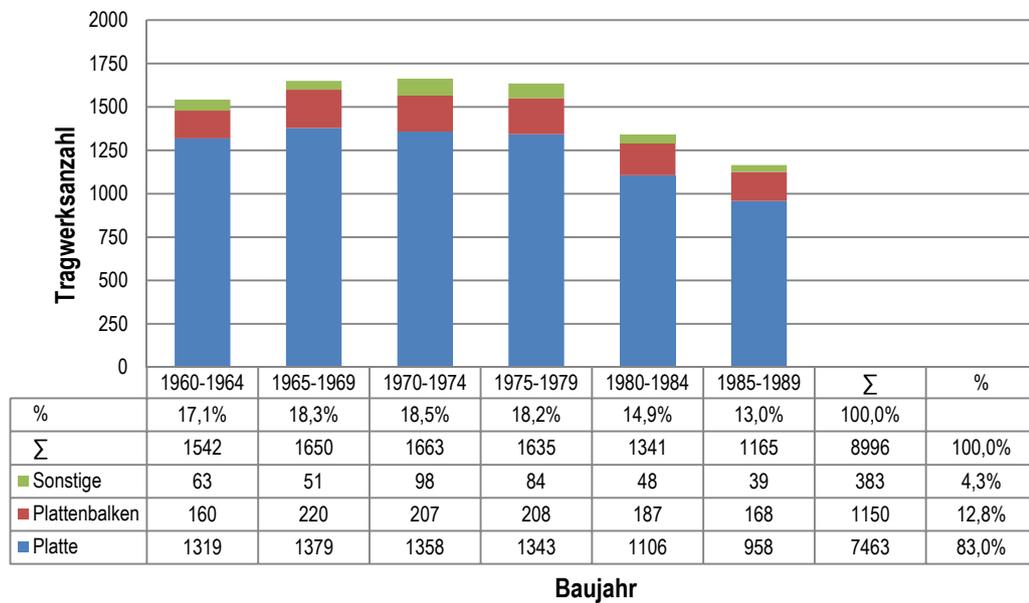


Abb. 7.9 Häufigkeitsverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 2

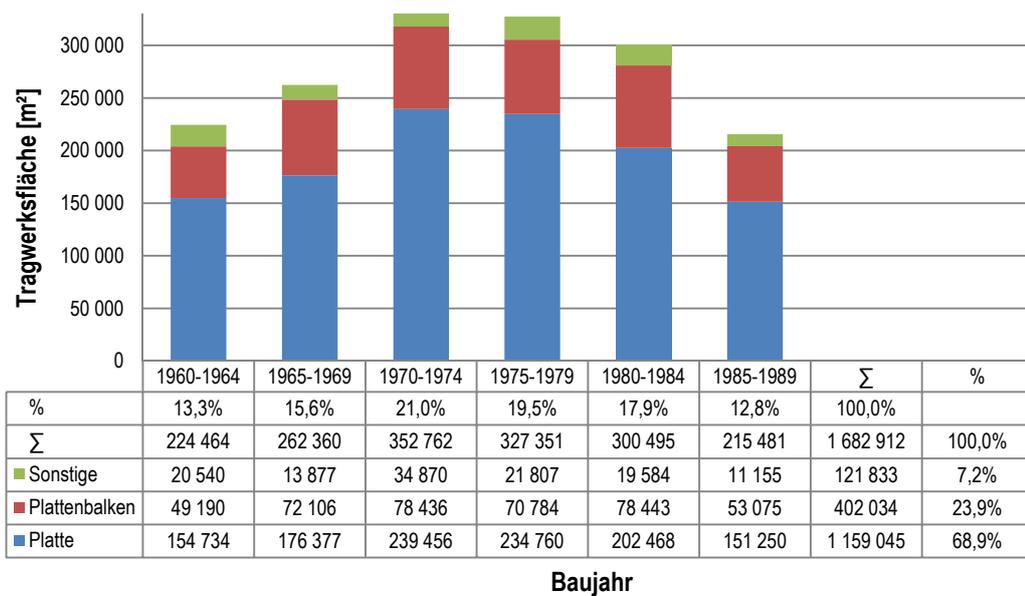


Abb. 7.10 Flächenverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 2

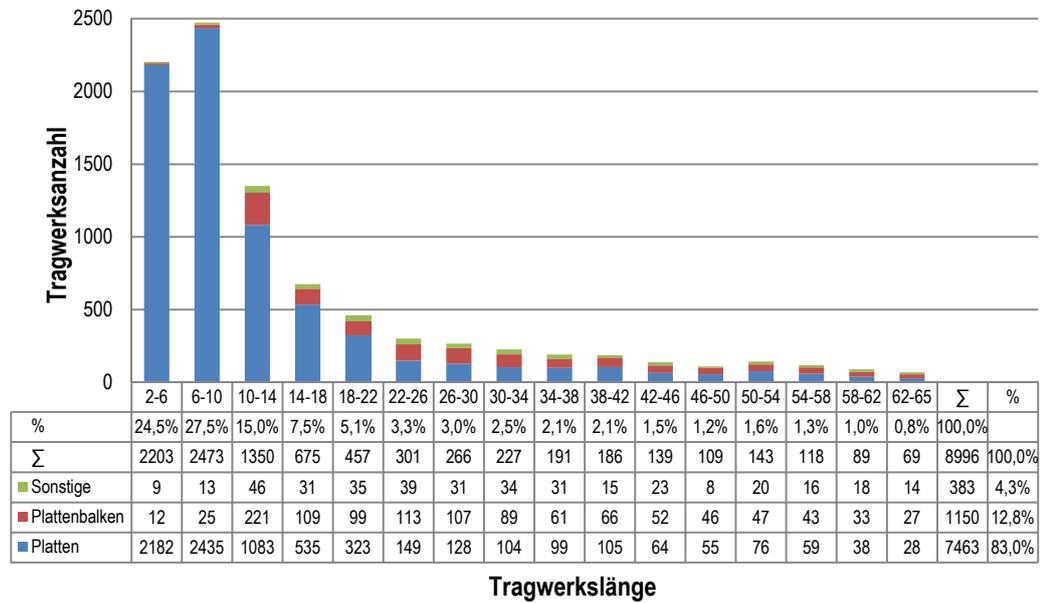


Abb. 7.11 Häufigkeitsverteilung Tragwerkslänge, 4,0 m-Intervall, Stufe 2

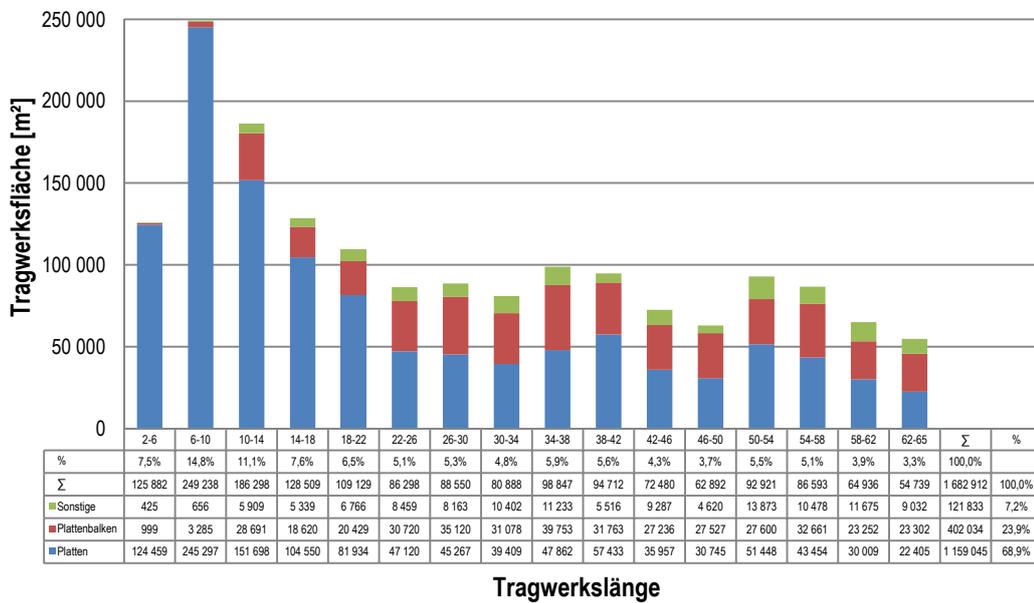


Abb. 7.12 Flächenverteilung Tragwerkslänge, 4,0 m-Intervall, Stufe 2

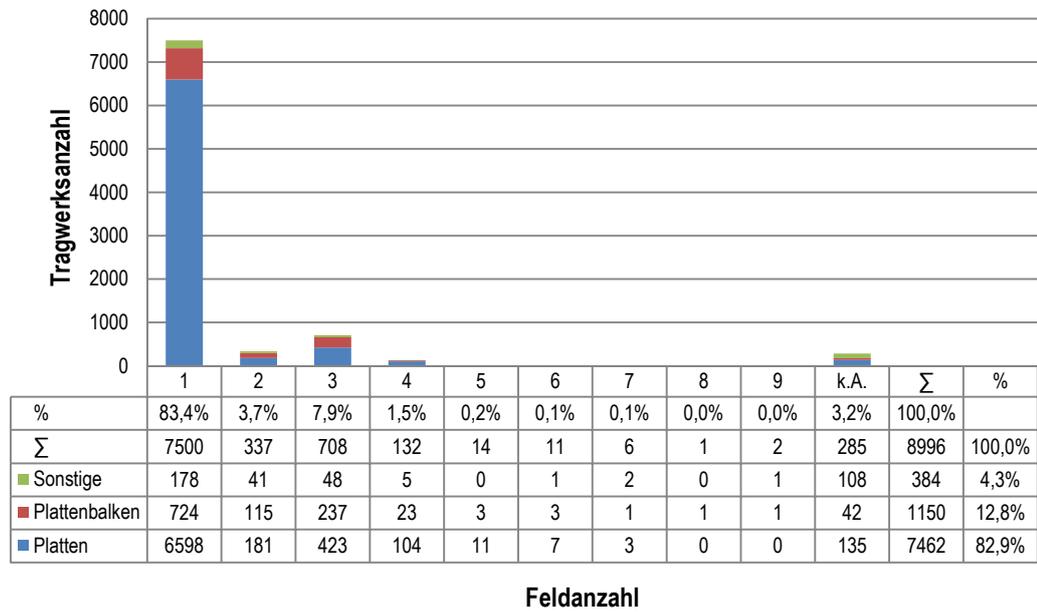


Abb. 7.13 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 2

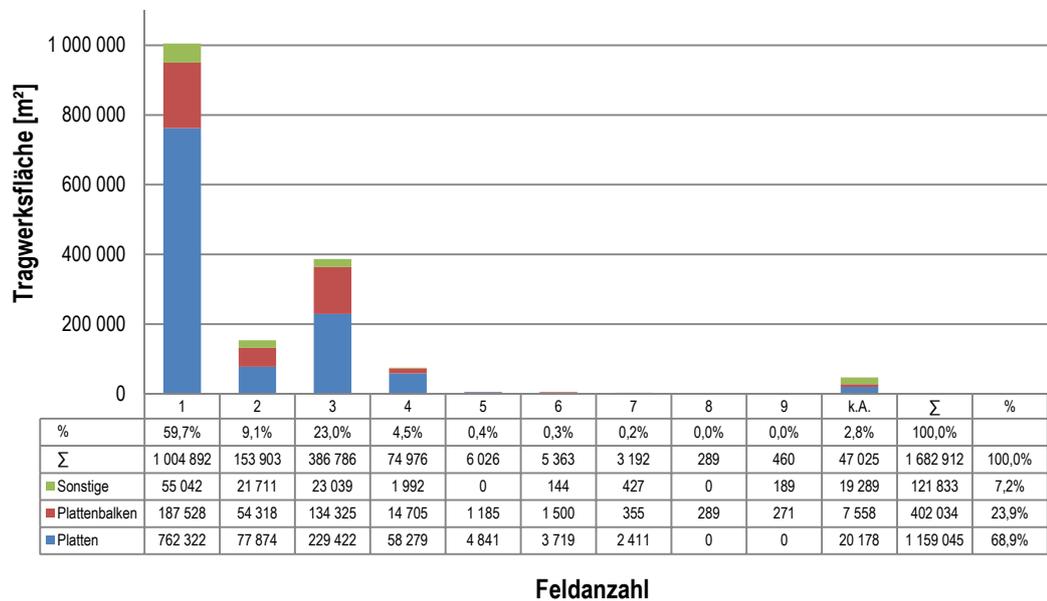


Abb. 7.14 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 2

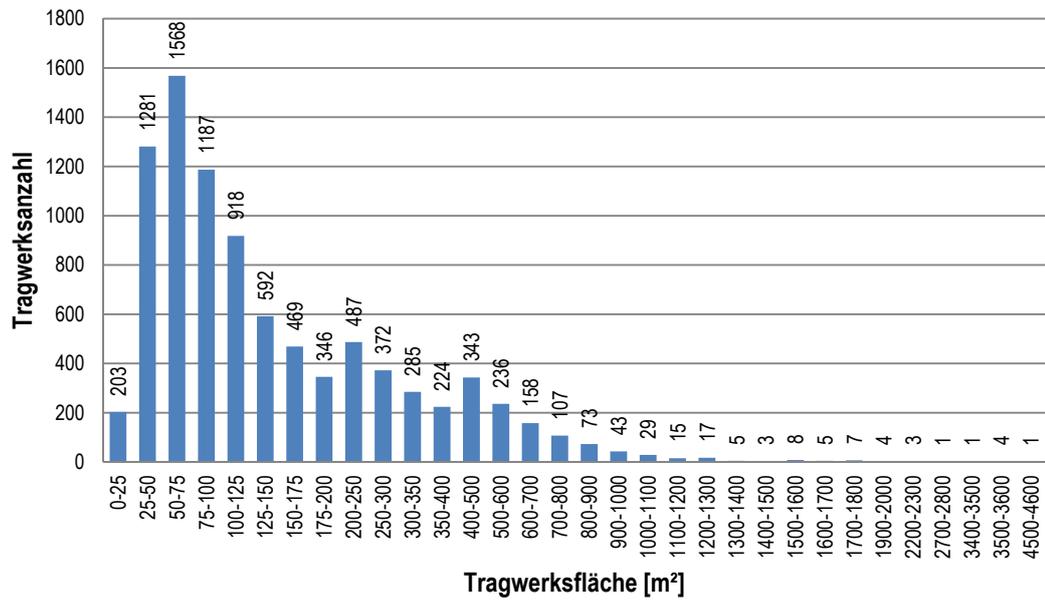


Abb. 7.15 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stufe 2

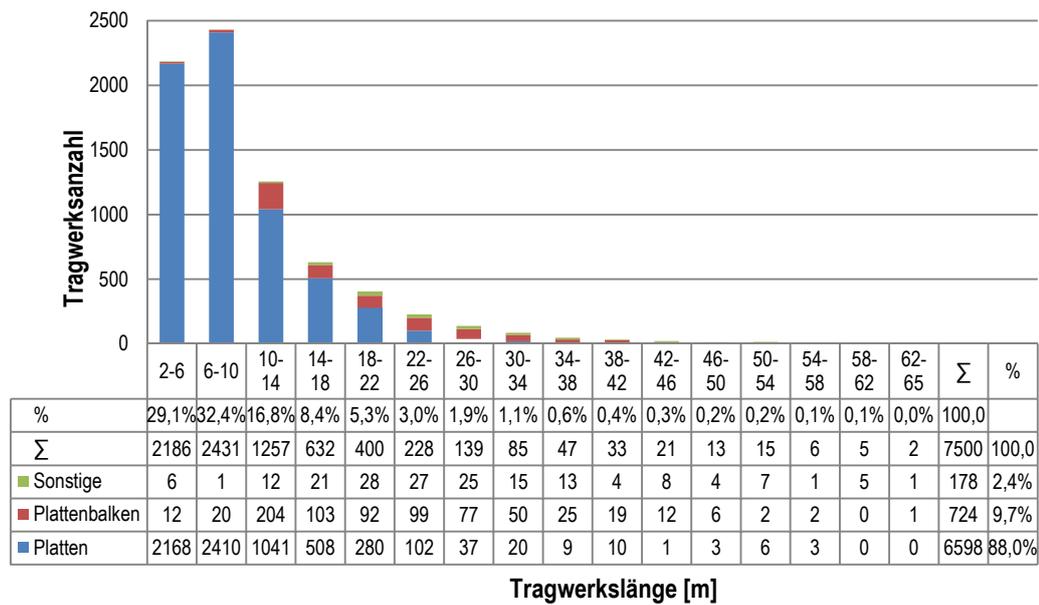


Abb. 7.16 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 1-feldrig

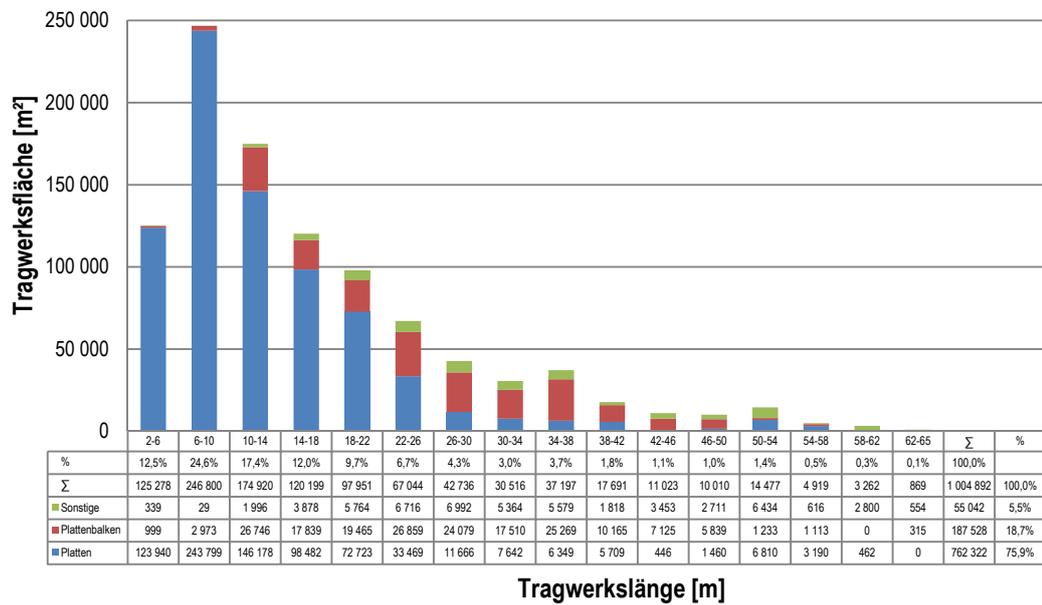


Abb. 7.17 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 1-feldrig

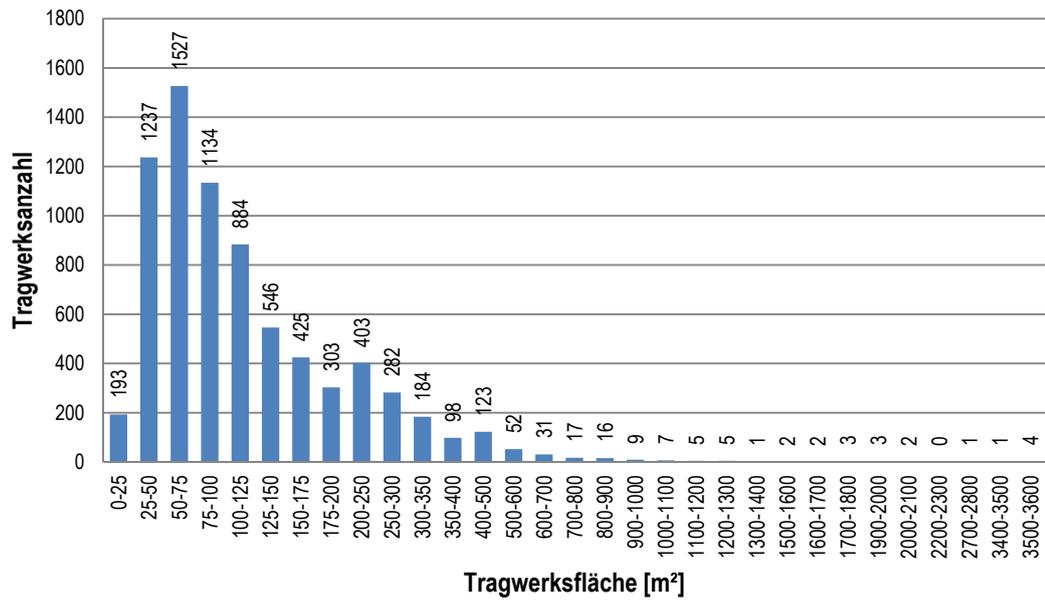


Abb. 7.18 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 1-feldrig

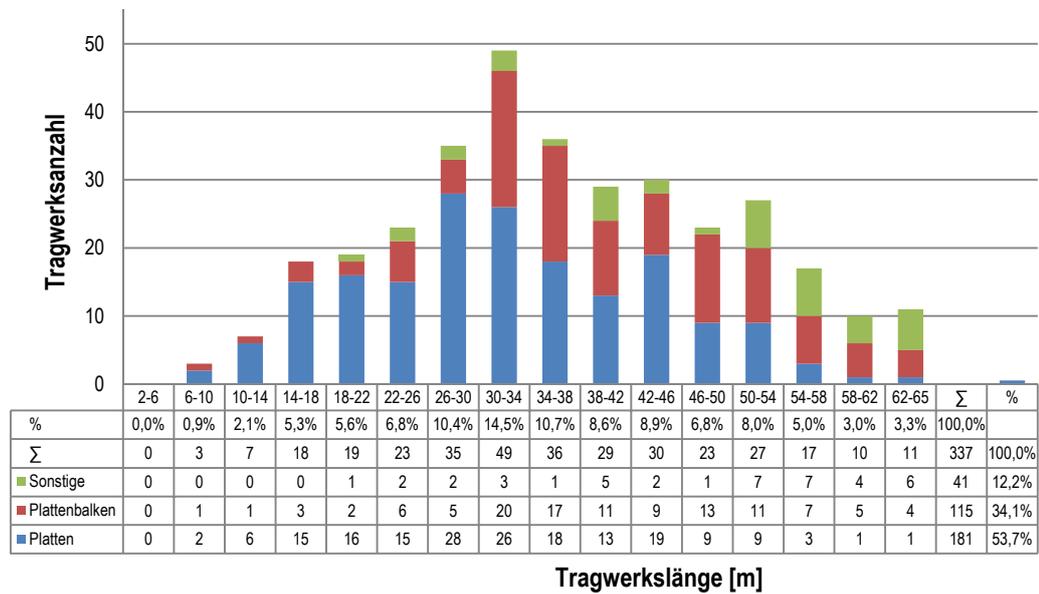


Abb. 7.19 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 2-feldrig

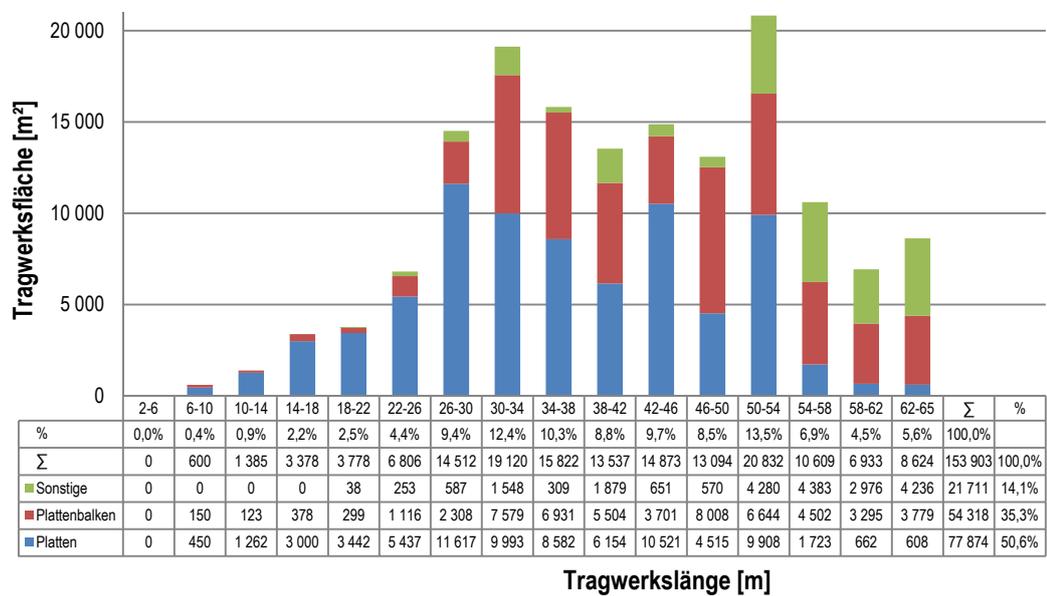


Abb. 7.20 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 2-feldrig

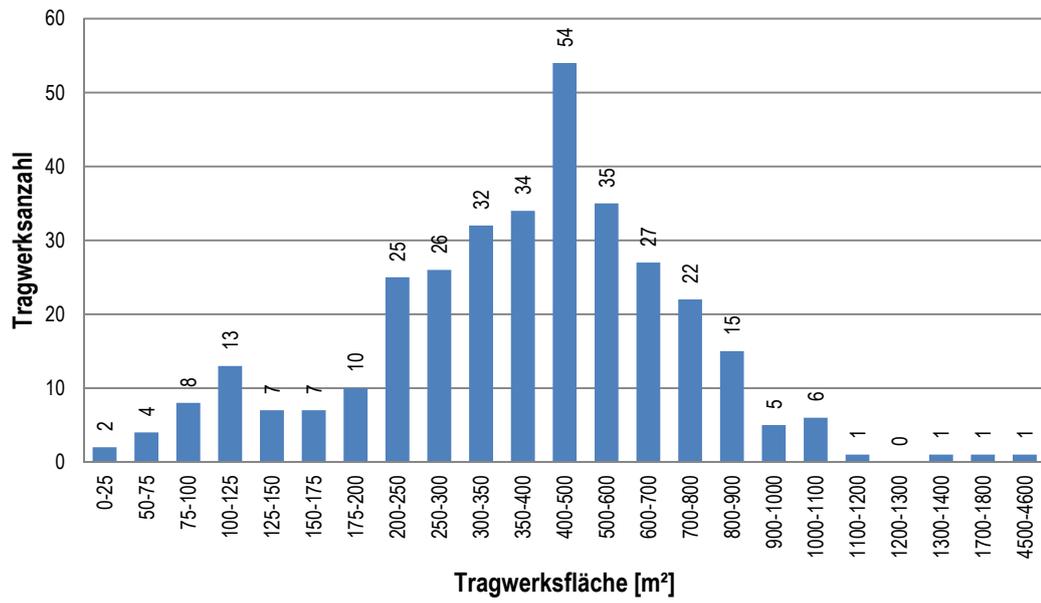


Abb. 7.21 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 2-feldrig

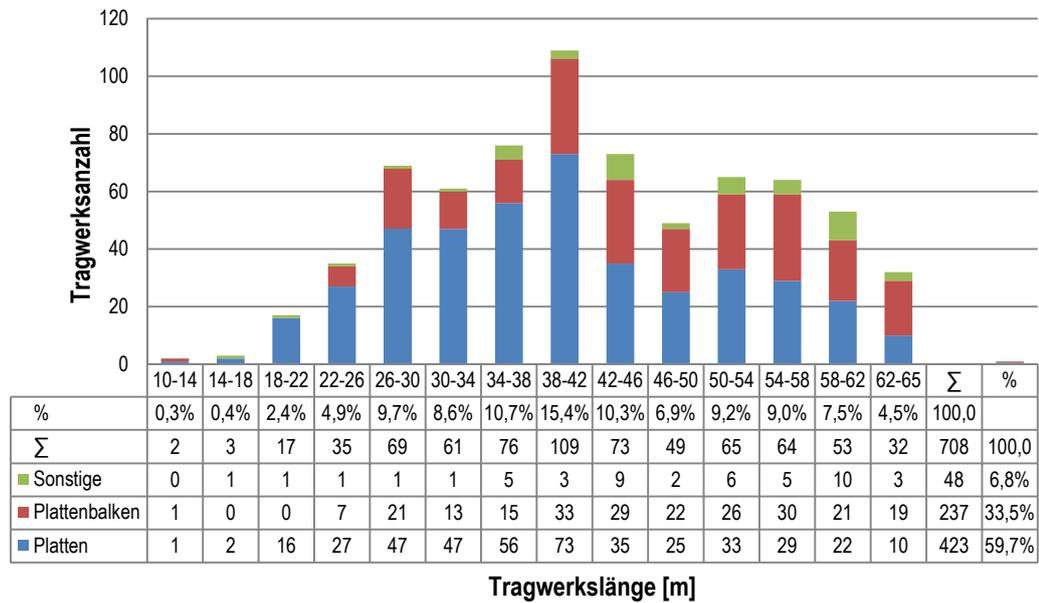


Abb. 7.22 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 3-feldrig

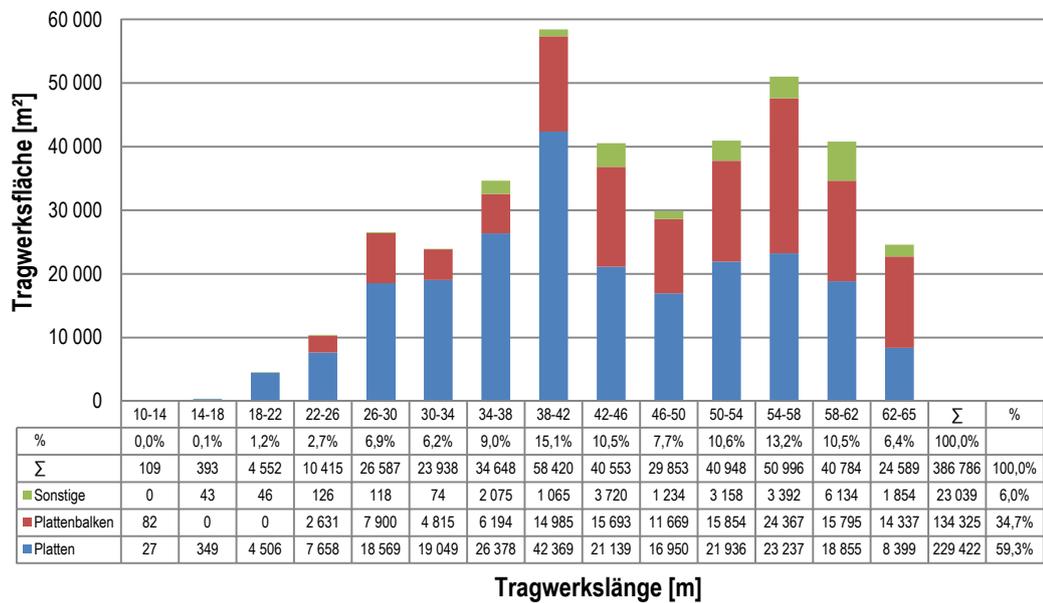


Abb. 7.23 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 3-feldrig

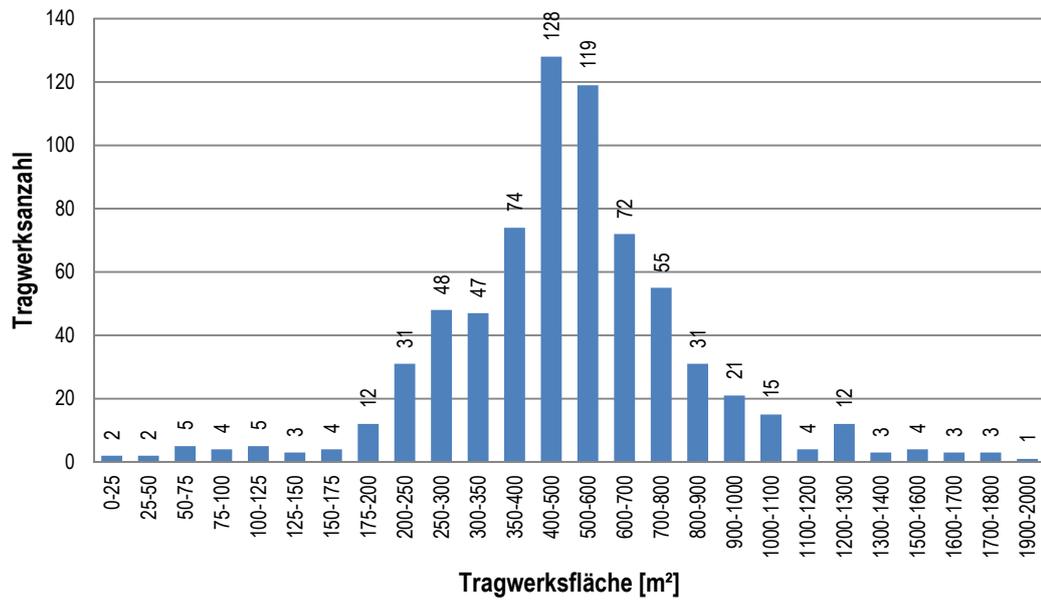


Abb. 7.24 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 3-feldrig

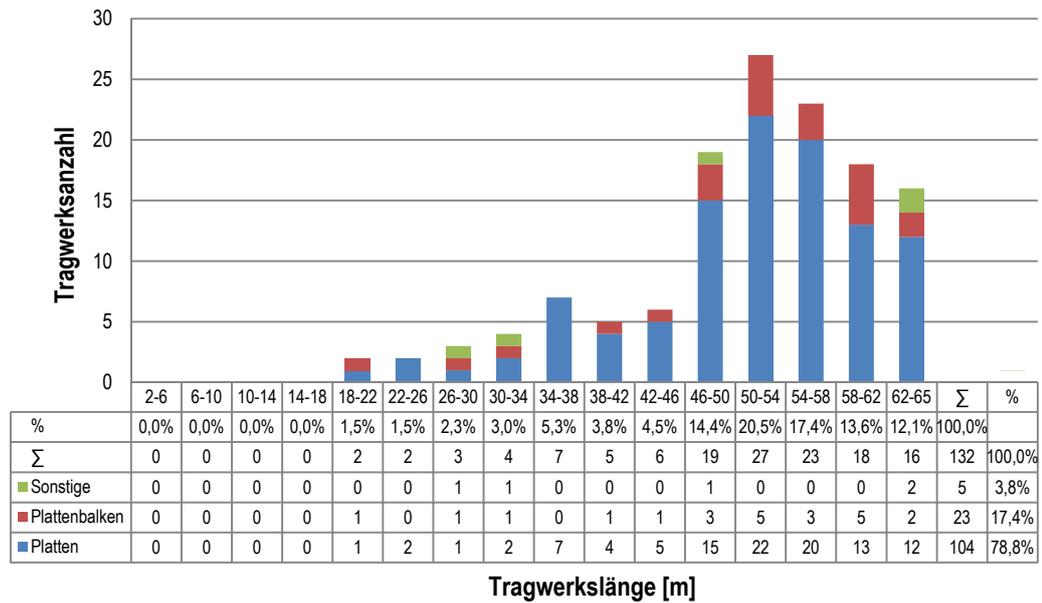


Abb. 7.25 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 4-feldrig

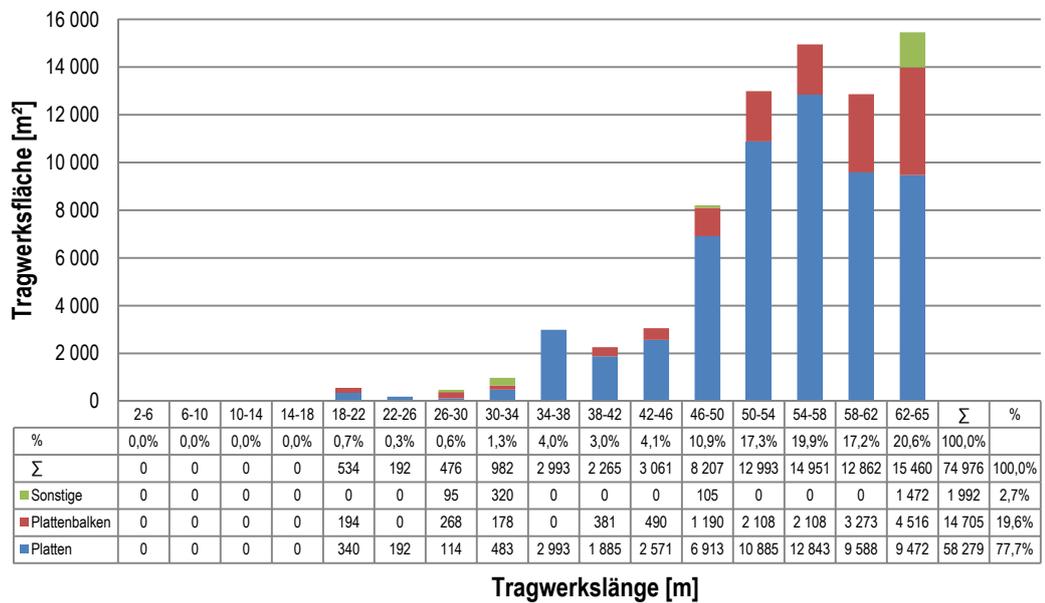


Abb. 7.26 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 4-feldrig

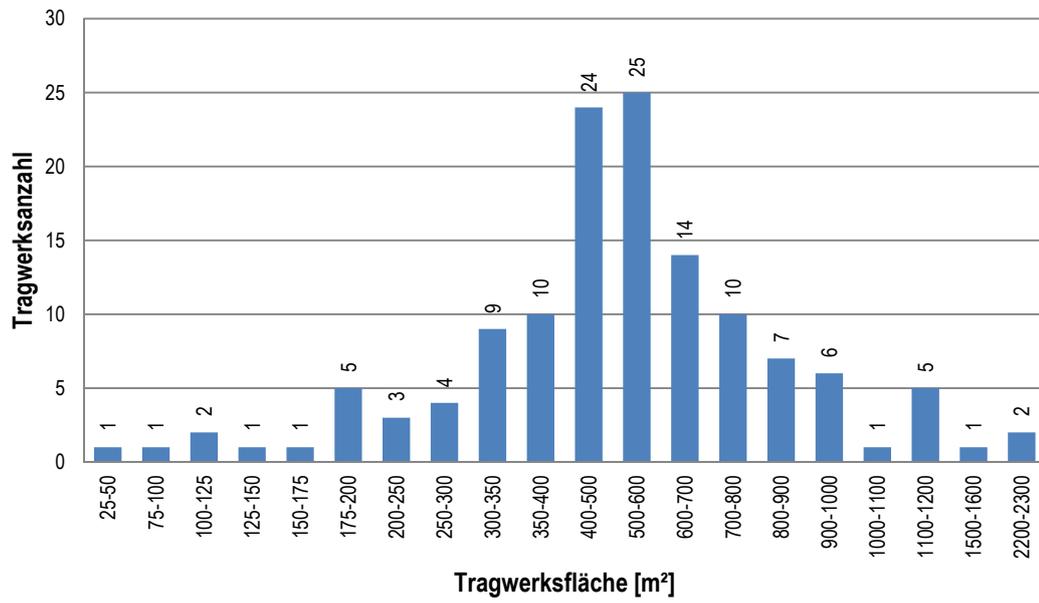


Abb. 7.27 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 4-feldrig

7.4 Häufigkeitsverteilung Auswahlstufe 3, Stahlbetontragwerke

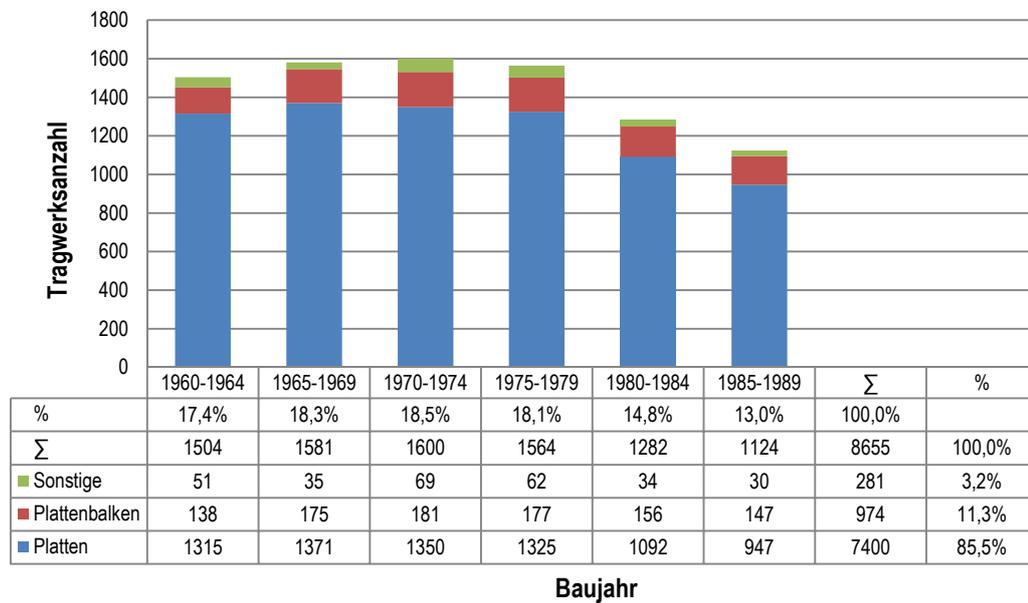


Abb. 7.28 Häufigkeitsverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 3

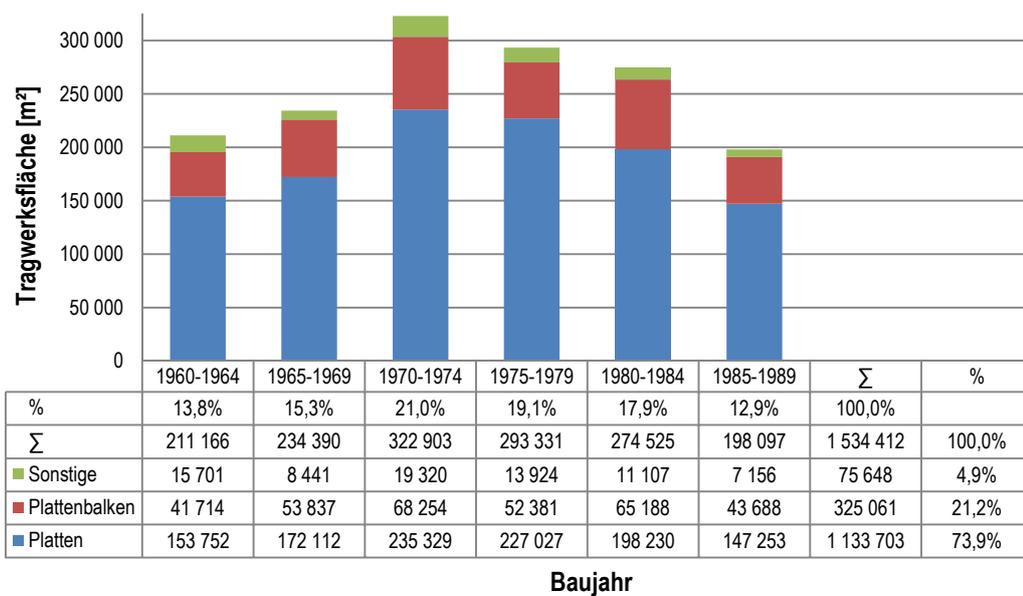


Abb. 7.29 Flächenverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 3

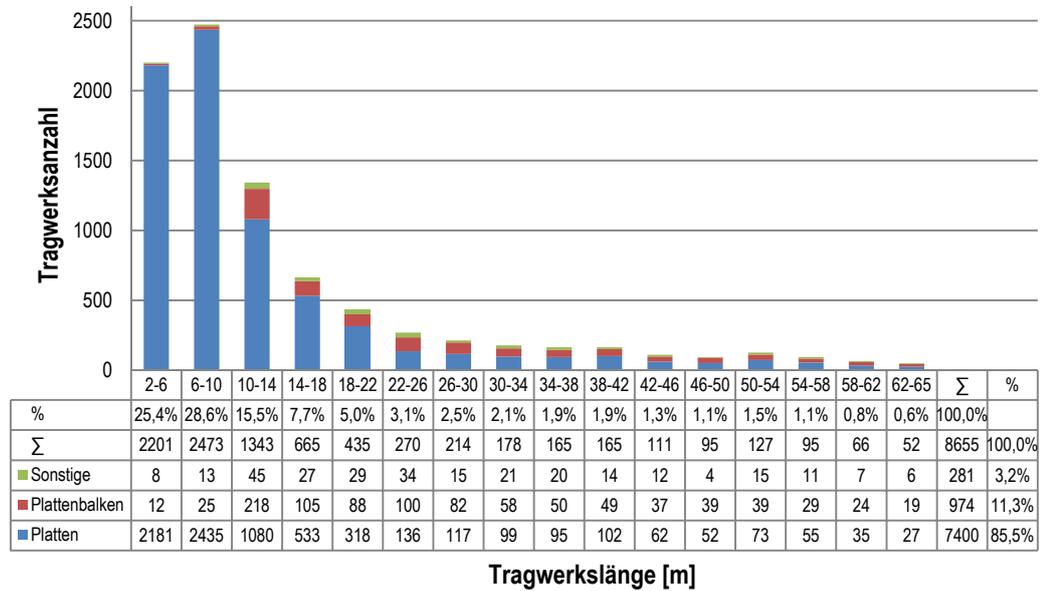


Abb. 7.30 Häufigkeitsverteilung Länge, 4,0 m-Intervall, Stufe 3

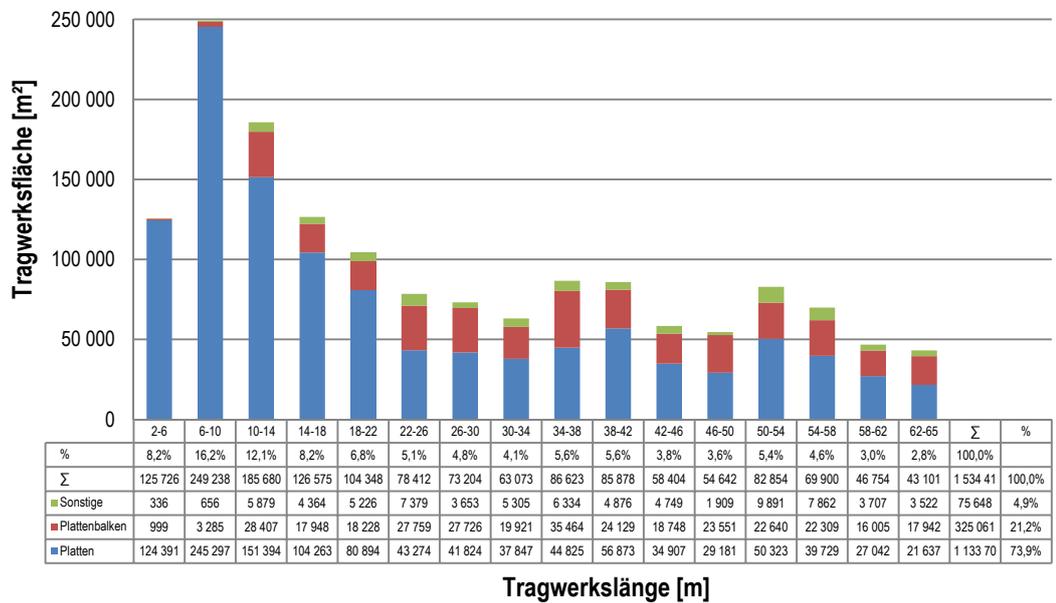


Abb. 7.31 Flächenverteilung Länge, 4,0 m-Intervall, Stufe 3

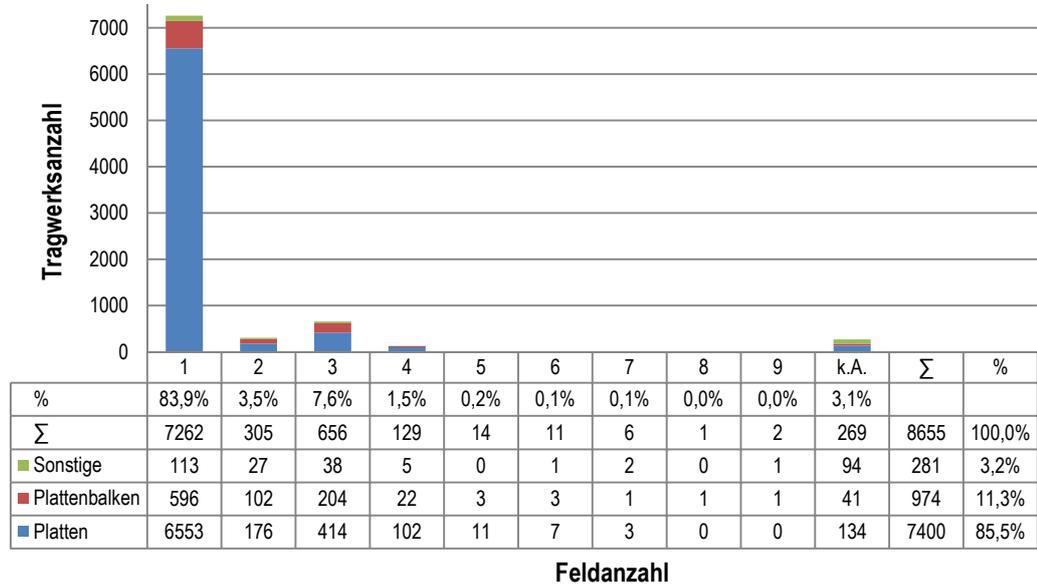


Abb. 7.32 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 3

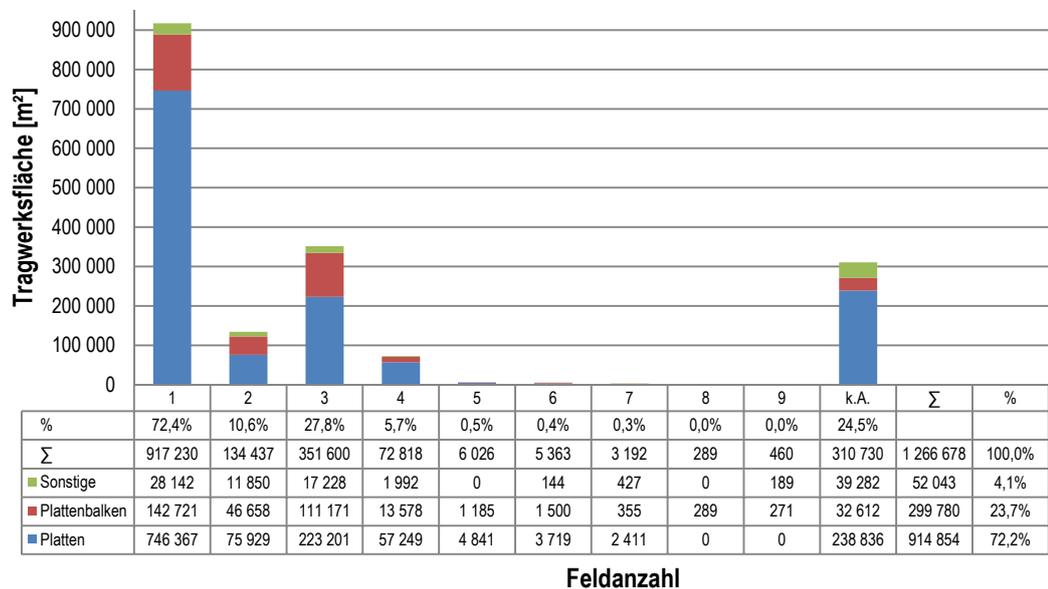


Abb. 7.33 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 3

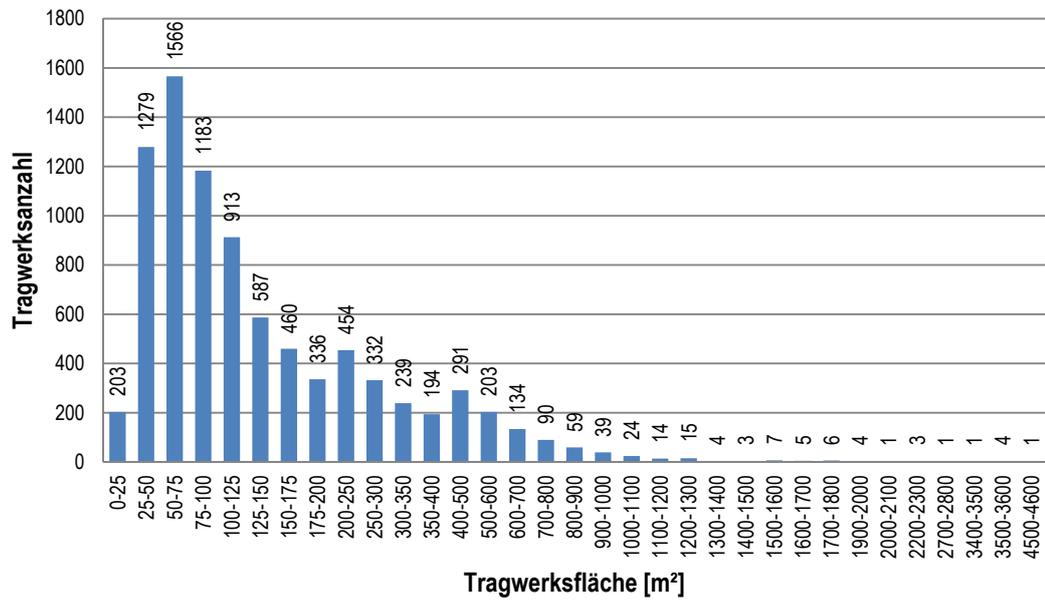


Abb. 7.34 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stufe 3

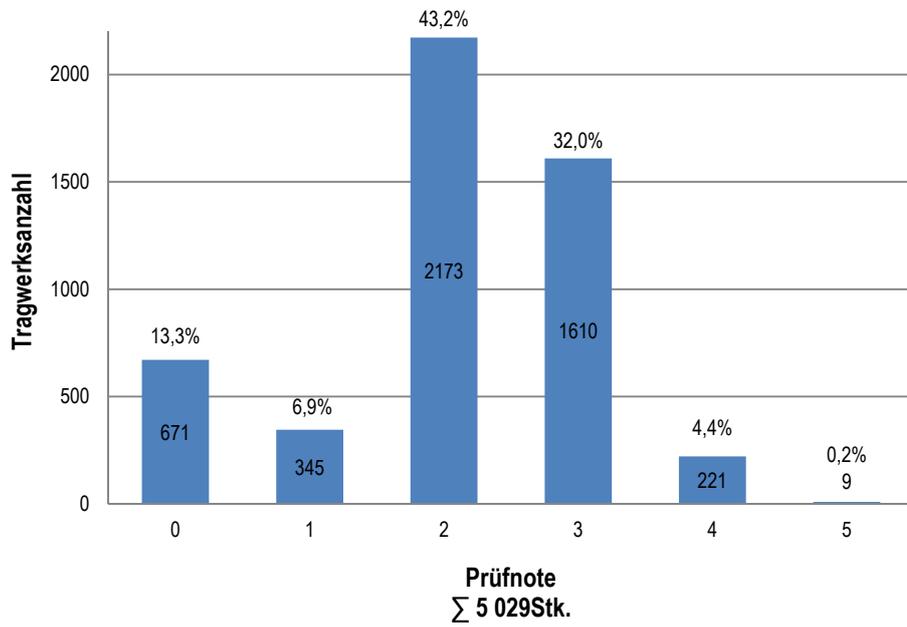


Abb. 7.35 Häufigkeitsverteilung Prüfnote, Stufe 3

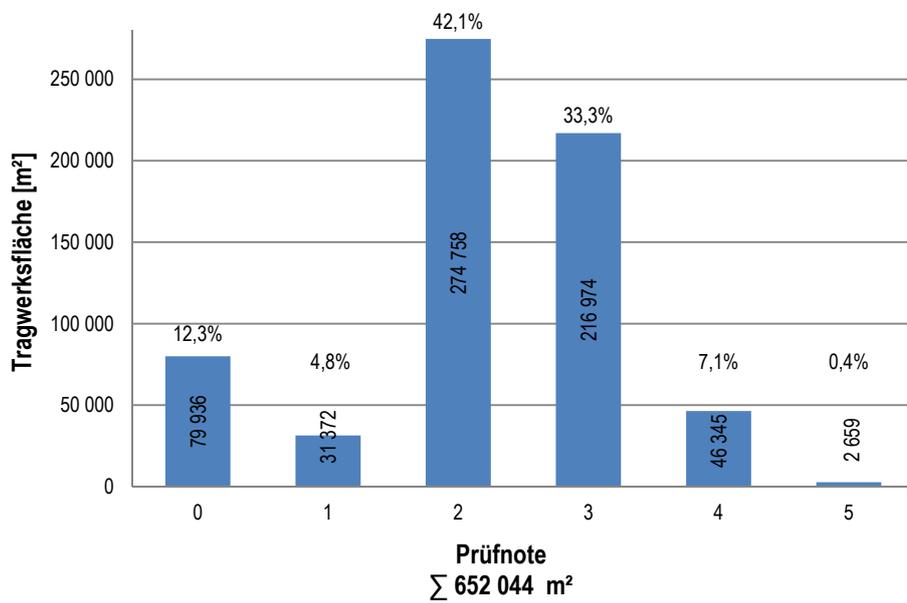


Abb. 7.36 Flächenverteilung Prüfnote, Stufe 3

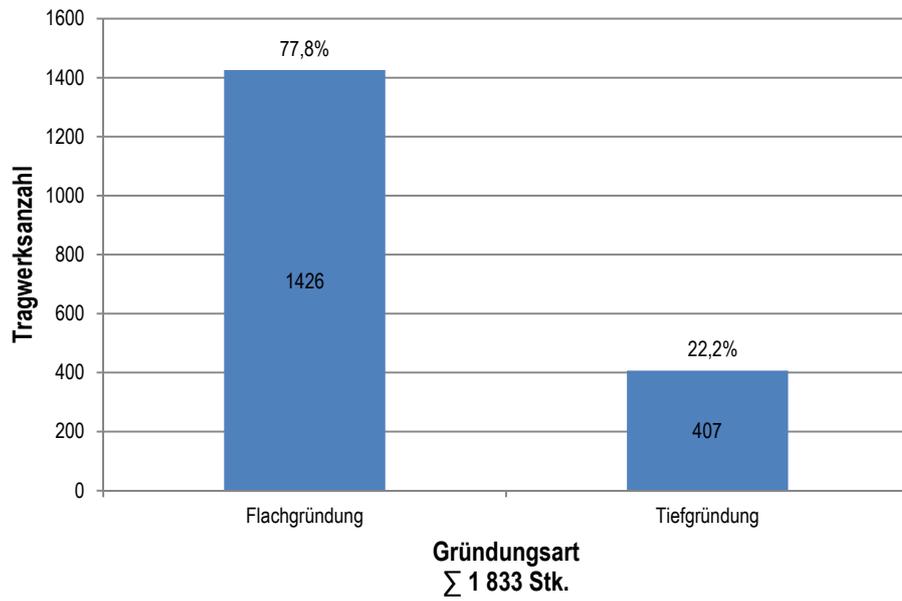


Abb. 7.37 Häufigkeitsverteilung Gründungsart, Stufe 3

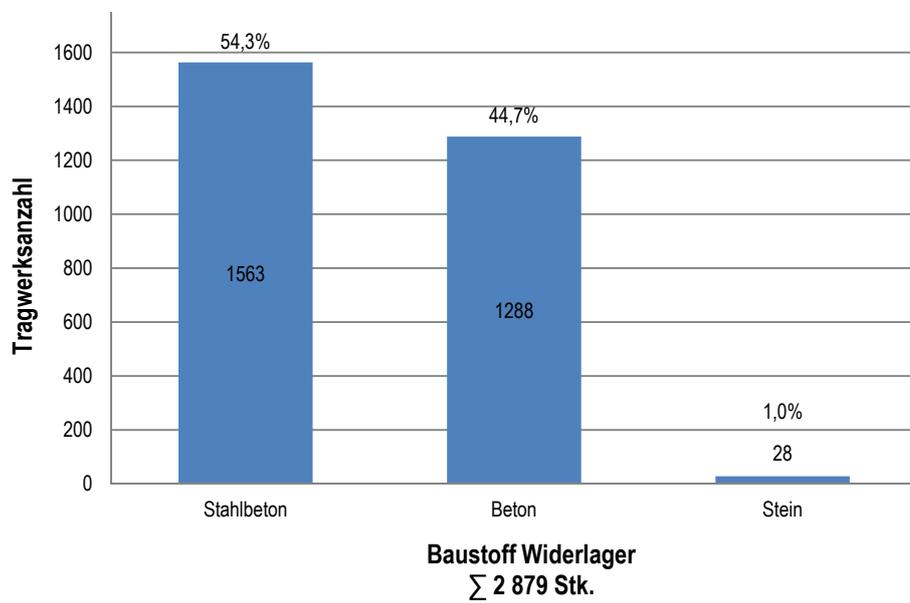


Abb. 7.38 Häufigkeitsverteilung Baustoff Widerlager, Stufe 3

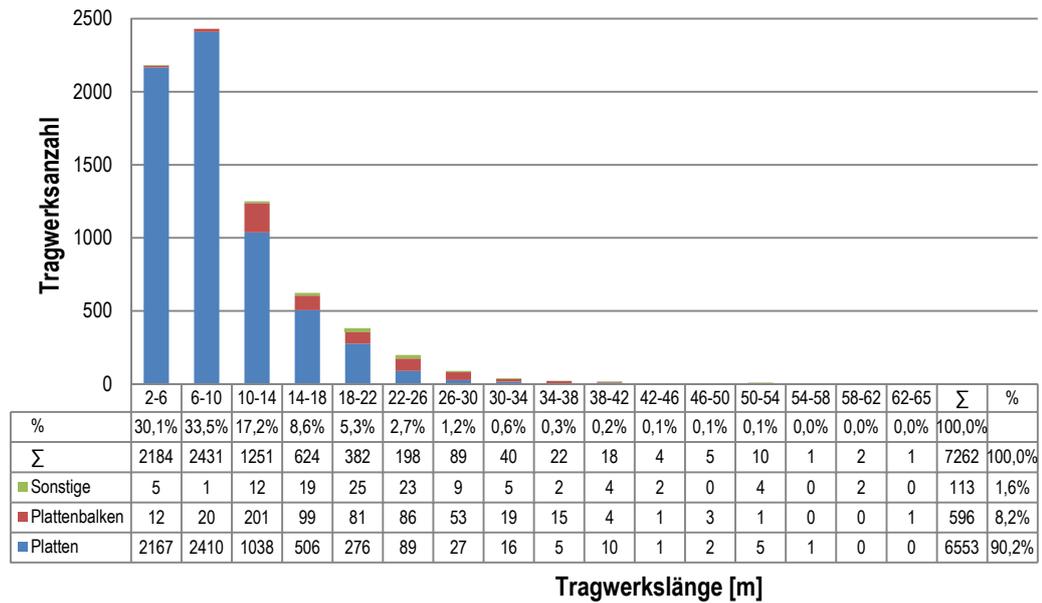


Abb. 7.39 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 1-feldrig

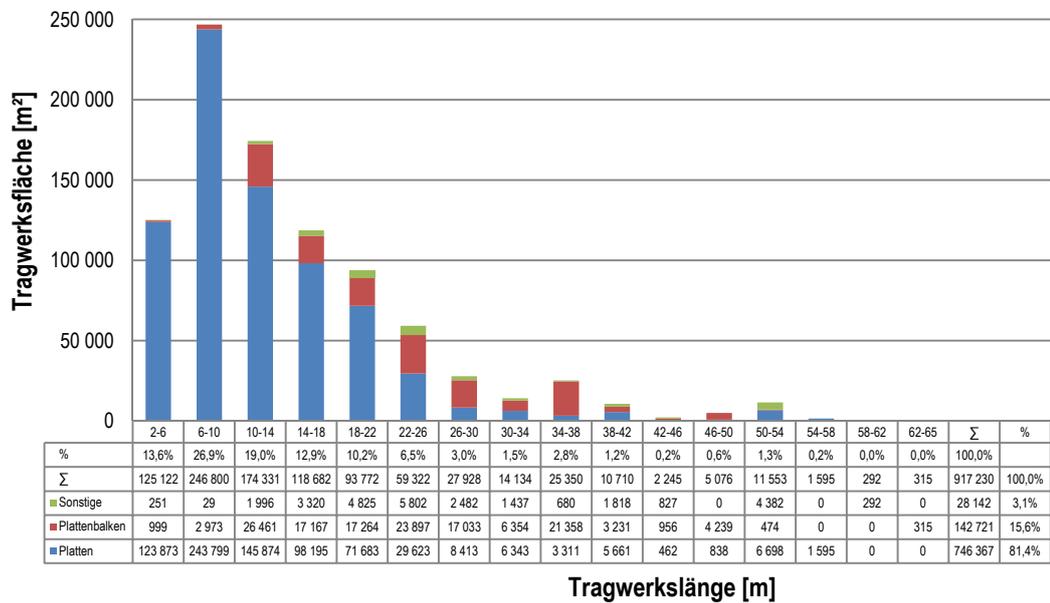


Abb. 7.40 Flächenverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 1-feldrig

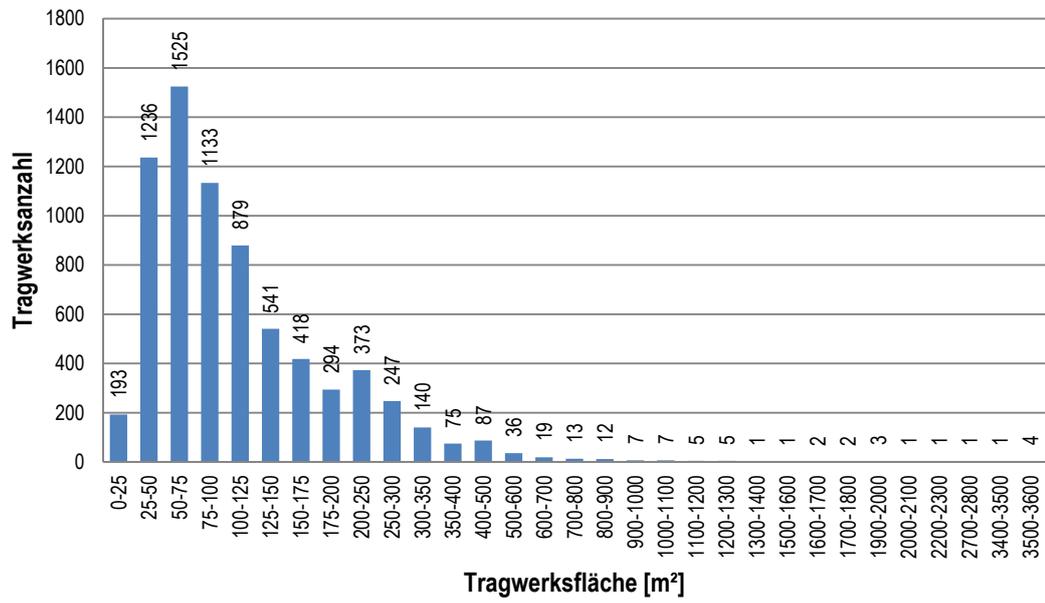


Abb. 7.41 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 1-feldrig

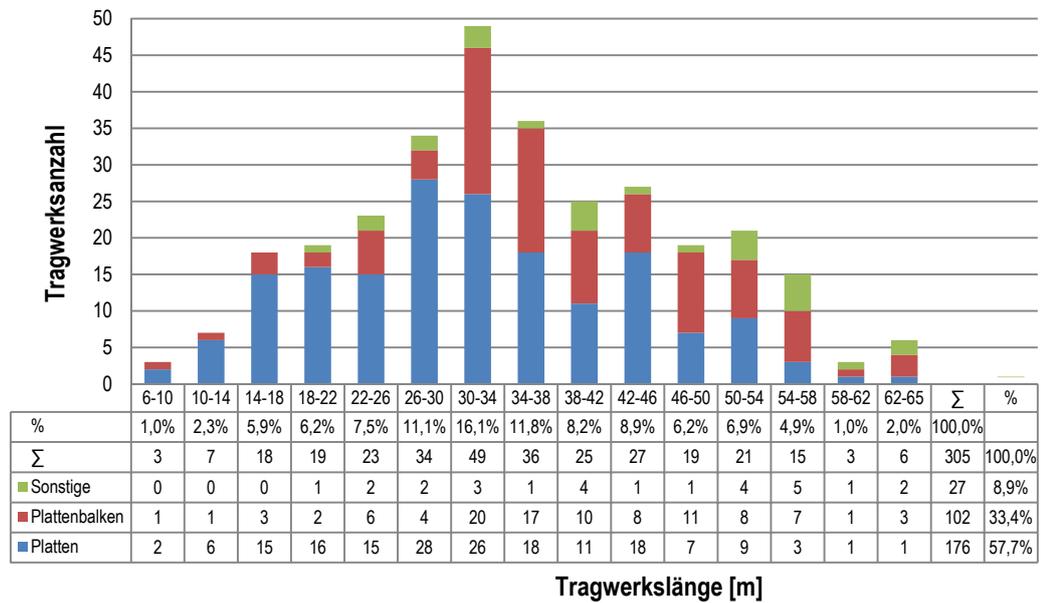


Abb. 7.42 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 2-feldrig

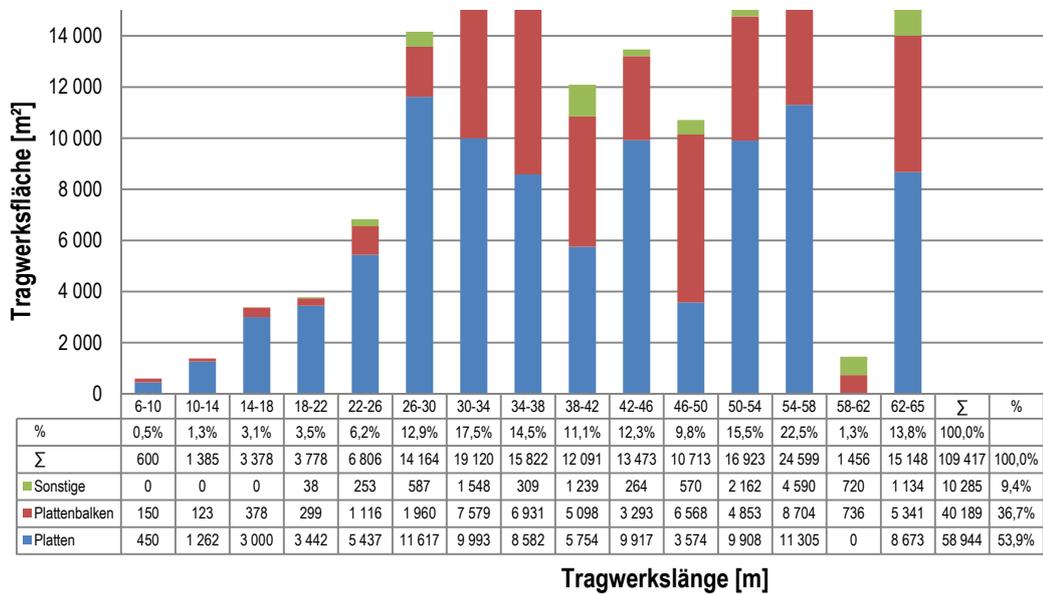


Abb. 7.43 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 2-feldrig

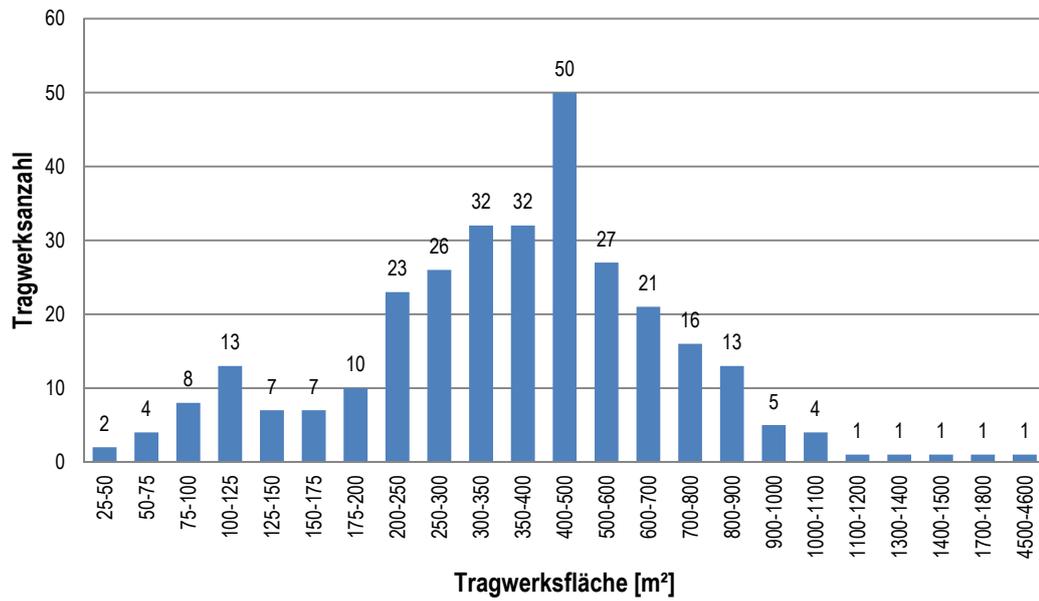


Abb. 7.44 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 2-feldrig

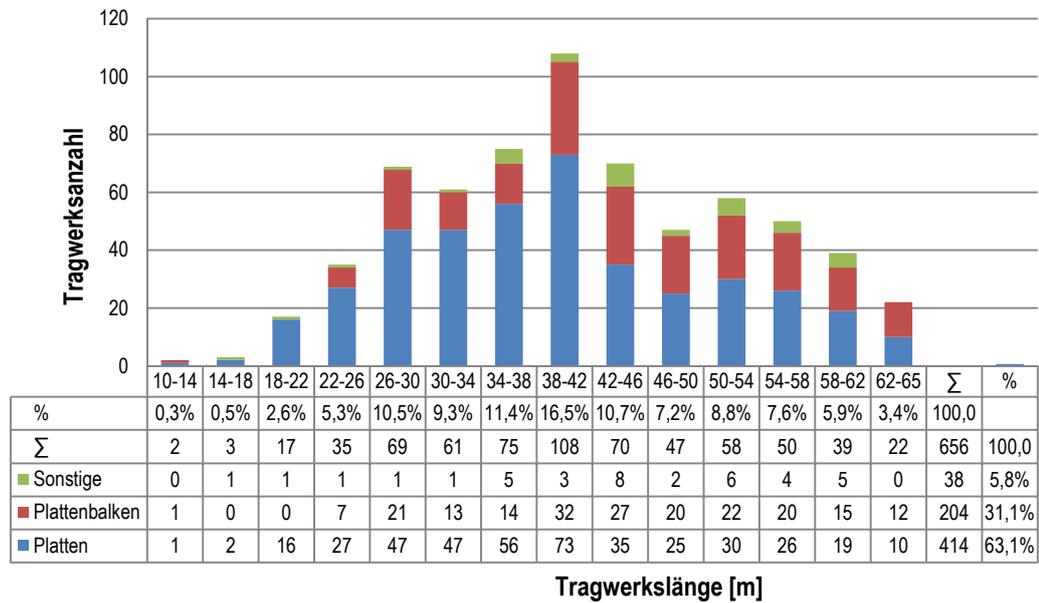


Abb. 7.45 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 3-feldrig

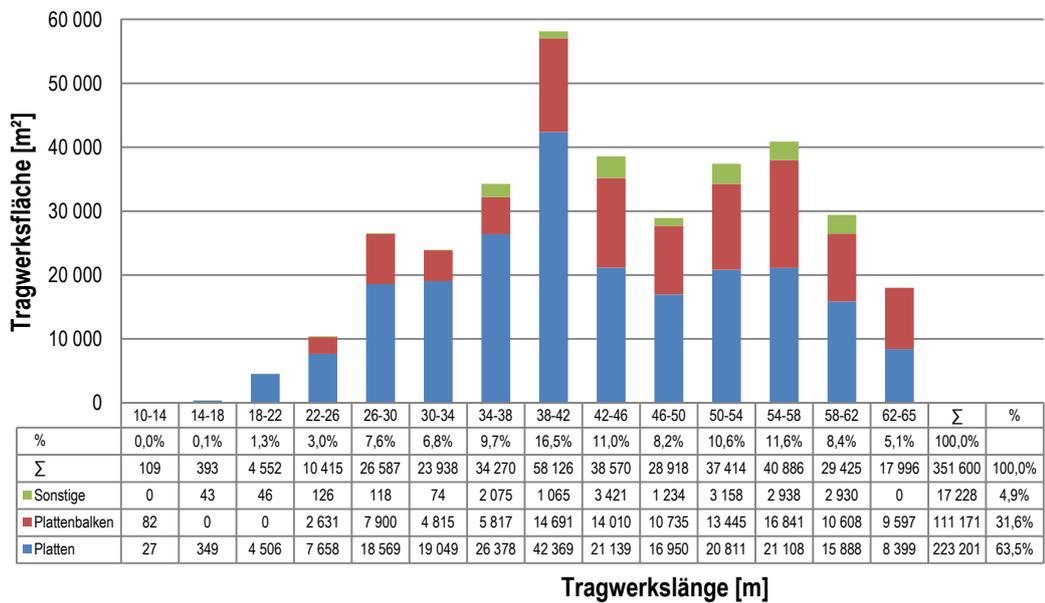


Abb. 7.46 Flächenverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 3-feldrig

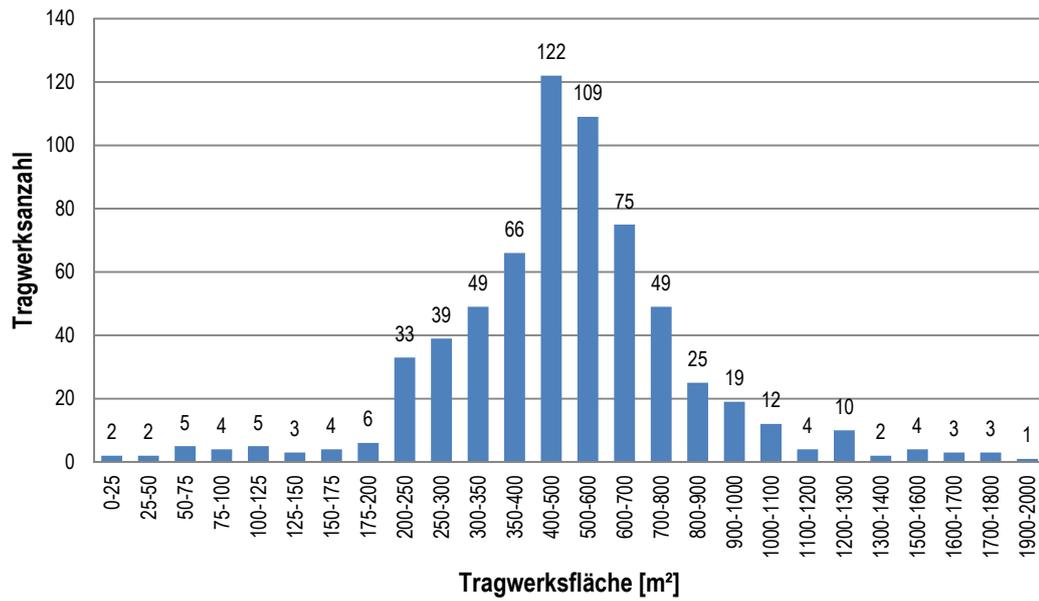


Abb. 7.47 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 3-feldrig

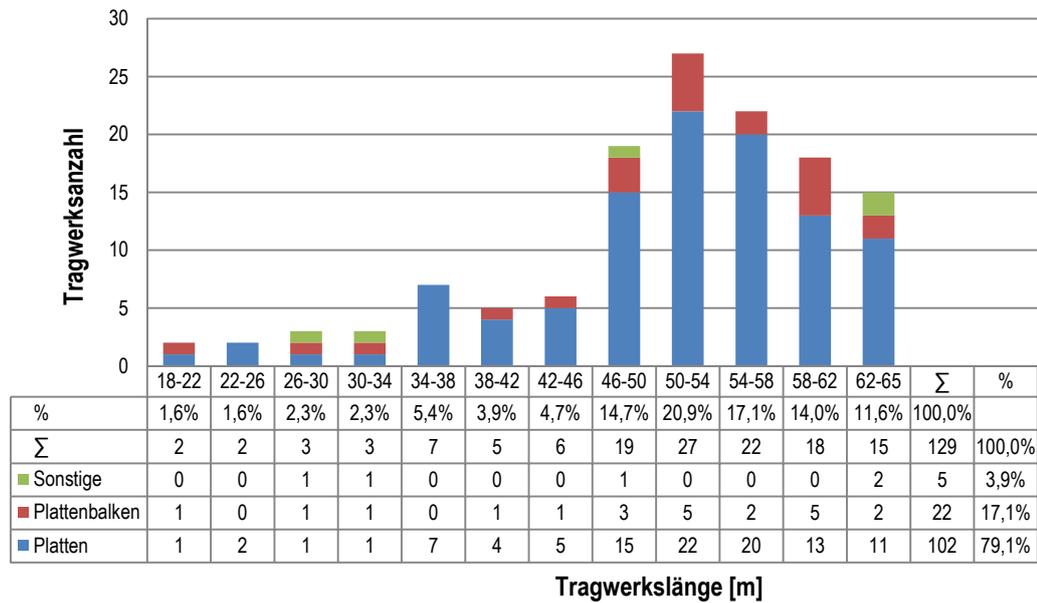


Abb. 7.48 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 4-feldrig

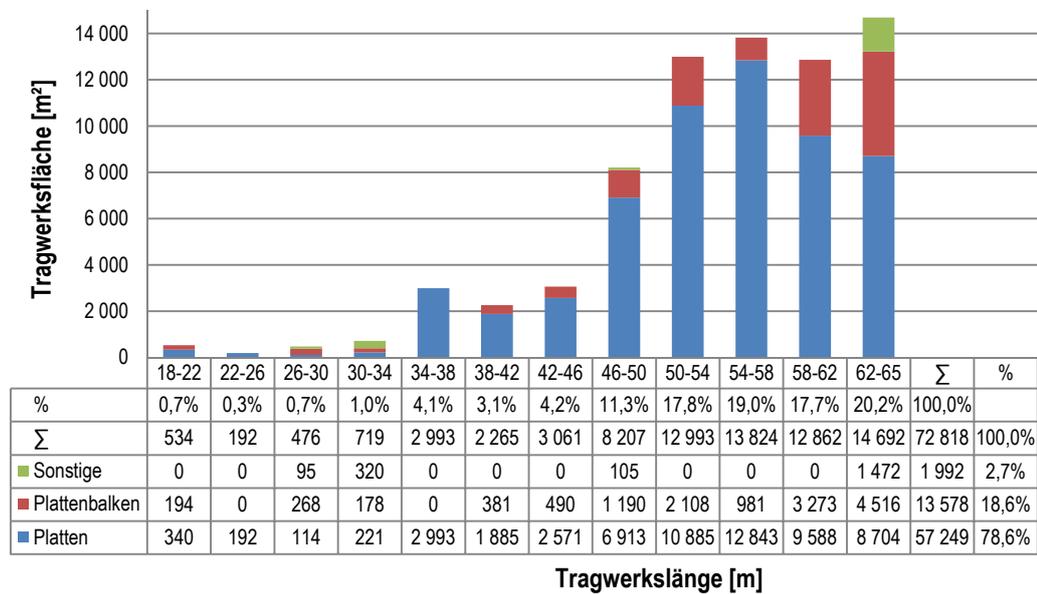


Abb. 7.49 Flächenverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 4-feldrig

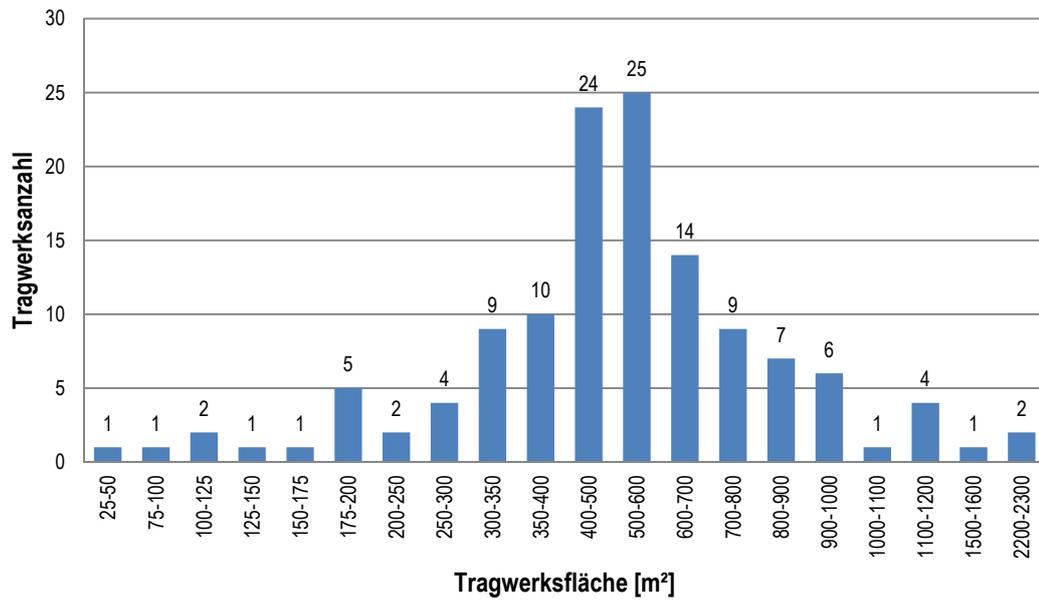


Abb. 7.50 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 4-feldrig

8 Anhang B - Tabellen

Tabelle 8-1 Teilnehmende österreichische Brückenbauabteilungen

Österreichische Brückenbauabteilungen	
ASFINAG	ASFINAG Bau Management GmbH Fuchsenfeldweg 71, 8074 Graz-Raaba
Burgenland	Landesverwaltung, Abteilung 8 Straßen-, Maschinen- und Hochbau Hauptreferat Brückenbau und Bodenerkundung Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt
Kärnten	Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 9 Kompetenzzentrum Straßen und Brücken Abt. 17 Brückenbau Flatschacher Straße 70, 9020 Klagenfurt
Niederösterreich	Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Straße Abteilung Brückenbau Landhausplatz 1, Haus 17, 3109 St. Pölten
ÖBB	ÖBB Infrastruktur AG Praterstern 3, 1020 Wien
Oberösterreich	Amt der OÖ. Landesregierung, Direktion Straßenbau und Verkehr Abteilung Brücken- und Tunnelbau Bahnhofplatz 1, 4021 Linz
Salzburg	Abteilung 6: Landesbaudirektion Verkehrsinfrastruktur Referat 6/22 Brückenbau Michael-Pacher-Straße 36, 5020 Salzburg
Steiermark	Landesbaudirektion, Fachabteilung 18B Straßeninfrastruktur – Baureferat Brückenbau Instandsetzung Landhausgasse 7, 8010 Graz
Tirol	Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Straßenbau Sachgebiet Brücken und Tunnelbau Herrengasse 1-3, 6020 Innsbruck
Vorarlberg	Land Vorarlberg, Bauen, Straßenbau Objektmanagement Bauwerke, Landhaus 6901 Bregenz
Wien	Magistratsabteilung 29, Brückenbau und Grundbau Objektsicherheit und Objektbestand Wilhelminenstraße 93, 1160 Wien

Tabelle 8-2 Angefragte Datensätze

Datensatz	Beschreibung
MObjName	Name des Brückentragwerks, z. B. Reichsbrücke
BezGem	Politische Gemeinde des Standortes, z. B. Wien
LLNo	Straßennummer, z. B. A23
LLName	Straßenname, z. B. Südosttangente
LLUP	Querung, z. B. Eisenbahn
BJ	Baujahr, z. B. 1980
Material	Tragwerksmaterial, z. B. Beton oder Spannbeton
Querschnitt	Regelquerschnitt, z. B. Plattenbalken
Sys	Statisches System des Tragwerkes, z. B. Balkenbrücke
FBBelag	Ausbildung Fahrbahnbelag, z. B. Gußasphalt
Abdichtung	Ausbildung Abdichtungssystem, z.B. Bitumenbahnen
Lager	Lagerkonstruktion, z. B. Elastomerlager
Widerlager	Ausbildung der Widerlager
Gründung	Gründungsart, z. B. Flachgründung
Pfeiler	Ausführung Pfeiler, z. B. Stahlbetonpfeiler
LE	Ausführung Leiteinrichtung, z. B. Betonleitwand
FUEG	Ausführung Fahrbahnübergänge, z. B. Fingerkonstruktion
LB	Lichte Breite
LH	Lichte Höhe
Länge	Länge des Brückentragwerks
Breite	Breite des Brückentragwerks
Fläche	Flächen des Brückentragwerks
Norm	Gültige Brückennorm zum Zeitpunkt der Errichtung
BRKL	Brückenklasse lt. Norm
Lmax	maximale Einzelspannweite des Tragwerks
LiWeite	Lichte Weite
numLi	Feldanzahl
SPW	Spannweiten
Zustandsnote	Zustandsnote des Brückentragwerks
Querschnittshöhe FD	Höhe des Querschnitts im Feld
Querschnittshöhe AL	Höhe des Querschnitts im Auflagerbereich
Widerlager H	Höhe der Widerlager
Widerlager T	Dicke des Widerlagers
Schleppplatte	Ausführung Schleppplatte (Länge, Ausführung)
Durchgeführte Unterhaltsarbeiten	bisherige Instandsetzungsarbeiten und deren Kosten
Geplante Unterhaltsarbeiten	z. B. Abriss, Sanierung, Ertüchtigung in den nächsten zehn Jahren

Tabelle 8-3 Pivot Gruppenauswahl Material, Brückenbauabteilung 4

Gruppenauswahl Material
Beton
Beton-bewehrt (ON B4200/3)
Spannbeton-FT-Tragwerk
Spannbeton-Ortbetontragwerk
Stahlbeton-FT mit Ortbeton
Stahlbeton-Normalbeton
Stahl
Stahl-mit Deck-/Buckelblech
Stahl-mit Holzbohlen
Stahl-mit orthotroper Platte
Stahl-mit Schienen in Beton
Stahl-mit Stahlbetonplatte/-bohlen
Stahl-mit Stahlschienen
Holz
Holz-verleimter Holzträger
Stein
Stein-Kunststein
Stein-Naturstein
Verbund
Verbund
Sonstige
(Leer)

Tabelle 8-4 Pivot Gruppenauswahl Querschnitt, Brückenbauabteilung 5

Gruppenauswahl Querschnittgestaltung
Platte
Mehrere Querschnitte-HT HohlQS, Fahrbahn VollQS
Mehrere Querschnitte-HT VollQS, Fahrbahn VollQS
Vollquerschnitt
Vollquerschnitt-voller Querschnitt
Plattenbalken
Mehrere Querschnitte-HT HohlQS, Fahrbahn Plattenbalken
Plattenbalken
Plattenbalken-Plattenbalken mit FW-Stegen
Plattenbalken-Plattenbalken mit vollwandigen Stegen
Hohlkasten
Hohlkasten
Hohlkasten-Hohlkasten mit vollwandigen Stegen
Hohlquerschnitt
Hohlquerschnitt-Aussparungskörper
Hohlquerschnitt-Hohlquerschnitt mit FW-Trägern
Hohlquerschnitt-vollwandiger Hohlquerschnitt
Verbundquerschnitt
Verbundquerschnitt
Sonstige
keine Angabe
Mehrere Querschnitte
Schalenskonstruktion
Schalenskonstruktion-vollwandiger Rohrquerschnitt
sonstiger Querschnitt
Trogquerschnitt
Trogquerschnitt-Trogquerschnitt mit FW-Stegen
Trogquerschnitt-Trogquerschnitt mit vollwandigen Stegen
Wellprofil
(Leer)

Tabelle 8-5 Pivot Gruppenauswahl Längsschnittgestaltung (Tragwerk), Brückenbauabteilung 1

Gruppenauswahl Längsschnittgestaltung (Tragwerk)
Balken- und Plattentragwerke
Balken/Plattentragwerk
Balken/Plattentragwerk-durchlaufend
Balken/Plattentragwerk-freiauflegend
Balken/Plattentragwerk-mit Gelenkausbildung
Rahmen
Rahmen
Rahmen-geschlossen
Rahmen-offen
Bögen
Bogen
Bogen-eingepannt
Bogen-mit Gelenken
Bogen-Stabbogen
Gewölbe
Gewölbe
Gewölbe-geschlossen
Gewölbe-offen
Sonstige, keine Angaben
Hänge-/Sprengwerk
Hänge-/Sprengwerk-Hängesprengwerk
Hänge-/Sprengwerk-Sprengwerk
keine Angabe
Schrägseilbrücke
Schrägseilbrücke-beidseitig abgespannt
sonstige Konstruktion
unterspanntes System
(Leer)

Tabelle 8-6 Pivot Gruppenauswahl Gründungsart, Brückenbauabteilung 8

Gruppenauswahl Gründungsart
Flachgründung
Flachfundamente
Flachgründung
Flachgründung, Flachgründung
Flachgründung, Pfahlgründung
Flachgründung, Streifenfundamente für beide Widerlager
Fundamentplatte
Fundamentplatte je Widerlager
Fundamentplatte unter den Widerlagern
Fundamentplatten
Streifenfundament
Tiefgründung
Pfahlgründung
Schlitzwand
Streifenfundamente bei den WL und Stahlbetonpfähle bei den Pfeilerscheiben
Tiefgründung auf Stahlbetonpfähle
Tiefgründung mit Holzfähle
Tiefgründung mit Holzpfähle
Tiefgründung mit Rammpfählen
Tiefgründung mit Rammpfählen DN 40cm und Kopfplatte aus Stahlbeton
Tiefgründung mit Stahlbeton- Fertigteilpfähle und Pfahlroste
Tiefgründung mit Stahlbetonpfähle
Tiefgründung mit Stahlbetonpfähle (Fertigteilrammpfähle)
Tiefgründung mit Stahlbetonpfähle, 3 Stk. je Widerlager, Einzellänge 18,00m
Tiefgründung mit Stahlbetonpfählen
Tiefgründung mit Stahlbetonrammpfähle DN 40cm und Kopfplatte
Tiefgründung mit Stahlbetonrammpfählenpfähle DN 40 cm und Kopfplatte
Tiefgründung; Je Widerlagern 2 Pfahlroste mit je 4 Maba Fertigteilpiloten lg. 10,00 m; B 400
Keine Angaben
-
?
unbekannt

Tabelle 8-7 Pivot Gruppenauswahl Baustoff Widerlager, Brückenbauabteilung 10

Gruppenauswahl Baustoff Widerlager
Beton
aufgelöstes Widerlager/Beton - aufgelöstes Widerlager/Beton
Kastenwiderlager/Beton - Kastenwiderlager/Beton
Schergewichtswiderlager/Beton - Schergewichtswiderlager/Beton
Schergewichtswiderlager/Beton - Schergewichtswiderlager/Stein
sonstige Konstruktion/Beton - sonstige Konstruktion/Beton
Stahlbeton
aufgelöstes Widerlager/Stahlbeton - aufgelöstes Widerlager/keine Angabe
aufgelöstes Widerlager/Stahlbeton - aufgelöstes Widerlager/Stahlbeton
aufgelöstes Widerlager/Stahlbeton - sonstige Konstruktion/keine Angabe
Kastenwiderlager/Stahlbeton - Kastenwiderlager/Stahlbeton
Kastenwiderlager/Stahlbeton - sonstige Konstruktion/Stahlbeton
Scheinwiderlager/Stahlbeton - Scheinwiderlager/Stahlbeton
Schergewichtswiderlager/Beton - Schergewichtswiderlager/Stahlbeton
Schergewichtswiderlager/Stahlbeton - Kastenwiderlager/Stahlbeton
Schergewichtswiderlager/Stahlbeton - Scheinwiderlager/Stahlbeton
Schergewichtswiderlager/Stahlbeton - Schergewichtswiderlager/Beton
Schergewichtswiderlager/Stahlbeton - sonstige Konstruktion/Stahlbeton
sonstige Konstruktion/keine Angabe - aufgelöstes Widerlager/Stahlbeton
sonstige Konstruktion/Stahlbeton - sonstige Konstruktion/keine Angabe
sonstige Konstruktion/Stahlbeton - sonstige Konstruktion/Stahlbeton
sonstige Konstruktion/Stahlbeton - sonstige Konstruktion/Stahlbeton - sonstige Konstruktion/Stahlbeton
Stein
Schergewichtswiderlager/Stein - Schergewichtswiderlager/Stein
k.A.
aufgelöstes Widerlager/keine Angabe
aufgelöstes Widerlager/keine Angabe - sonstige Konstruktion/keine Angabe
Schergewichtswiderlager/keine Angabe - Schergewichtswiderlager/keine Angabe
sonstige Konstruktion/keine Angabe - aufgelöstes Widerlager/keine Angabe
sonstige Konstruktion/keine Angabe - sonstige Konstruktion/keine Angabe
(Leer)

Literaturverzeichnis

- [1] Geier, Roman. *Planung integraler Brücken*. Wien : Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2011.
- [2] Berger, Dieter, et al. *Entwurfshilfen für integrale Straßenbrücken, Heft 50*. Wiesbaden : Schriftenreihe der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung, 2003.
- [3] Bundesamt für Straßen. *ASTRA 12 004: Konstruktive Einzelheiten von Brücken, Kapitel 3: Brückenenden*. Bern : s.n., 2011.
- [4] *Richtlinie Integrale Bauwerke [Entwurf], Entwurf der Richtlinie integrale Bauwerke vom 15.04.2011 als Anschnitt XX der RE-ING Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauten*. 2011.
- [5] Glitsch, Winfried. Richtlinie "Integrale Bauwerke" - Sachstandsbericht. *Stahlbau 82, Heft 10*. 2013.
- [6] FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr. *RVS 15.05.12: Bemessung und Ausführung von integralen Brücken*. Wien : FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, 2012.
- [7] Kaufmann, Walter. *Integrale Brücken - Sachstandsbericht*. Greifensee : Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt Strassen, 2008.
- [8] Pötzl, Michael, Schlaich, Jörg und Schäfer, Kurt. *Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 461: Grundlagen für den Entwurf, die Berechnung und konstruktive Durchbildung lager- und fugenloser Brücken*. Berlin : Beuth Verlag GmbH, 1996.
- [9] Berger, Dieter, et al. Besonderheiten beim Entwurf und Bemessung integraler Betonbrücken. *Beton- und Stahlbeton 99 (2004), Heft 4*. Berlin : Ernst & Sohne Verlag.
- [10] England, Georg L., Tsang, N.C. und Bush, D.I. Integral bridges: a fundamental approach to the time-temperature loading problem. London : Thomas Telford, 2000.
- [11] Vogt, N. Erdwiderstandsermittlung von Zwängen in Spannbetontragwerken. *Beton- und Stahlbetonbau, Vol. 65*. 1970.
- [12] *Transition Slabs of Integral Abutment Bridges*. Dreier, Damien, Burdet, Olivier und Muttoni, Aurelio. s.l. : Structural Engineering International, 2010. S. 144-150. DOI: 10.2749/101686611X12994961034174.

- [13] FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr. *RVS 15.06.11: Schleppplatten und Hinterfüllung*. Wien : FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, 1999.
- [14] Reiter, Huber. *Planungshandbuch für Brücken im Zuge von Landesstraßen*. s.l. : Land Oberösterreich, 2013.
- [15] *Planungshandbuch Brücke - BAU*. Wien : Asfinag, 2014.
- [16] KMP ZT-GmbH ;. *Richtlinien für den Entwurf und Neubau von Eisenbahnbrücken aus Stahlbeton und Spannbeton*. s.l. : ÖBB Infrastruktur, 2010.
- [17] Pötzl, M. und Naumann, F. Fugenlose Betonbrücken mit flexiblen Widerlager. *Beton- und Stahlbetonbau 100 (2005), Heft 8*. Berlin : Ernst & Sohn Verlag.
- [18] RWTH Aachen University, Lulea University of Technology, ArcelorMittal Belval & Differdange, SSF-Ingenieure GmbH. *Handbuch INTAB: Wirtschaftliche und dauerhafte Bemessung von Verbundbrücken mit Integralen Widerlagern*. ISBN 978-3-00-032871-8.
- [19] Schüller, M. Konzeptionelles Entwerfen und Konstruieren von Integralen Betonbrücken. *Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006), Heft 10*. Berlin : Ernst & Sohn Verlag.
- [20] UK Highways Agency. *Desing Manual for Roads and Bridges. The design of integral briges*. 2003.
- [21] *ÖNORM B 4443: Erd- und Grundbau, Erddruckberechnung*. 01.01.1993.
- [22] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. *DIN 4085 (2011-05-01): Baugrund - Berechnung des Erddrucks*. Berlin : s.n.
- [23] Bundesamt für Straßenwesen. *ZTV-ING Teil 5: Tunnelbau, Abschnitt 2: Offene Bauweise (2012-03-01)*. Bergisch Gladbach : s.n., 2012.
- [24] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. *Strategie zur Ertüchtigung der Straßenbrücken im Bestand der Bundesfernstraßen*. Berlin : s.n., 2013.
- [25] Autorenteam VPÖ2025+. *Verkehrsprognose Österreich 2025+, Endbericht, Kapitel 5*. Wien : s.n., 2009.
- [26] Der Standard. *Österreich wehrt sich gegen Gigaliner in EU*. Wien : s.n.
- [27] Steiner, Michael. Brücken im Autobahnbau. [Hrsg.] Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft Asfinag. *F&E SCHRIFTENREIHE DER ASFINAG NR. 7*. 2013, S. 5-6.
- [28] FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr. *RVS 13.03.11: Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten -*

- Straßenbrücken*. Wien : FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, 2011.
- [29] Haveresch, Karlheinz. Nachrechnen und Verstärken älterer Spannbetonbrücken. *Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Heft 2*. 2011, S. 89-102.
- [30] *RVS 13.03.11: Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten - Straßenbrücken*. Wien : FSV, 2011.
- [31] Vill, Markus. *Diplomarbeit: Algorithmus zur Berechnung einer Zustandszahl von Massivbrücken*. Wien : s.n., 2003.
- [32] Eichinger, Eva-Maria und Kollegger, Johann. Überwachung, Prüfung, Bewertung und Beurteilung von Brücken. [Hrsg.] Gerhard Mehlhorn. *Handbuch Brücken*. Berlin : Springer Verlag, 2007, 11, S. 933 - 974.
- [33] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. *DIN 1076: Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wege - Überwachung und Prüfung*.
- [34] *RI-EBW-PRÜF: Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076*.
- [35] Bundesamt für Straßen. *ASTRA 12002: Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstraßen*. Bern : s.n., 2005.
- [36] *ÖNORM EN 1990: 2013-03-05, Eurocode - Grundlagen der Tragwerksplanung*.
- [37] Eichinger, Eva-Maria und Kollegger, Johann. Brückeninstandsetzung und Sanierung. [Hrsg.] Gerhard Mehlhorn. *Handbuch Brücken*. Berlin : Springer-Verlag, 2007, 12, S. 975 - 991.
- [38] Keuser, Manfred, Ruse, Peter und Aigner, Francesco. Ingenieuraufgaben im Brückenbau. [Hrsg.] Gerhard Mehlhorn. *Handbuch Brücken*. Berlin : Springer Verlag, 2007, 2.
- [39] Schnellenbach-Held, Martina, Peeters, Michael und Scherbaum, Frank. *Sachstand Verstärkungsverfahren - Verstärken von Betonbrücken im Bestand*. Bergisch Gladbach : Wirtschaftsverlag NW, 2010. ISSN 0943-9293.
- [40] ONR 24008: Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und Straßenbrücken. Wien : Österreichisches Normeninstitut, 2006.
- [41] *Richtlinie für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie)*. Bergisch Gladbach : BAST, 2011.
- [42] Bundesamt für Straßen. *ASTRA 82001: Überprüfung bestehender Straßenbrücken*. Bern : s.n., 2006.

- [43] FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr. *RVS 15.0.013 Dauerhaftigkeit von Brücken - Grundlagen für die Berechnung von Lebenszykluskosten, April 2012.* s.l.: FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr.
- [44] *Richtlinie zur Berechnung der Erhaltungskosten und Ablösebeiträge von Ingenieurbauwerken, Straßen und Wegen.* s.l.: ÖBB, 2006.
- [45] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. *Richtlinie zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzungs-/Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken.* 2004.
- [46] Bundesamt für Straßen. *ASTRA 12003: Erhaltungswürdigkeit von Kunstbauten.* Bern : s.n., 1998.
- [47] Eichinger, Eva-Maria und Kollegger, Johann. Brückenverstärkung. [Hrsg.] Gerhard Mehlhorn. *Handbuch Brücken.* Berlin : Springer Verlag, 2007, 13, S. 993 - 1019.
- [48] Tue, Nguyen Viet, et al. *Handlungsanweisung und Konstruktionsdetails zur Adaptierung von Bestandbrücken in Integralbauwerke, Arbeitspaket 6, Rev. 01.* Wien : Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2014.
- [49] WE Woschitz Engineering. Projektunterlagen Brückentragwerk Objekt 23039, Brücke über eine Feldweg bei Welten, zur Verfügung gestellt Abteilung 8 - Brückenbau, Land Burgenland.
- [50] —. Projektunterlagen Objekt 18701, Zickenbachbrücke bei St. Martin in der Wart, zur Verfügung gestellt von der Abteilung 8 - Brückenbau, Land Burgenland.
- [51] Dorr, Schober & Partner ZT GmbH. Projektunterlagen Objekt 18060, Tauchenbachbrücke bei Welgersdorf, zur Verfügung gestellt von der Abteilung 8 - Brückenbau, Land Burgenland.
- [52] Dorr, Schober & Partner ZT GmbH. Projektunterlagen Objekt 18001, Brücken über die ÖBB und die B 63 in Oberwart, zur Verfügung gestellt von der Abteilung 8 - Brückenbau, Land Burgenland.
- [53] WE Woschitz Engineering ZT GmbH. Projektunterlagen Objekt 16021, Brücke über Günsbach in Rattersdorf, zur Verfügung gestellt von der Abteilung 8 - Brückenbau, Land Burgenland.
- [54] Franz PUTZ ZT GmbH. Projektunterlagen Objekt 16017, Rabnitzbrücke bei Klostermarienberg, zur Verfügung gestellt von der Abteilung 8 - Brückenbau, Land Burgenland.

- [55] WE Woschitz Engineering ZT GmbH. Projektunterlagen Objekt 06006, Brücke über die B51 bei Neusiedl / See, zur Verfügung gestellt von der Abteilung 8 - Brückenbau, Land Burgenland.
- [56] Holst, R. und Holst, K. H. *Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton - Entwurf, Konstruktion und Berechnung*. 5. Auflage. Berlin : Ernst & Sohn Verlag, 2004.
- [57] Haveresch, K. und Maurer , R. Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Betonbrücken. *Betonkalender2010*.
- [58] Mehlhorn, G. *Handbuch Brücken*. Berlin : Springer-Verlag, 2007.
- [59] Freundt, Ursula. Unterbauten. [Hrsg.] Gerhard Mehlhorn. *Handbuch Brücken*. Berlin : Springer Verlag, 2007, 7.
- [60] Friebel, Wolf-Dieter. *Bauwerkserhaltung in Bundesfernstraßen unter Nutzung von ZfP-Verfahren*.
- [61] *Asfinag Brückenmanagement, Vortrag beim Symposium "Brücken verbinden"*. Brandtner, Gernot. 2008.
- [62] Menn, Christian und Kollegger, Johann. Kapitel 3 Entwurf. [Hrsg.] Gerhard Mehlhorn. *Handbuch Brücken*. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag , 2007.
- [63] Braun, A., Seidl , G. und Weizenegger, M. Rahmentragwerke in Beton. *Stahlbetonbau 101 (2006), Heft 3*. Berlin : Ernst & Sohn Verlag.
- [64] Schiefer, S., et al. Besonderheiten beim Entwurf semi-integraler Spannbetonbrücken. *Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006), Heft 10*. Berlin : Ernst & Sohn Verlag.
- [65] Marzahn, G. Zur Richtlinie für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie). *Beton- und Stahlbetonbau 106, Heft 11*. Berlin : Ernst & Sohn Verlag, 2011, S. 730-735.
- [66] Naumann, Joachim. *Brückenertüchtigung jetzt - Ein wichtiger Beitrag zur Sicherung der Mobilität auf Bundesfernstraßen*. Berlin : Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., 2011.
- [67] *Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und Straßenbrücken*. Eichinger-Vill, Eva-Maria. Wien : s.n., 2009. Brückentagung 2009, Wien. S. 1-3.
- [68] *Die Seitenhafenbrücke in Wien. Ein Innovationsschritt im integralen Brückenbau*. Kral, Helmut, et al. *Beton- und Stahlbetonbau 107 (2012), Heft 3*, Berlin : Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, 2012, S. 183-191. DOI: 10.1002/best.201100087.

- [69] *Planunterlagen Regelpläne - Brücke*. Wien : Asfinag. Dok.-Nr. 800.300.1500.
- [70] FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr. *RVS 13.03.01: Monitoring von Brücken und anderen Ingenieurbauwerken*. Wien : FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, 2012.
- [71] FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr. *RVS 15.02.34: Berechnungs- und Bemessungshilfen, Bemessung und Ausführung von Aufbeton auf Fahrbahnplatten*. Wien : FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, 2011.
- [72] *Vortrag: Brückenverstärkung durch Aufbeton (RVS 15.02.34), Brückentagung 25. Juni 2009, Wien*. Hartl, Helmut.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1 Konventionelle Brücke mit Lager- und Dehnfugen [2 S. 2]	2
Abb. 2.2 Integrale Brücke vollständig ohne Lager und Dehnfugen [2 S. 2]	2
Abb. 2.3 Hauptbestandteile einer semi-integralen Brücke [2 S. 3].....	3
Abb. 2.4 Zyklische und monotone Wandverschiebungen s_h bei integralen Brücken [9 S. 296].....	6
Abb. 2.5 Berechnete horizontale Erddrücke in Funktion der Rotation der Widerlagerwand nach verschiedenen Ansätzen [7 S. 18].....	7
Abb. 2.6 Ausführung und Probleme der Widerlager bei integralen Brücken [12 S. 145]	8
Abb. 3.1 Erddruck in Abhängigkeit von der Größe der Bewegung der Stützkonstruktionen entsprechend ÖNORM B 4434, Bild 1 [21 S. 5]	16
Abb. 3.2 Erhöhter Erddruck infolge Nachverdichtung (a) Rotation (b) Translation [3 S. 37]	17
Abb. 4.1 Güterverkehrsaufkommen Straße im Szenario 1 [25 S. 28]	19
Abb. 4.2 Aufkommen im Güterverkehr in Österreich 1960–2007 [25 S. 5]	20
Abb. 4.3 Brückenalter in Jahren im Netz der ASFINAG [27 S. 6]	20
Abb. 4.4 Deutsche Bundesfernstraßen, Altersstruktur der Brücken [24 S. 2] ...	21
Abb. 4.5 Entwicklung der zulässigen Verkehrslasten in Österreich [27 S. 6]	22
Abb. 4.6 Entwicklung der zulässigen Verkehrslasten in Deutschland [29 S. 89] 22	
Abb. 4.7 Bauablauf Integralisierung, Fahrbahnplatte ohne Aufbeton	34
Abb. 4.8 Bauablauf Integralisierung, Fahrbahnplatte mit Aufbeton	35
Abb. 4.9 Bauablauf Integralisierung, semi-integral.....	35
Abb. 4.10 Längsschnitt Objekt 23039 [49]	38
Abb. 4.11 Querschnitt Objekt 23039 [49].....	38
Abb. 4.12 Detailausbildung Widerlager und Schlepplatte [49]	38
Abb. 4.13 Längsschnitt Objekt 18071 [50]	40
Abb. 4.14 Querschnitt Objekt 18071 [50].....	40
Abb. 4.15 Detailausbildung des Auflagerbereichs Objekt 18071 [50]	40
Abb. 4.16 Fotodokumentation Objekt 18071	41
Abb. 4.17 Grundriss Objekt 18060 [51]	43
Abb. 4.18 Bewehrung Widerlagerausbildung mit Schlepplatte Objekt 18060 [51].....	43
Abb. 4.19 Fotodokumentation Objekt 18060	44

Abb. 4.20 Längsschnitt Objekt 18001 [52]	46
Abb. 4.21 Querschnitt Objekt 18001 [52].....	46
Abb. 4.22 Detailschnitt Schleppplatte Objekt 18001 [52].....	46
Abb. 4.23 Fotodokumentation Objekt 18001	47
Abb. 4.24 Längsschnitt Objekt 16021 [53]	49
Abb. 4.25 Querschnitt Objekt 16021 [53].....	49
Abb. 4.26 Detailausbildung Widerlagerbereich Objekt 16021 [53]	49
Abb. 4.27 Fotodokumentation Objekt 16021	50
Abb. 4.28 Längsschnitt Objekt 16017 [54]	52
Abb. 4.29 Querschnitt Objekt 16017 [54].....	52
Abb. 4.30 Detailausbildung Schleppplatte Objekt 16017 [54]	53
Abb. 4.31 Fotodokumentation Objekt 16017	54
Abb. 4.32 Längsschnitt Objekt 06006 [55]	56
Abb. 4.33 Draufsicht Objekt 06006 [55].....	56
Abb. 4.34 Querschnitt Objekt 06006 [55].....	56
Abb. 4.35 Fotodokumentation Objekt 06006	57
Abb. 5.1 Querschnittausführungen von Platten.....	59
Abb. 5.2 Querschnitt Plattenbalken	60
Abb. 5.3 Querschnitt einzelliger Hohlkasten	61
Abb. 5.4 System Platten- und Balkenbrücken.....	62
Abb. 5.5 System Rahmenbrücke und Integralbrücke	63
Abb. 5.6 System Bogenbrücken	63
Abb. 5.7 Systemskizze Widerlager.....	64
Abb. 5.8 Häufigkeitsverteilung Baujahr, Stufe 1	69
Abb. 5.9 Flächenverteilung Baujahr, Stufe 1	69
Abb. 5.10 Altersstruktur Deutschland [60 S. 2]	70
Abb. 5.11 Häufigkeitsverteilung Querschnitt, Stufe 1	70
Abb. 5.12 Flächenverteilung Querschnitt, Stufe 1	71
Abb. 5.13 Häufigkeitsverteilung Material, Stufe 1	71
Abb. 5.14 Flächenverteilung Material, Stufe 1	72
Abb. 5.15 Häufigkeitsverteilung Tragwerkssystem, Stufe 1	72
Abb. 5.16 Flächenverteilung Tragwerkssystem, Stufe 1	73
Abb. 5.17 Häufigkeitsverteilung Baujahr, Stufe 2.....	74
Abb. 5.18 Flächenverteilung Baujahr, Stufe 2	74

Abb. 5.19 Häufigkeitsverteilung Länge, Stufe 2	75
Abb. 5.20 Flächenverteilung Länge, Stufe 2	75
Abb. 5.21 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 2	76
Abb. 5.22 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 2	76
Abb. 5.23 Häufigkeitsverteilung Baujahr, Stufe 3	77
Abb. 5.24 Flächenverteilung Baujahr, Stufe 3	77
Abb. 5.25 Häufigkeitsverteilung Tragwerkslänge, Stufe 3	78
Abb. 5.26 Flächenverteilung Tragwerkslänge, Stufe 3	78
Abb. 5.27 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 3	79
Abb. 5.28 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 3	79
Abb. 5.29 Häufigkeitsverteilung Gründungsart, Stufe 3	80
Abb. 5.30 Häufigkeitsverteilung Baustoff Widerlager, Stufe 3	80
Abb. 5.31 Häufigkeitsverteilung Prüfnote, Stufe 3	81
Abb. 5.32 Flächenverteilung Prüfnote, Stufe 3	82
Abb. 5.33 Zustandsentwicklung der Brücken der ASFINAG im Zeitraum 2001 bis 2006 [61 S. 26]	82
Abb. 5.34 Zustandsnoten Bundesfernstraßen [24 S. 9]	83
Abb. 5.35 Kosten Brückengeneralsanierungen am Bestandsnetz der ASFINAG, [61 S. 30]	84
Abb. 5.36 Lebenszykluskosten von Brücken der ASFINAG, [61 S. 32]	84
Abb. 7.1 Häufigkeitsverteilung Querschnittsausbildung	90
Abb. 7.2 Flächenverteilung Querschnittsausbildung	90
Abb. 7.3 Häufigkeitsverteilung Material	91
Abb. 7.4 Flächenverteilung Material	91
Abb. 7.5 Häufigkeitsverteilung Tragwerkssystem	92
Abb. 7.6 Flächenverteilung Tragwerkssystem	92
Abb. 7.7 Häufigkeitsverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall	93
Abb. 7.8 Flächenverteilung Baujahr, 10-Jahres-Intervall	93
Abb. 7.9 Häufigkeitsverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 2	94
Abb. 7.10 Flächenverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 2	94
Abb. 7.11 Häufigkeitsverteilung Tragwerkslänge, 4,0 m-Intervall, Stufe 2	95
Abb. 7.12 Flächenverteilung Tragwerkslänge, 4,0 m-Intervall, Stufe 2	95
Abb. 7.13 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 2	96
Abb. 7.14 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 2	96
Abb. 7.15 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stufe 2	97

Abb. 7.16 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 1-feldrig	98
Abb. 7.17 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 1-feldrig	98
Abb. 7.18 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 1-feldrig	99
Abb. 7.19 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 2-feldrig	100
Abb. 7.20 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 2-feldrig	100
Abb. 7.21 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 2-feldrig	101
Abb. 7.22 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 3-feldrig	102
Abb. 7.23 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 3-feldrig	102
Abb. 7.24 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 3-feldrig	103
Abb. 7.25 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 4-feldrig	104
Abb. 7.26 Flächenverteilung Länge, Stahl- und Spannbetonbrücken, 4-feldrig	104
Abb. 7.27 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahl- und Spannbetonbrücken, 4-feldrig	105
Abb. 7.28 Häufigkeitsverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 3	106
Abb. 7.29 Flächenverteilung Baujahr, 5-Jahres-Intervall, Stufe 3	106
Abb. 7.30 Häufigkeitsverteilung Länge, 4,0 m-Intervall, Stufe 3	107
Abb. 7.31 Flächenverteilung Länge, 4,0 m-Intervall, Stufe 3	107
Abb. 7.32 Häufigkeitsverteilung Feldanzahl, Stufe 3	108
Abb. 7.33 Flächenverteilung Feldanzahl, Stufe 3	108
Abb. 7.34 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stufe 3	109
Abb. 7.35 Häufigkeitsverteilung Prüfnote, Stufe 3	110
Abb. 7.36 Flächenverteilung Prüfnote, Stufe 3	110
Abb. 7.37 Häufigkeitsverteilung Gründungsart, Stufe 3	111
Abb. 7.38 Häufigkeitsverteilung Baustoff Widerlager, Stufe 3	111
Abb. 7.39 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 1-feldrig	112
Abb. 7.40 Flächenverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 1-feldrig	112
Abb. 7.41 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 1-feldrig	113
Abb. 7.42 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 2-feldrig	114
Abb. 7.43 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 2-feldrig	114

Abb. 7.44 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 2-feldrig	115
Abb. 7.45 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 3-feldrig.....	116
Abb. 7.46 Flächenverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 3-feldrig	116
Abb. 7.47 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 3-feldrig	117
Abb. 7.48 Häufigkeitsverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 4-feldrig.....	118
Abb. 7.49 Flächenverteilung Länge, Stahlbetonbrücken, 4-feldrig	118
Abb. 7.50 Häufigkeitsverteilung Fläche, Stahlbetonbrücken, 4-feldrig	119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1 Überblick Bauwerksprüfung gemäß RVS 13.03.11 [28]	26
Tabelle 4-2 Im Zuge der Prüfung ist die Bewertung folgender Bauteile vorgesehen [28 S. 10]:	28
Tabelle 4-3 Notensystem für den Erhaltungszustand [28 S. 23]	29
Tabelle 4-4 Objektbewertung gemäß Tabelle 1 [28 S. 24]	30
Tabelle 4-5 Bauwerksdaten Objekt 23039	37
Tabelle 4-6 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 23039	37
Tabelle 4-7 Bauwerksdaten Objekt 18701	39
Tabelle 4-8 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 18071	39
Tabelle 4-9 Bauwerksdaten Objekt 18060	42
Tabelle 4-10 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 18060	42
Tabelle 4-11 Bauwerksdaten Objekt 18001	45
Tabelle 4-12 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 18001	45
Tabelle 4-13 Bauwerksdaten Objekt 16021	48
Tabelle 4-14 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 16021	48
Tabelle 4-15 Bauwerksdaten Objekt 16017	51
Tabelle 4-16 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 16017	51
Tabelle 4-17 Bauwerksdaten Objekt 06006	55
Tabelle 4-18 Integralisierungs- und Sanierungsmaßnahmen Objekt 06006	55
Tabelle 5-1 Einsatzkriterien – Massive Platten bei Straßenbrücken [57 S. 148]	60
Tabelle 5-2 Einsatzkriterien – Plattenbalken aus Stahlbeton und Spannbeton, parallelgurtig [57 S. 150]	61
Tabelle 5-3 Einsatzkriterien – Hohlkastenquerschnitt [57 S. 153]	61
Tabelle 5-4 Filterkriterien für Auswahl Stufe 2 und Stufe 3	66
Tabelle 5-5 Übersicht Auswertung Stufe 1	67
Tabelle 5-6 Übersicht Auswertung Stufe 2 und Stufe 3	68
Tabelle 5-7 Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials	86
Tabelle 7-1 Übersicht der grafischen Auswertungen inkl. Stückzahl	89
Tabelle 8-1 Teilnehmende österreichische Brückenbauabteilungen	120
Tabelle 8-2 Angefragte Datensätze	121
Tabelle 8-3 Pivot Gruppenauswahl Material, Brückenbauabteilung 4	122
Tabelle 8-4 Pivot Gruppenauswahl Querschnitt, Brückenbauabteilung 5	123

Tabelle 8-5 Pivot Gruppenauswahl Längsschnittgestaltung (Tragwerk), Brückenbauabteilung 1	124
Tabelle 8-6 Pivot Gruppenauswahl Gründungsart, Brückenbauabteilung 8	125
Tabelle 8-7 Pivot Gruppenauswahl Baustoff Widerlager, Brückenbauabteilung 10	126