Landesbetrieb Straßenbau NRW



REBI-ING

Teil I – Entwurf

Regeln für Entwurf, Baudurchführung und Instandsetzung von Ingenieurbauwerken

Abteilung Technik und Umwelt

Referat Konstruktiver Ingenieurbau

Stand 09/2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 1-2
1 Anforderungen an Entwürfe 1-1
1.1 Vorplanung/Streckenentwurf 1-1
1.1.1 Planungsgrundlagen 1-1
1.1.2 Bauwerksskizzen 1-5
1.2 Bauprogramm, Kosten, Vorlageregelungen, Zustimmung im Einzelfall 1-8
1.2.1 Bauprogramm KIB 1-8
1.2.2 Kosten 1-9
1.2.3 Vorlageregelungen 1-15
1.2.4 Zustimmung im Einzelfall (ZiE) 1-19
1.3 Bauwerksentwurf 1-22
1.3.1 Allgemeines/Grundlagenermittlung 1-22
1.3.2 CAD-Standard und Planspiegel 1-26
1.3.3 Genehmigung von Bauwerksentwürfen 1-29
1.3.4 Baugrunderkundung 1-30
2 Hauptbaustoffe 2-1
2.1 Beton 2-1
2.2 Betonstahl 2-3
2.3 Spannstahl 2-4
2.4 Baustahl 2-6
2.5 Sonstige Baustoffe 2-10
3 Brücken 3-1
3.1 Grundlagen 3-1
3.2 Wahl der Tragwerksart 3-2
3.3 Bauweisen und Überbauquerschnitte 3-11
3.3.1 Beton (Stahlbeton, Spannbeton) 3-11
3.3.2 Stahl 3-20
3.3.3 Stahlverbund 3-25
3.3.4 Fertigteilbauweise 3-36
3.3.5 Innovative Bauweisen für kurze Bauzeiten 3-38
3.3.6 Sonstige Bauweisen 3-42
3.4 Bemessungsgrundlagen 3-43
3.4.1 Grenzzustände, Einwirkungen und Einwirkungskombinationen 3-43
3.4.2 Bemessung 3-50
3.5 Unterbauten 3-60
3.5.1 Widerlager 3-60

3.5.2 Pfeiler und Stützen ... 3-63
3.6 Gründung ... 3-65
3.6.1 Vorbemerkung ... 3-65
3.6.2 Bodenverbesserung ... 3-65
3.6.3 Flachgründung ... 3-67
3.6.4 Tiefgründung ... 3-69
3.7 Ausstattung ... 3-71
3.7.1 Belag, Abdichtung ... 3-71
3.7.2 Entwässerung ... 3-74
3.7.3 Fahrbahnübergänge ... 3-77
3.7.4 Passive Schutzeinrichtungen ... 3-85
3.7.5 Kappen ... 3-101
3.7.6 Korrosionsschutz ... 3-103
3.7.7 Lager ... 3-107
3.7.8 Lärmschutz ... 3-124
3.7.9 Sonstige Ausstattung und Leitungen ... 3-125
3.8 Bauverfahren und Behelfsbrücken ... 3-126
3.8.1 Bauverfahren ... 3-126
3.8.2 Behelfsbrücken ... 3-131
3.9 Grün-/Faunabrücken, Irritationsschutzwände und Überflughilfen ... 3-134
4 Tunnel und Trogbauwerke ... 4-1
4.1 Entscheidungskriterien Einschnitt/Tunnel ... 4-1
4.2 Tunnel ... 4-2
4.3 Trogbauwerke ... 4-12
5 Dauerhafte Stützkonstruktionen ... 5-1
6 Baugruben ... 6-1
7 Anker ... 7-1
8 Lärmschutzwände ... 8-1
9 Becken, Schachtbauwerke und Wellstahlbauwerke ... 9-1
9.1 Becken, Schachtbauwerke ... 9-1
9.2 Wellstahlbauwerke ... 9-3
10 Verkehrszeichen- und Signalbrücken ... 10-1
11 Rückbau von Ingenieurbauwerken ... 11-1

1 Anforderungen an Entwürfe

1.1 Vorplanung/Streckenentwurf

1.1.1 Planungsgrundlagen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- 1. Erlass des MWEBWV-NW v. 24.03.2011: Verbesserung des Lärmschutzes im Zusammenhang mit Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmen,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 18/2023: Fortschreibung der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksplanungen für Ingenieurbauten (RAB-ING), Ausgabe 2023/01,
- ARS 16/2025: Einführung der Richtlinien für militärische Infrastruktur und Zivile Verteidigung im Straßen- und Ingenieurbau (MIZ), Ausgabe 2025/07,
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 113 der Abteilung Technik: Teileinführung von Building Information Modeling (BIM) bei Straßen.NRW,
  ARV Nr. 17 der Abteilung Technik: Richtlinien für die einheitliche Gestaltung von Erhaltungsentwürfen im Straßenbau (RE-Erhaltung)
  ARV Nr. 14 der Abteilung Technik: Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE 2012,
  ARV Nr. 89 der HA 4 v. 01.03.2016: Betrieb und Verkehr, Militärische Infrastruktur (Militärstraßengrundnetz).

Die Entwurfsunterlagen einer Straßenbaumaßnahme werden entsprechend der RE 2012 (ARV Nr.14 der Abteilung Technik) aufgestellt. Erhaltungsentwürfe im Straßenbau werden entsprechend der RE-Erhaltung (ARV Nr. 17 der Abteilung Technik) aufgestellt.

In der Vorplanungsstufe einer Straßenbaumaßnahme, wird durch die Erarbeitung unterschiedlicher Trassenvarianten die am besten zu realisierende Trasse gefunden. In dieser Phase ergeben sich die Randbedingungen für ein Brückenbauwerk. Dabei ist zwischen einer Neubaustrecke und einer Ausbaustrecke zu unterscheiden.

Bei Straßenbaumaßnahmen folgt nach der Planungsstufe Vorplanung die Entwurfsplanung. In dieser Planungsstufe wird der Vorentwurf aufgestellt. In der Entwurfsplanung ergeben sich die detaillierten Randbedingungen für die Ingenieurbauwerke. Für den Vorentwurf ist für die Ingenieurbauwerke eine Bauwerksskizze zu erarbeiten.

Bei Neu- Um-, Ausbau- und Erhaltungsmaßnahmen des Bundes im Bundesfernstraßenbereich, sowie bei Neubau und Ersatzneubau von Brücken > 20 m, Trögen und Tunneln im Landesstraßenbereich, sind die Regelungen der ARV Nr. 113 der Abteilung Technik zu beachten.

RAB-ING

Der Inhalt und Formalien eines Vorentwurfes für Ingenieurbauwerke werden durch die RAB-ING, Teil 2 geregelt. Im Mittelpunkt steht hier die Variantenuntersuchung für das geplante Bauwerk. Die Ergebnisse der Untersuchung werden in den Entwurfsunterlagen der Straßenplanung dargestellt. Die Entwurfsunterlagen der Straßenplanung sind nach RE 2012 aufzustellen. Die in der RAB-ING geforderte Detailtiefe der Überlegungen erfordert eine frühe Auseinandersetzung mit dem zu planenden Bauwerk.

Berücksichtigung von Belangen der militärischen Infrastruktur (z.B. MLC)

Bei Neu- und Umbaumaßnahmen ist zu prüfen, ob für ein Brückenbauwerk objektgebundene militärische Infrastrukturforderungen zu berücksichtigen sind. Die entsprechende Abstimmung mit der Bundeswehr muss bereits frühzeitig erfolgen, da hierbei neben der militärischen Lastenklasse (MLC) auch ggf. weitere Randbedingungen für die Brücke festgelegt werden, die schon bei der Straßenplanung zu beachten sind.

Für Neu- und Ersatzneubaumaßnahmen in der Baulast des Bundes im Zuge von Bundesfernstraßen, sind bei der Bemessung grundsätzlich die Lastenklassen MLC 70 für zweistreifigen und MLC 150 für einstreifigen Kolonnenverkehr von Rad- und Gleiskettenfahrzeugen zugrunde zu legen. Sofern objektgebundene militärische Infrastrukturforderungen bestehen, sind gegebenenfalls höhere Lastenklassen anzusetzen.

Brücken, die in der Unterhaltungspflicht des Bundes stehen, aber nicht im Zuge von Bundesfernstraßen liegen (Überführungen) und Brücken im Zuge von Bundesstraßen jedoch nicht in der Baulast des Bundes stehen, sind grundsätzlich einzustufen. Für Brücken in der Baulast und Unterhaltungspflicht des Landes Nordrhein-Westfalens, ist analog zu verfahren. Eine weitergehende Berücksichtigung militärischer Lasten, ist nur bei Vorliegen einer objektgebundenen militärischen Infrastrukturforderung erforderlich.

Zur Abstimmung der objektgebundenen militärische Infrastrukturforderungen besteht eine gegenseitige Unterrichtungspflicht zwischen dem Landeskommando der Bundeswehr und Straßen.NRW. Die Regionalniederlassungen informieren die Bundeswehr über die geplanten Brückenbaumaßnahmen in ihrem Zuständigkeitsbereich. Dabei ist das der Planung zugrunde gelegte Lastmodell nach DIN EN 1991-2 anzugeben. Im Regelfall handelt es sich hier um das Lastmodell LM 1. Außerdem ist ein Lageplanausschnitt mit der Beschreibung der Maßnahme beizufügen. Seitens der Bundeswehr erfolgt dann die Information, ob weitere militärische Infrastrukturforderungen zu berücksichtigen sind.

Es wird empfohlen die Information über neue Brückenbauprojekte innerhalb der RNL zu bündeln und mit der Bitte um Beantwortung innerhalb einer angemessenen Frist der Bundeswehr zuzusenden.

Zur Prüfung der militärischen Belange und Anforderungen, sind alle relevanten Planungsunterlagen gemäß ARV Nr. 89 der HA 4 an das folgende Bundesamt zu senden:

Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz
und Dienstleistungen der Bundeswehr
Referat Infra I 3
Fontainengraben 200
53123 Bonn
BAIUDBwToeB@bundeswehr.org

Das Bundesamt erhält dazu einen Lageplanausschnitt mit der Beschreibung der Maßnahme.

Je nach MLC - Klasse sind z.B. für Brücken die folgenden Mindestfahrbahnbreiten zwischen den Schrammborden vorgeschrieben, sofern nicht bei der Abstimmung mit der Bundeswehr anders festgelegt:

Tabelle 1-1: Mindestfahrbahnbreiten auf Brücken für MLC – Klassen nach STANAG 2021

MLC-Klasse	Fahrbahnbreite [m] für	
	Einbahn-Verkehr	Zweibahn-Verkehr
4 – 12	2,75	5,50
13 – 30	3,35	5,50
31 – 60	4,00	7,30
61-100	4,50	8,20
über 100	5,00	nicht zulässig

Kreuzungen mit Bundeswasserstraßen

Grundsätzliches

Für eine reibungslose Durchführung einer Kreuzungsmaßnahme ist eine frühzeitige Kontaktaufnahme und Abstimmung der Kreuzungspartner erforderlich (Kreuzungsvereinbarung).

Ausbaustrecken

Grundsätzlich gelten hier die gleichen Angaben wie bei den Neubaustrecken.
Zusätzlich können noch weitere Untersuchungen erforderlich werden.

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob eine Machbarkeitsstudie / Voruntersuchung notwendig wird.
Im Rahmen der Machbarkeitsstudie kann eine Variantenuntersuchung angefertigt werden.

1.1.2 Bauwerksskizzen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- Standard für Erzeugung, Austausch und Archivierung von CAD-Daten im Konstruktiven Ingenieurbau. Die aktuelle Version steht auf der Homepage von Straßen NRW zum Download zur Verfügung.
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 18/2023: Fortschreibung der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksplanungen für Ingenieurbauten (RAB-ING), Ausgabe 2023/01.

Bauwerksskizzen sind Bestandteil des Vorentwurfs gemäß RE 2012. Sie geben in vereinfachter Form Aufschluss über Ansicht, Grundriss, Längs- und Querschnitt des Bauwerks, sowie die maßgebenden Höhen und Begrenzungen kreuzender Anlagen und Gewässer.

Auch wenn keine Vorlagepflicht besteht, müssen für nicht vorlagepflichtige Bauwerke im Rahmen der Straßenplanung den jeweiligen Planungsschritten angepasste Aussagen zu den Ingenieurbauwerken nach den RE 2012 Teil C, Unterlage 15 erarbeitet werden, auf deren Grundlage eine zutreffende Kostenermittlung möglich ist. Hierbei sind insbesondere belastbare Aussagen zu den kostenträchtigen Bauteilen, z.B. Gründungen der Bauwerke, wichtig. Die Ergebnisse der Entwurfsplanung sind im Erläuterungsbericht des Vorentwurfs in einer Bauwerkstabelle zu beschreiben. Die zusätzliche Anfertigung von Bauwerksskizzen wird allgemein empfohlen.

Durch die Anfertigung einer Bauwerksskizze lassen sich falsche oder fehlerhafte Annahmen erkennen: So kann sich bei Nichtberücksichtigung einer kritischen Stelle eine zu geringe Durchfahrtshöhe ergeben, was eine Anhebung der Gradiente und eine Verbreiterung der Böschungen zur Folge haben kann.

Bauwerksskizzen sollen durch Mitarbeiter des konstruktiven Ingenieurbaus (Brückenbaus) aufgestellt, zumindest aber mit diesen abgestimmt werden.

Bauwerksskizzen sind grundsätzlich für folgende Ingenieurbauwerke anzufertigen:

- Ein- und mehrzellige Rahmen, sowie ein- und mehrfeldrige integrale und semiintegrale Brücken mit einer Gesamtlänge größer 20 m,
- Stahl- und Stahlverbundbrücken mit einer Einzelstützweite größer 20 m,
- Schiefwinklige Brücken jeder Bauart mit einem Bauwerkswinkel kleiner 60 gon,
- Alle Ingenieurbauwerke, deren Herstellkosten maßgeblich im Verhältnis zu den Gesamtkosten des Vorentwurfs sind. Hierbei sind als maßgeblich jene Bauwerke zu

werten, deren Herstellkosten mehr als 10 % der Gesamtkosten des Vorentwurfs ausmachen,

- Lärmschutzwände mit Wandhöhen größer 6,50 m,
- Lärmschutzwände mit besonderen Tragkonstruktionen,
- Lärmschutzwände auf Brücken mit einer Wandhöhe größer 5,00 m (Hierzu ist auch die „Prüfbarkeit“ im Erläuterungsbericht aufzuzeigen).

Die Prüfbarkeit von Lärmschutzwänden ab 6,50 m Höhe auf der Strecke und ab 5,00 m auf Bauwerken ist im Rahmen des Vorentwurfs nachzuweisen (ARS 24/2016) und im Formblatt „Anlage-REBI-LSW_Prüfkonzept Vorentwurf_BW-Skizze“ zu dokumentieren. Hinweise zur Anwendung dieses Formblattes gibt die entsprechende Ausfüllhilfe in der Anlage-REBI.

Für Ingenieurbauwerke, für die eine Besprechungspflicht besteht (siehe Kap. 1.1 Vorplanung/Streckenentwurf), sind Bauwerksskizzen zu erstellen.

Für vorlagepflichtige Bauwerke (siehe Kap. 1.1 Vorplanung/Streckenentwurf), sind die Bauwerksskizzen möglichst vor der Vorlage des Streckenentwurfs mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen. Andernfalls ist das Referat KIB an der Prüfung des Streckenentwurfs zu beteiligen.

Für nicht vorlagepflichtige Bauwerke besteht keine Abstimmungspflicht mit dem Betriebssitz. Das Referat *KIB kann sich jedoch im Rahmen der Qualitätssicherung weitere Bauwerksskizzen zur Kenntnis vorlegen lassen.*

Die Bauwerksskizze kann manuell, mit CAD oder sonstigen Programmen angefertigt werden. Die Papierfassungen der Bauwerksskizzen, sind in Formaten nach DIN EN ISO 5457 anzufertigen und nach DIN 824 in DIN A4-Format zu falten.

Bei Ingenieurbauwerken, für die die Anfertigung einer Bauwerksskizze erforderlich ist, wird diese nach der RE 2012 erstellt. Die Bauwerksskizze soll die in der RAB-ING Teil 2 Vorplanung Abschnitt 4, „Aufstellen der Bauwerksskizzen“ beschriebenen Angaben enthalten. Sowohl die Angaben zur Blattaufteilung, zum Schriftfeld/Bauwerksdaten und zur Darstellung der Maßnahme sind dieser Vorschrift zu entnehmen.

Die Regelungen gelten auch für Landesstraßen.

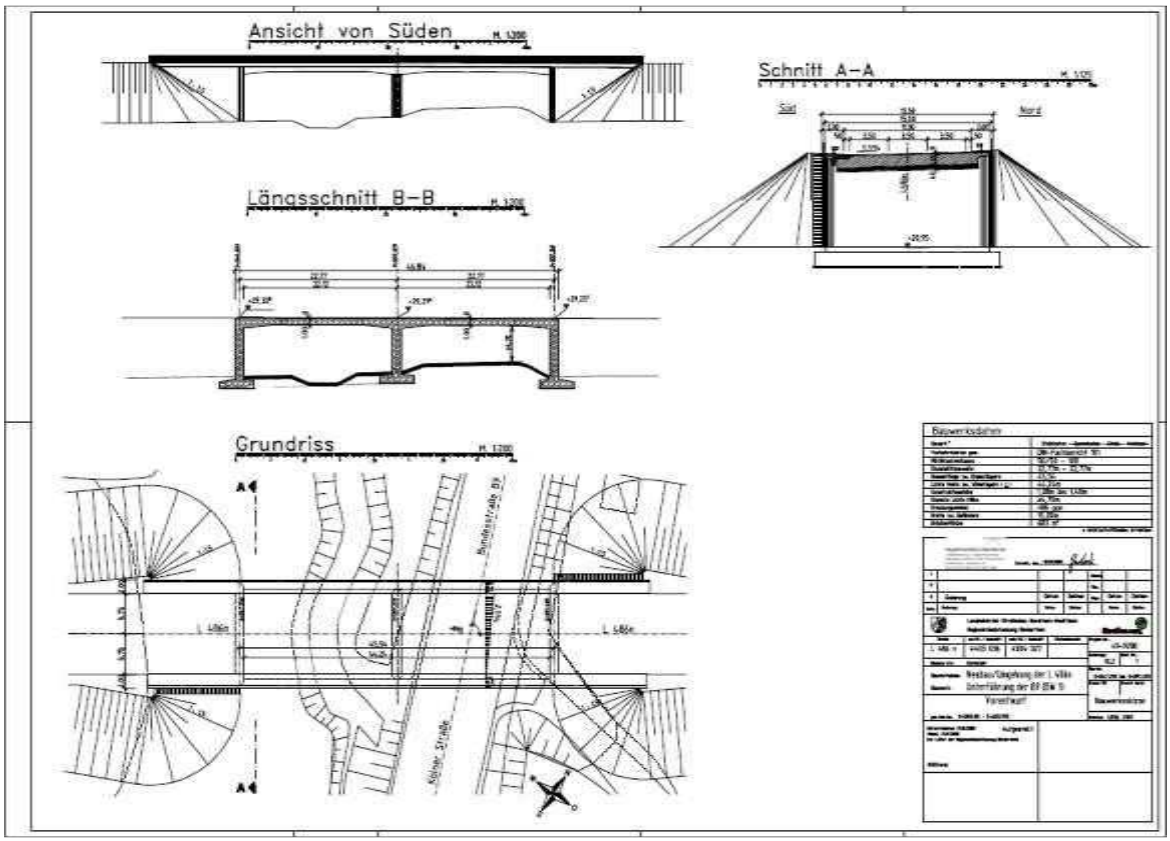


Abbildung 1-1: Muster einer Bauwerksskizze

1.2 Bauprogramm, Kosten, Vorlageregelungen, Zustimmung im Einzelfall

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 18/2023: Fortschreibung der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksplanungen für Ingenieurbauten (RAB-ING), Ausgabe 2023/01,
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 39 der Abteilung Technik - Aufgabenabgrenzung zwischen Regionen/Niederlassungen und dem Betriebssitz für die Aufgabenfelder Planung, Bau, Betrieb und Verkehr sowie Gebäudemanagement einschließlich der Regelungen für die Vorlage von Entwürfen und Entwurfsunterlagen nach RE.
  Erlass des VM vom 15.12.2020: Regelung der Vorlagegrenzen für Bauwerksentwürfe im Bereich der Bundes- und Landesstraßen

Unabhängig von der Höhe der Kosten sind für alle Ingenieurbauwerke, die als solche in der DIN 1076 definiert sind, Bauwerksentwürfe nach RAB-ING zu erstellen.

1.2.1 Bauprogramm KIB

Die Bauprogrammtabelle KIB dient dem Überblick und der Steuerung der Brückennachrechnung und aller Baumaßnahmen von konstruktiven Ingenieurbauten an Bundes- und Landesstraßen. Die Tabelle wird im Intranet veröffentlicht (Bauprogramm KIB | Straßen.NRW).

Die Bauprogrammtabelle KIB soll auch zur regelmäßigen Meldung der geplanten, im Bau befindlichen und fertiggestellten Brückenbauwerke dienen (Erlass des VM vom 15.12.2020).

Die genehmigten Bauwerksentwürfe werden in der Tabelle erfasst.

In der Bauprogrammtabelle KIB sollen die Brückennachrechnungen sowie Instandsetzungen, Verstärkungen, Ersatzneubauten und Neubauten von **allen** konstruktiven Ingenieurbauwerken erfasst werden.

Seitens des Betriebssitzes werden die folgenden Bauwerke ins Bauprogramm übernommen:

- Nachgerechnete Brücken, wenn sich daraus Baumaßnahmen (Verstärkung/Ersatzneubau) ergeben,
- Brücken aus der BASt-Liste der vordringlich nachzurechnenden Brücken,
- Brücken mit Traglastindex V,
- Bauwerke mit Zustandsnoten ≥ 3,5,

- Brücken mit spannungsrisskorrosionsgefährdetem Spannstahl und
- Brücken der Kategorien A, B und D der 10-Jahres-Strategie für die Brückenertüchtigung

Die Niederlassungen ergänzen zu diesen Bauwerken die Angaben bzgl. der Abfrage „Nachrechnung erforderlich“ und den „Baumaßnahmen“ einschließlich Zeitraum und Mittelabfluss.

Weitere Bauwerke, die nicht zu den oben genannten Kategorien gehören und an denen Maßnahmen geplant sind, werden von den Niederlassungen ergänzt. Hierzu gehören zum Beispiel:

- Neubauten und Ersatzneubauten
- Instandsetzungen und Verstärkungen

Das Bauprogramm KIB wird fortlaufend von den Niederlassungen und vom Betriebssitz gepflegt.

1.2.2 Kosten

Kostenschätzung - Streckenentwurf

Für die Kostenschätzung von Brückenbauwerken je m² Brücke führt das Referat KIB des Betriebssitzes eine Liste mit Anhaltswerten, die fortlaufend aktualisiert wird. Die genaue Kostenermittlung hängt insbesondere von der Komplexität der einzelnen Maßnahmen sowie der Gestaltung des Bauwerks ab. Die Tabelle 1-2: Kostenschätzung Brückenneubauten in Abhängigkeit von der Brückenfläche und Bauart des Überbaus [1)] *und* Tabelle 1-3: Kostenschätzung für sonstige Ingenieurbauwerke [1)] *enthalten Anhaltswerte für große Brückenbauwerke und sonstige Ingenieurbauwerke.* ***Die unter der Tabelle stehenden Anmerkungen sind zu beachten.***

Tabelle 1-2: Kostenschätzung Brückenneubauten in Abhängigkeit von der Brückenfläche und Bauart des Überbaus [1)]

Größe und Bauart des Überbaus	Kosten (EUR/m²) Netto
Brückenfläche bis 100 m²	
• Stahlbeton/Spannbeton	ca. 9.600
Brückenfläche über 100 bis 300 m²	
• Stahlbeton/Spannbeton	ca. 6.900
• Stahl-Verbund	ca. 8.000
Brückenfläche über 300 bis 600 m²	
• Spannbeton	ca. 6.700
• Stahl-Verbund	ca. 8.600
Brückenfläche über 600 bis 1000 m²	
• Spannbeton	ca. 6.200
• Stahl-Verbund	ca. 6.900
Brückenfläche über 1000 m²	
• Spannbeton	ca. 4.400
• Stahl-Verbund	ca. 5.400

[1)] Die Baupreise wurden mit dem Baupreisindex vom 05/2026 hochgerechnet. Je nach Erstellungszeitpunkt der Kostenschätzung sind die Preise mit dem aktuellen Index zu multiplizieren. Der Baupreisindex kann abgerufen werden unter: https://statistik.nrw/wirtschaft-und-umwelt/preise/baupreise/ausgewaehlte-baupreisindizes-bauleistungen-am-bauwerk

- Aktuelle Submissionsergebnisse von Brückenbauprojekten ergeben teilweise erheblich abweichende Kosten zu Tabelle 1-2: Kostenschätzung Brückenneubauten in Abhängigkeit von der Brückenfläche und Bauart des Überbaus [1)]. Daher sind bei der Kostenschätzung nach Möglichkeit Preise von aktuell vergleichbaren Projekten zugrunde zu legen.
- Die angegebenen Kostenansätze beziehen sich auf Brückenbauwerke einschl. Unterbauten und Ausstattung für den Straßenverkehr mit einfachen Herstellungsbedingungen.
- Ist ein Bauwerk unter besonderen Erschwernissen herzustellen, z.B. Ersatzneubau unter Verkehr, spezielle Gründungssituation, schwierige Verkehrsführung oder besondere Gestaltung, so sind die Kostenansätze entsprechend zu erhöhen.
- Bei der Planung von Ersatzneubauten sind die **Abbruchkosten** der jeweiligen alten Brücke zusätzlich einzukalkulieren. Der Erfahrungswert liegt hierfür bei **ca. 350 €/m²** bis **ca. 650 €/m²**.

- Bei Stahlbrücken bzw. besonders schwierigen Konstruktionen und Randbedingungen, wie z.B. Schrägseilbrücken, Hängebrücken usw. sind die Kostenansätze mit dem Betriebssitz abzustimmen.
- Kostenansätze für besondere Brückenbauwerke wie z.B. Grünbrücken, Rad- und Gehwegbrücken usw. sind in Abstimmung mit dem Betriebssitz zu ermitteln.
- Für Eisenbahnbrücken sind die Kostenansätze mit der Bahn AG abzustimmen.

Tabelle 1-3: Kostenschätzung für sonstige Ingenieurbauwerke [1)]

Bauwerksart	Kosten je Wandfläche (EUR/m²) Netto
Stützwände	
Stützwände bis zur einer Gesamthöhe von 5 m über GOK (einschl. Gründung) • Stahlbeton	ca. 4.300
Stützwände ab einer Gesamthöhe von 5 m über GOK (einschl. Gründung) • Stahlbeton/Spannbeton	ca. 4.200
Lärmschutzwände	
Lärmschutzwände bis zur einer Gesamthöhe von 5 m über GOK (einschl. Gründung) • Stahlbeton	ca. 850
Lärmschutzwände ab einer Gesamthöhe von 5 m über GOK (einschl. Gründung) • Stahlbeton	ca. 860

1) Die Baupreise wurden mit dem Baupreisindex vom 05/2026 hochgerechnet. Je nach Erstellungszeitpunkt der Kostenschätzung sind die Preise mit dem aktuellen Index zu multiplizieren. Der Baupreisindex kann abgerufen werden unter: https://statistik.nrw/wirtschaft-und-umwelt/preise/baupreise/ausgewaehlte-baupreisindizes-bauleistungen-am-bauwerk

- Kostenansätze für besondere Bauwerke wie z.B. Tunnel, Gabionen, bewehrte Erde usw. sind in Abstimmung mit dem Betriebssitz zu ermitteln.
- Bei Bauwerken mit Sonderkonstruktionen wie z.B. rückverankerte Stützwände oder besonders gestaltete Lärmschutzwände mit transparenten Elementen sind die Kostenansätze entsprechend zu erhöhen bzw. mit dem Betriebssitz abzustimmen.

Kostenberechnung - Bauwerksentwurf

Die Kostenberechnung ist nach AKVS 2014 Abschnitt 2.6.1 „Aufstellen von Kostenberechnungen für Bauwerksentwürfe“ zu erstellen. Zur einheitlichen Gestaltung der Kostenberechnung werden die genannten Formblätter verwendet.

Die aktuellen Formblätter mit Ausfüllhilfen sind im Intranet zu finden:

Formblätter AKVS Kostenberechnung | Straßen.NRW

Die Kostenberechnung ist wie folgt gegliedert:

- Titelblatt mit Prüf- und Gesehenvermerken und Gesamtkosten
- Formblatt A, Übersicht der Gesamtkosten und Verteilung auf die Beteiligten
- Formblatt A^{BW} ,Finanzielle Auswirkung des Bauwerksentwurfs auf den Streckenentwurf (entfällt bei Einzelmaßnahmen z.B. Instandsetzungsentwürfe)
- Formblatt B, Zusammenstellung der Kosten für die Hauptteile
- Formblatt C, Zusammenstellung der Kosten für die Teile
- Formblatt D, Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe
- Formblatt $E^{BWÜ}$, Zusammenstellung der Kosten für das Bauwerk
- Formblatt E^{BW}, Vorblatt zum bepreisten LV – Berechnung der Einzelkosten als bepreistes LV

Bei Kostenbeteiligung Dritter sind die Formblätter B^{K} und B^{KE} beizufügen:

- Formblatt B^{K}, Kostenübersicht der Beteiligten
- Formblatt B^{KE}. Kostenübersicht eines einzelnen Beteiligten

Während Formblatt A einen Überblick über die Gesamtkosten gibt, werden im Formblatt D die Kosten nach Hauptgruppen unterschieden:

Hauptgruppe 6.100: Brücken,

Hauptgruppe 6.200: Tunnel,

Hauptgruppe 6.300: Wände,

Hauptgruppe 6.400: Sonstige Bauwerke.

Die Kostenzusammenstellung für Ingenieurbauwerke gilt für Neubau-, Umbau-, Ausbau- und Erhaltungsmaßnahmen und umfasst teilweise auch Arbeiten, die dem Bauwerk zugeordnet, jedoch erst später im Zuge des Streckenbaus ausgeführt werden, z.B. Einbau von Absturzeinrichtungen oder Deckschichten.

Die Hauptgruppen unterteilen sich in weitere Unterabschnitte, z.B. die Hauptgruppe 6.100 „Brücken“ in:

01.00: Technische Bearbeitung,

01.01: Baustelleneinrichtung, Verkehrssicherung,

01.02: Baugrube, Wasserhaltung, Bauwerkshinterfüllung

01.03: Entwässerung,

01.04: Gründung, Baugrubensicherung,

01.05: Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Mauerwerk, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung,

01.06: Gerüste, Behelfsbrücken, Abbruch,

01.07: Lager, ÜKO, Geländer, Schutz- und Leiteinrichtungen, LSW auf BW, Stahlbau,

01.08: Fugen, Oberflächen- und Korrosionsschutz, Abdichtungen, Deckschicht,

01.09: Instandsetzung, Sonstiges, Straßenbefestigung.

Die Berechnung der Einzelkosten erfolgt auf Grundlage des STLK nach Leistungsbereichen als bepreistes LV.

Die Kostenberechnung ist mit aktuellen Preisen durchzuführen.

Kostenfortschreibung

Definition nach AKVS 2014 (Ausgabe 04/2023)

Mit Erteilung eines Gesehenvermerkes bzw. der Veranschlagung einer Maßnahme im Haushalt werden die eingereichten Unterlagen als Teil der Haushaltsunterlage im Sinne von § 24 BHO anerkannt. Kostenfortschreibungen können erstmalig nach Erteilung eines Gesehenvermerkes für eine Maßnahme auftreten.

Eine Kostenfortschreibung beinhaltet immer eine Kostenaktualisierung. Kostenfortschreibungen erfolgen durch Vorlage aktualisierter Kostenermittlungen und nachfolgender Anerkennung dieser Unterlagen durch den Bund durch Erteilung eines neuen Gesehenvermerkes.

Kostenfortschreibung in der Planung

– Durch Über- oder Unterschreiten der prognostizierten Gesamtkosten um mehr als 15 % gegenüber den genehmigten Gesamtkosten und/oder bei wesentlichen Planungsänderungen.

Kostenfortschreibung während der Baudurchführung

– Erhebliche Abweichung von den in § 24 BHO definierten Haushaltsunterlagen. Nach VV Nr. 1.2 zu § 54 BHO ist eine Abweichung erheblich, wenn sie zu einer wesentlichen Änderung der Baumaßnahme oder einer Kostenüberschreitung um mehr als 15 % führt.

Der Ablauf und das Verfahren einer Kostenfortschreibung ist in der AKVS, Ziffer 3.2 (Kostenfortschreibung im Planungsprozess) bzw. 5.2 (Kostenfortschreibung im Bau befindlicher Maßnahmen) geregelt.

Die AKVS kann über den FGSV Reader abgerufen werden.

Regelung bei Straßen.NRW

Das Referat Planung (SG Einzelplanung) des Betriebssitzes prüft und genehmigt die vorlagepflichtigen Kostenfortschreibungen von Straßenentwürfen. Das Referat KIB wird beteiligt, wenn die Kostenänderungen auch durch die im Streckenentwurf enthaltenen konstruktiven Ingenieurbauwerke hervorgerufen werden. Kostenfortschreibungen für Straßenentwürfe werden in den REBI-ING nicht geregelt.

Kostenfortschreibungen für konstruktive Ingenieurbauten, die nicht Bestandteil eines Streckenentwurfs sind, werden am Betriebssitz durch das Referat KIB bearbeitet.

Bestandteile und Umfang der Kostenfortschreibung

- **Titelblatt mit Unterschriften/Stempeln**

Auf richtige Angabe der Stufe der Kostenermittlung achten, hier: „x-te Kostenfortschreibung“ (nicht „Kostenberechnung“ wie im BW-Entwurf)

- **Strukturierte Begründung der Kostenfortschreibung**

Kostenfortschreibungen beziehen sich immer auf die gesamte Baumaßnahme und sind eingehend und nachvollziehbar entsprechend der Hauptgruppen des Kostenberechnungskatalogs (KBK) nach Anlage 2 der AKVS zu begründen. Hierzu ist die Anlage 5 bzw. 10 der AKVS „Strukturierte Begründung der Kostenfortschreibung in der Planung bzw. während der Baudurchführung“ zu verwenden, die häufige Gründe für Kostensteigerungen beispielhaft angibt.

- **Übersichtslageplan**

idealerweise auch noch eine Bauwerksskizze und ein plakatives Foto.

- **Formblätter nach AKVS:**

Die aktuellen Formblätter mit Ausfüllhilfen sind im Intranet zu finden:

Formblätter AKVS Kostenberechnung | Straßen.NRW

A	Übersicht der Gesamtkosten und Verteilung auf die Beteiligten
A^{BW}	falls Auswirkungen auf einen Streckenentwurf vorhanden sind
B	Zusammenstellung der Kosten für die Hauptteile
C	Zusammenstellung der Kosten für die Teile
D	Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppen
$E^{BWÜ}$	Zusammenstellung der Einzelkosten (Unterabschnitte)

E^{BW} Zusammenstellung der Einzelkosten (Einzelpositionen) -> Ausdruck bepreistes LV

- **Darüber hinaus für die Haushaltseinstellung:**

a) Maßnahme in der Planungsphase (auch Kostensteigerungen nach Submissionsergebnis)

Anlage 05 Strukturierte Begründung der Kostenfortschreibung in der Planungsphase

Anlage 06 Übersicht Begründung Kostenänderung bei Maßnahmen in der Planung

Anlage 07 Bau- und Finanzierungsablauf zur Haushaltseinstellung

Anlage 12 Übersicht Kostenentwicklung der Straßenbaumaßnahme

b) Maßnahme im Bau

Anlage 10 Strukturierte Begründung der Kostenfortschreibung in der Bauphase

Anlage 08 Baubegleitendes Projektcontrolling

Anlage 11 Übersicht Begründung Kostenänderungen bei Maßnahmen im Bau

Anlage 12 Übersicht Kostenentwicklung der Straßenbaumaßnahme

Anlage 13 Einplanungsblatt zum Straßenbauplan (erstellt von MPM, BS oder NL, je nachdem)

1.2.3 Vorlageregelungen

Zuständigkeiten und Vorlagegrenzen bei der Kostenfortschreibung

Die Zuständigkeit für die Unterzeichnung bzw. Genehmigung von Kostenfortschreibungen erfolgt analog zu den Regelungen für Bauwerksentwürfe gemäß der ARV Nr.39 der Abteilung Technik. Maßgebend sind die neuen Kosten.

Besprechungspflichten, wie sie in der ARV 39 für Bauwerksentwürfe festgelegt sind, gelten für Kostenberechnungen nicht.

Kostenberechnungen, die dem Betriebssitz zur Genehmigung bzw. Einholung der Genehmigung bei den zuständigen Ministerien des Landes bzw. Bundes vorzulegen sind, sind im Regelfall in 3-facher Ausfertigung bei Maßnahmen des Landes und in 4-facher Ausfertigung bei Maßnahmen des Bundes vorzulegen. Bei mehreren beteiligten Kostenträgern ist die Anzahl der Exemplare vorab mit dem Betriebssitz abzustimmen.

Vorlageregelung für Bauwerksskizzen der Streckenentwürfe

Siehe Kap. 1.1.2 Bauwerksskizzen.

Vorlageregelung für die Prüfung und Genehmigung von Bauwerksentwürfen

Unabhängig von der Höhe der Kosten sind für alle Ingenieurbauwerke, die als solche in der DIN 1076 definiert sind, Bauwerksentwürfe nach RAB-ING zu erstellen.

Die Vorlagegrenzen für Entwürfe sind in der ARV Nr.39 der Abteilung Technik, Anlage 2 geregelt. Abbildung 1-2: Vorlageregelung für Bauwerksentwürfe - Auszug aus ARV Nr. 39 der Abteilung Technik, Anlage 2 ist ein Auszug daraus und enthält die entsprechenden Regelungen für konstruktiven Ingenieurbauten.

Für Bauwerksentwürfe, bei denen eine Besprechungspflicht mit den Verkehrsministerien des Bundes oder Landes besteht, erfolgt die Terminvereinbarung über das SG Neubau und Erhaltung, Bauwerksmanagement am BS. Um Verzögerungen in der Entwurfsaufstellung zu vermeiden ist der Gesprächsbedarf rechtzeitig von den RNL anzumelden. Die Besprechung ist anhand aussagekräftiger Unterlagen durchzuführen (der Bauwerksentwurf muss noch nicht fertig gestellt sein). Eine Besprechung nach Abschluss der Variantenuntersuchung hat sich bewährt.

Bei Bauwerksentwürfen die am BS vorzulegen sind erfolgt eine Entwurfsprüfung durch das SG Neubau und Erhaltung, Bauwerksmanagement. Im Anschreiben zur Vorlage sind mindestens die Angaben gemäß dem Musteranschreiben Betriebssitz Vorlagen für den Bauwerksentwurf | Straßen.NRW anzugeben. Das Ergebnis wird der zuständigen Regionalniederlassung nach abgeschlossener Prüfung in Form eines Prüfvermerks mitgeteilt.

Die straßenplanerische und sicherheitstechnische Überprüfung der Entwürfe (Sicherheitsaudit) findet in der Niederlassung statt und ist bei vorlagepflichtigen Bauwerksentwürfen im Vorlageschreiben zu bestätigen. Die Bestätigung erfolgt nicht auf den Plänen!

Die Vorgaben des Bundesnaturschutzgesetzes sind anzuwenden (unter Beteiligung der Abteilung Planung, Landespflege; Abteilung Bau, Landschaftsbautechnik).

Nr.	Art des Vorhabens	Gesamtkosten bzw. andere Kriterien (Beträge sind in Brutto angegeben, sofern nichts anderes vermerkt)	Besprechung [1] mit:	Anzahl der Vorlagen zur Prüfung, Unterzeichnung bzw. zur Genehmigung [2]	Unterzeichnung bzw. Genehmigung durch
Bauwerksentwürfe für Konstruktive Ingenieurbauten					
Referat Konstruktiver Ingenieurbau					
22.	**Neubau und Ersatzneubau von Brücken**				
	Bundesstraßen	< 1 Mio.€	-	-	Region/Niederlassung
		≥ 1 Mio.€ bis 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€ bis 7 Mio.€	BS, VM, BMVI	4 fach [3]	Betriebssitz
		≥ 7 Mio.€	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
		Gesamtlänge ≥ 100 m oder Sonderbauweisen [7]	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
	Landesstraßen	< 1 Mio.€			Region/Niederlassung
		≥ 1 Mio.€ bis 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
		Gesamtlänge ≥ 100 m oder Sonderbauweisen [7]	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
23.	**Neubau von Tunneln**				
	Bundesstraßen	< 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€ bis 7 Mio.€	BS, VM, BMVI	4 fach [3]	Betriebssitz
		≥ 7 Mio.€	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
		Gesamtlänge ≥ 150 m	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
	Landesstraßen	< 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
		Gesamtlänge ≥ 150 m	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
24.	**Neubau von sonstigen Ingenieurbauwerken (z.B. Trogbauwerke, Stützwände, LSW, VZB, Hangsicherungen, RRB)**				
	Bundesstraßen	< 1 Mio.€			Region/Niederlassung
		≥ 1 Mio.€ bis 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
		Sonderbauweisen [7]	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
	Landesstraßen	< 1 Mio.€			Region/Niederlassung
		≥ 1 Mio.€ bis 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
		Sonderbauweisen [7]	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
Instandsetzungsentwürfe für Konstruktive Ingenieurbauten					
25.	**Instandsetzung, Umbau und Verstärkung von Brücken und sonstigen Ingenieurbauwerken**				
	Bundesstraßen	< 1 Mio.€			Region/Niederlassung
		≥ 1 Mio.€ bis 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
		Sonderbauweisen [7]	BS, VM, BMVI	4 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
	Landesstraßen [8]	< 1 Mio.€			Region/Niederlassung
		≥ 1 Mio.€ bis 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
		Sonderbauweisen [7]	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz
26.	**Instandsetzung und Erneuerung von Tunneln**				
	Bundesstraßen	< 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€ bis 5 Mio.€	BS, VM, BMVI	3 fach [4]	Betriebssitz
		≥ 5 Mio.€	BS, VM, BMVI	3 fach	VM, BMVI (Gesehenvermerk)
	Landesstraßen [8]	< 2 Mio.€	BS	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 2 Mio.€ bis 3 Mio.€	BS, VM	1 fach [3]	Region/Niederlassung
		≥ 3 Mio.€	BS, VM	3 fach [4] [5]	Betriebssitz

[1] Konstruktiver Ingenieurbau: Die Besprechung erfolgt nach der Festlegung der wesentlichen Bauwerksparameter (Stützweiten, Querschnittsform, Hauptbaustoffe, Bauablauf, Kostenschätzung, ...).

[2] Zur Erteilung des Gesehenvermerkes vorzulegende Unterlagen siehe AKVS 11/2020, Anlage 15 bzw. Hinweise in der ARV Nr. 14 Abteilung Technik - Planung

[3] Abstimmungstermine nach Bedarf sind mit dem Betriebssitz zu erfolgen

[4] grundsätzlich 3 Ausfertigungen für den Landesbetrieb Straßenbau NRW + Anzahl Ausfertigungen für Vereinbarungspartner (VP)

[5] Die Vorlage der folgenden Unterlagen ist in der Regel ausreichend: Erläuterungsbericht, Kostenberechnung, Baugrundgutachten und Bauwerkspläne
Die Vorlage kann in Absprache mit dem BS in digitaler Form (pdf-Dateien) erfolgen.
Die Rückgabe eines geprüften Exemplars an die RNL erfolgt nicht. Die Prüfbemerkungen des BS werden der RNL als formloser Prüfbericht mitgeteilt.

[6] Die Weiterleitung der geprüften und genehmigten Belegexemplare an die Ministerien erfolgt durch den BS.

[7] Die Weiterleitung eines geprüften und genehmigten Belegexemplars ans VM erfolgt durch den BS.

[8] Bauwerke gemäß RE-ING mit außergewöhnlichen Konstruktionen, besonderer Gestaltung oder Abweichungen vom Regelwerk

[9] gilt sinngemäß auch für Kreisstraßen

Veranschlagung von Baumaßnahmen im Bundeshaushalt - Einstellung in den Straßenbauplan (SBP)

Nach Artikel 3 des Straßenbaufinanzierungsgesetzes ist über die Verwendung der Straßenbaumittel für die Bundesstraßen ein SBP als Anlage zum Haushaltsplan aufzustellen. Oberhalb festgelegter Veranschlagungsgrenzen müssen Straßenbaumaßnahmen an Bundesfernstraßen einzeln in den SBP eingestellt werden. In der AKVS 2014, Ausgabe 04/2023 wird das Verfahren zur Einstellung in den SBP geregelt. Die zurzeit gültigen Veranschlagungsgrenzen sowie die für Einstellung erforderlichen Unterlagen sind in der Anlage 15 zusammengestellt. Eine Übersicht über die Veranschlagungsgrenzen ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1-4: Veranschlagungsgrenzen

Veranschlagungsgrenzen von Einzelmaßnahmen im Straßenbauplan (Bundesstraßen)			
Tabelle im SBP	Zweckbestimmung / Maßnahmenart	Veranschlagung im SBP (T€)	Titel Haushalt
1	Bedarfsplanmaßnahmen – Neubau Bundesstraßen	> 5.000	741 22
3	Erhaltungsmaßnahmen Bundesstraßen ohne Brückenertüchtigungen > 5 Mio. €	> 5.000	741 42
4	Brückenertüchtigungsmaßnahmen Bundesstraßen > 5 Mio. €	> 5.000	741 42
5	Um- Und Ausbaumaßnahmen Bundesstraßen	> 5.000	741 45
6	Sonstige Maßnahmen an Bundesstraßen, darin		
	- Lärmsanierungsmaßnahmen	> 2.000	741 49
	- Hochbauten > 2 Mio. €	> 2.000	711 22 712 22
	- Fernmelde-/SWIS-Anlagen	> 3.000	742 23
	- Betriebstechnische Nachrüstung Tunnel	> 3.000	742 24
	- Verkehrsbeeinflussung	> 3.000	742 25
	- Maßnahmen zur Änderung von Überführungen (§12 EKrG) und an Bahnübergängen	> 5.000	745 23 745 24 745 25

Maßgeblich für die Veranschlagungsgrenze ist die genehmigte AKVS der Gesamtmaßnahme vor Baubeginn (vor Veröffentlichung der Bauverträge – Ausnahme bauvorbereitende Leistungen) unabhängig von genehmigten Kosten einzelner Bauwerksentwürfe. Sofern eine Maßnahme während der Bauausführung durch Kostenerhöhungen die Veranschlagungsgrenze überschreitet, ist eine nachträgliche Einstellung in den SBP mit der Kostenfortschreibung erforderlich. Für die Vorlagegrenzen der Entwurfs- und Kostenunterlagen ist die ARV Nr. 39 der Abt. Technik und Umwelt zu beachten.

Die Veranschlagungsgrenzen beziehen sich nur auf die aus dem Bundeshaushalt zu finanzierenden Kostenanteile. Kostenanteile Dritter werden nicht berücksichtigt. Bei EKrG-

Maßnahmen bezieht sich die Veranschlagungsgrenze auf die Summe der aus dem Bundesfernstraßenkapitel 1201 und dem Eisenbahnkapitel 1202 zu leistenden Kostenanteile.

Bei Kostenerhöhung nach Einstellung in den SBP ist zusammen mit der erforderlichen Kostenfortschreibung ein Kostenerhöhungsantrag für den SBP zu stellen. Eine Kostenfortschreibung mit Kostenerhöhung im SBP ist zwingend erforderlich, wenn absehbar mit der nächsten Vergabe die bisher genehmigten Kosten überschritten werden. Die Unterlagen hierfür sind rechtzeitig vorzulegen, dass die Genehmigung vor der Vergabe vorliegt.

Für die Zusammenstellung der notwendigen Unterlagen für die Einstellung in den SBP einschl. Kostenerhöhungen hat das Referat MPM eine Arbeitshilfe mit Checklisten für die unterschiedlichen Anwendungsfälle zusammengestellt und im Intranet veröffentlicht.

1.2.4 Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

Grundlagen

Die Entwürfe für ein Bauwerk sollen in der Regel nur unter Verwendung geregelter Bauprodukte und auf der Grundlage eingeführter Bemessungsgrundlagen erstellt werden.

Die gültigen Vorschriften für Bundesfernstraßen sind in den Regelwerken des Bundes (z.B. RE-ING, RE-TUNNEL, RIZ-ING, BEM-ING, ZTV-ING, TL/TP-ING) und ergänzenden Allgemeinen Rundschreiben des Bundes (ARS) festgelegt. Für Bauwerke im Zuge von Landesstraßen gelten in der Regel die gleichen Grundlagen.

In deutschen oder europäischen Bemessungsregeln (DIN, DIN EN, …) wird meist auch festgelegt, für welche Bauprodukte sie gelten. Durch ergänzende Regelungen, z.B. ZTV-ING oder ARS, kann die Verwendung von bestimmten Bauprodukten, die nach den Bemessungsregeln grundsätzlich zugelassen sind, für bestimmte Anwendungsbereiche jedoch eingeschränkt oder ausgeschlossen werden.

Die Regelung der Bauprodukte erfolgt durch:

- Produktnormen (z.B. DIN, DIN EN),
- Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfbedingungen (TL, TP bzw. TL/TP),
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) oder
- Europäische Technische Bewertungen (ETA).

Es ist zu beachten, dass nicht jedes Bauprodukt, für das ein technisches Regelwerk vorliegt, automatisch für die Verwendung an konstruktiven Ingenieurbauten im Zuge von Straßen zugelassen ist.

In besonders begründeten Ausnahmefällen kann mit einer ZiE von den zuvor genannten Regelungen abgewichen werden. Eine solche Zustimmung gilt immer nur für ein konkretes Bauvorhaben und ist nicht übertragbar.

Sobald im Zuge der Projektbearbeitung erkennbar ist, dass eine ZiE für eine Baumaßnahme erforderlich wird, ist Kontakt mit dem Referat KIB des Betriebssitzes aufzunehmen.

Antragsstellung

Die Beantragung einer Zustimmung im Einzelfall erfolgt bei dem Referat KIB des Betriebssitzes durch die zuständige Niederlassung.

Die erforderlichen Unterlagen können auch in digitaler Form vorgelegt werden.

Der Antrag besteht im Regelfall aus:

- Deckblatt „Zustimmung im Einzelfall“ (siehe *Intranet→ Abt. Technik und Umwelt / Konstruktiver Ingenieurbau / Neubau und Erhaltung, Bauwerksmanagement / Fachthemen → Vorlagen für den BW-Entwurf)*
- Ausführlicher Erläuterungsbericht

  Im Erläuterungsbericht ist der Grund für die Abweichung vom eingeführten Regelwerk zu erklären. Außerdem ist darzustellen wie sichergestellt wird, dass mit der geplanten Ausführung alle Anforderungen an Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und ggf. Verkehrssicherheit erreicht werden. Es ist zu erläutern wie die Qualitätssicherung erfolgt und eine wirtschaftliche Bewertung ist in der Regel ebenfalls erforderlich.
- Anlagen, z.B. Gutachten, Versuchsberichte, Prüfberichte

Bei Projekten an Bundesfernstraßen sind mindestens 4 und bei Landesstraßen mindestens 3 Exemplare erforderlich. Bei Beteiligung von weiteren Institutionen (z.B. BASt oder DB AG) sind ggf. weitere Exemplare erforderlich.

Der Antrag wird am BS geprüft und anschließend an das VM weitergeleitet.

Genehmigung der ZiE

Die Genehmigung einer ZiE erfolgt durch das Ministerium für Verkehr NRW (VM). Bei Projekten im Zuge von Bundesfernstraßen holt das VM vorab das Einverständnis des Bundesverkehrsministeriums ein.

Beispiele

Nachfolgend werden einige Beispiele genannt, bei denen die Erteilung einer Zustimmung im Einzelfall erforderlich ist:

- Verwendung nicht zugelassener Stahl- oder Betonsorten
- Ansatz verminderter Sicherheitsbeiwerte (z.B. beim Abbruch oder in Bauzuständen),
- Spannverfahren, die noch keine offizielle Zulassung haben.

1.3 Bauwerksentwurf

1.3.1 Allgemeines/Grundlagenermittlung

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 18/2023: Fortschreibung der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksplanungen für Ingenieurbauten (RAB-ING), Ausgabe 2023/01,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 1 REF 2, 1. Fassung: Koordinatensysteme im Entwurf und in der Ausführungsplanung von Ingenieurbauwerken,
  ARV Nr. 39 der Abteilung Technik: Aufgabenabgrenzung zwischen Regionen/Niederlassungen und dem Betriebssitz für die Aufgabenfelder Planung, Bau, Betrieb und Verkehr sowie Gebäudemanagement einschließlich der Regelungen für die Vorlage von Entwürfen und Entwurfsunterlagen nach RE,
  ARV Nr. 113 der Abteilung Technik: Teileinführung von Building Information Modeling (BIM) bei Straßen.NRW,
  Austausch von CAD-Daten im Konstruktiven Ingenieurbau.

Nur ein genehmigter Bauwerksentwurf bildet die rechtliche / haushaltsrechtliche Voraussetzung für die Ausführung der Baumaßnahme.

Sofern Bauwerksskizzen aus einem Streckenentwurf vorhanden sind, ist der Bauwerksentwurf auf deren Grundlage zu erstellen.

Dabei haben die Kriterien der Trag- und Verkehrssicherheit, Gestaltung, Gebrauchsfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit einen wesentlichen Stellenwert.

Anhand statischer Nachweise und spezieller Festlegungen wird das Tragwerk dimensioniert.

Gewichtsbeschränkungen für die Herstellung und den Transport von Fertigteilen sind zu beachten.

Für die Detailplanung sind die entsprechenden Richtzeichnungen zu beachten.

Das aktuelle amtliche Raumbezugssystem ETRS89/UTM erfordert eine intensivere Abstimmung des Brückenentwurfs mit der Vermessung.

Bereits bei der Entwurfsbearbeitung haben sich die Planungen an den späteren Erfordernissen für die Bauwerksprüfung und -erhaltung auszurichten.

Grundlage für die Erstellung des Bauwerksentwurfes ist die „Richtlinie für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen“ (RAB-ING).

Der Bauwerksentwurf muss gemäß RAB-ING Teil 1 Abschnitt 2 folgende Unterlagen enthalten (vgl. Musterinhaltsverzeichnis der RAB-ING):

- Erläuterungsbericht,
- Übersichtsplan,
- Kostenberechnung (Regelungen siehe AKVS 2014),
- Straßenquerschnitt,
- Höhen- und Lagepläne,
- Geotechnische Untersuchungen, Gutachten, Berichte, Dokumentationen,
- Bauwerkspläne und
- Entwurfsstatik (ist nicht Bestandteil der zur Genehmigung vorzulegenden Unterlagen).

Hinweis: Für das Schriftfeld Bauwerksplan sowie Planspiegel sind die Vorlagen nach CAD-Standard zu verwenden.

Für Maßnahmen des Bundes sind immer die Formblätter gemäß RAB-ING Teil 1 Abschnitt 3 auszufüllen.

Bei der Entwurfserstellung sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Liegt ein genehmigter Streckenentwurf vor?
- Wurden die im RE-Vorentwurf (Bauwerkskizze) festgelegten Lärmschutzwandhöhen oder –längen im Rahmen der Genehmigung oder Planfeststellung geändert?

  Die Prüfbarkeit von Lärmschutzwänden ab 6,50 m Höhe auf der Strecke und ab 5,00 m auf Bauwerken ist im Rahmen des Vorentwurfs nachzuweisen (ARS 24/2016) und im Formblatt „Anlage-REBI-LSW_Prüfkonzept Ausführg_BW-Entwurf“ zu dokumentieren. Hinweise zur Anwendung dieses Formblattes gibt die entsprechende Ausfüllhilfe in der Anlage-REBI.

- Wurden die individuellen Randbedingungen abgefragt?

  Dazu gehören grundsätzlich die Geländebewertung, die Berücksichtigung der bestehenden Bebauung, Planungen Dritter, der Denkmalschutz sowie Leitungen und Querschnitte aller beteiligten Verkehrswege. Daneben ist die Einholung von Baugrundgutachten (siehe Kap. 1.3.4 Baugrunderkundung) und optional auch die Erstellung einer Machbarkeitsstudie erforderlich.

- Sind die baurechtlichen und planungsrechtlichen Voraussetzungen erfüllt?

  Liegt ein Planfeststellungsbeschluss vor, dann sind die Festlegungen zwingend zu beachten und in den Entwurf einzuarbeiten. Erfolgt der Planfeststellungsbeschluss zu einem späteren Zeitpunkt bzw. wird dieser erst später rechtskräftig, ist der Entwurf auf

diese Voraussetzungen hin zu überprüfen. Bei Beteiligung Dritter (z.B. Kommunen, DB InfraGO AG, Telekom, etc.) müssen ggf. Verwaltungs- oder Kreuzungsvereinbarungen abgeschlossen werden.

Auch im Rahmen von Erhaltungsentwürfen oder der Bauwerksinstandsetzung sind die Vorgaben des jeweiligen Rechtsgebietes zu beachten (hierzu kann das zuständige Referat Planung/ Sachgebiet Planfeststellung und Vereinbarungen oder Referat Recht / SG Anbau, Sondernutzung, Versicherungen im BS kontaktiert werden)

Ebenfalls im Rahmen von Erhaltungsentwürfen oder der Bauwerksinstandsetzung sind die Vorgaben des Bundesnaturschutzgesetztes zu beachten (unter Beteiligung der Abteilung Planung, Landespflege; Abteilung Bau, Landschaftsbautechnik).

Zudem ist das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) zu beachten, welches am 18.12.2019 in Kraft getreten ist. Insbesondere das „Berücksichtigungsgebot“ gemäß § 13 KSG ist durch die Straßenbauverwaltung in allen Planungsstufen der Straßenplanung von der Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung bis zur Ausführungsplanung grundsätzlich bindend. Dabei sollten im Vorfeld konkreter Planungen entsprechende „Alternativen“ mit Focus auf den Klimaschutz auf ihre Umsetzbarkeit geprüft werden. Weitere Hinweise zum Umgang mit § 13 KSG sind im Intranet unter Abt. Technik und Umwelt / Planung / Fachthemen / Landespflege und / Planfeststellung verfügbar.

- Ist die Finanzierung sichergestellt? (siehe Abschnitt 1.2)

  Stimmt die Kostenberechnung des Bauwerksentwurfes nach RAB-ING mit den Kosten des Streckenentwurfs überein?
  Hinweis:
  Für die Kostenberechnung kann für die überschlägige Ermittlung der Bewehrungsmengen Tabelle 3-8: Überschlägige Ansätze der Bewehrungsmengen je m3 Betonvolumen des Bauteils, herangezogen werden.

- Ist der geplante Grunderwerb ausreichend?

  Hierzu sind die Flächenangaben für das geplante Bauwerk, die Zuwegungen und Flächen der vorübergehenden Inanspruchnahme, wie z.B. der Platzbedarf für einzelne Bauphasen und Baubehelfe als auch für Lagerflächen, zu ermitteln. Die temporäre Inanspruchnahme von Flächen kann umweltrechtliche Konflikte und/oder behördlichen Abstimmungsbedarf auslösen. In diesen Fällen ist die Abteilung Planung bzw. die Abteilung Bau/Landschaftsbautechnik (Umweltbaubegleitung) zu beteiligen.

- Ist ein Gestaltungsentwurf vorhanden bzw. soll noch ein Realisierungswettbewerb erfolgen?

- Wird die Bearbeitung des Bauwerksentwurfes durch ein Ingenieurbüro durchgeführt?
  Hierzu ist ein Ingenieurvertrag gemäß HVA F-StB abzuschließen.

- Liegt die Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS 2014) vor?
- Liegen die Formblätter 1.1.1 – 1.1.3 nach RE-ING Teil 1 Abschnitt 1 bei?

BIM Anwendung

Bei Neu- Um-, Ausbau- und Erhaltungsmaßnahmen des Bundes im Bundesfernstraßenbereich, sowie bei Neubau und Ersatzneubau von Brücken > 20 m, Trögen und Tunneln im Landesstraßenbereich sind die Regelungen der ARV Nr. 113 der Abteilung Technik zu beachten.

1.3.2 CAD-Standard und Planspiegel

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- Austausch von CAD-Daten im Konstruktiven Ingenieurbau.
- ARS 18/2023: Fortschreibung der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksplanungen für Ingenieurbauten (RAB-ING), Ausgabe 2023/01.

CAD-Standard

Der CAD-Standard ist bei der Erstellung von Plänen für den Bauwerksentwurf, die Bauausführung und für die Bestandspläne anzuwenden. Die Anwendung von Dritten wird in Ingenieur- und Bauverträgen vereinbart. Für externe Nutzer steht der CAD-Standard zum Download in Internet zur Verfügung.

Die Programme AutoCAD und Allplan sind im Konstruktiven Ingenieurbau des Landesbetriebs Straßenbau NRW die CAD-Standardsoftware. Daher wurden unter Mitwirkung der Niederlassungen auf dieser Grundlage u. a. das Muster des Planspiegels, die Layerstrukturen, die Stiftzuordnungen und das Übergabeformat festgelegt. Abbildung 1-3: Planspiegel mit zusätzlichen Planspiegelelementen gem. CAD-Standard für den Bauwerksentwurf

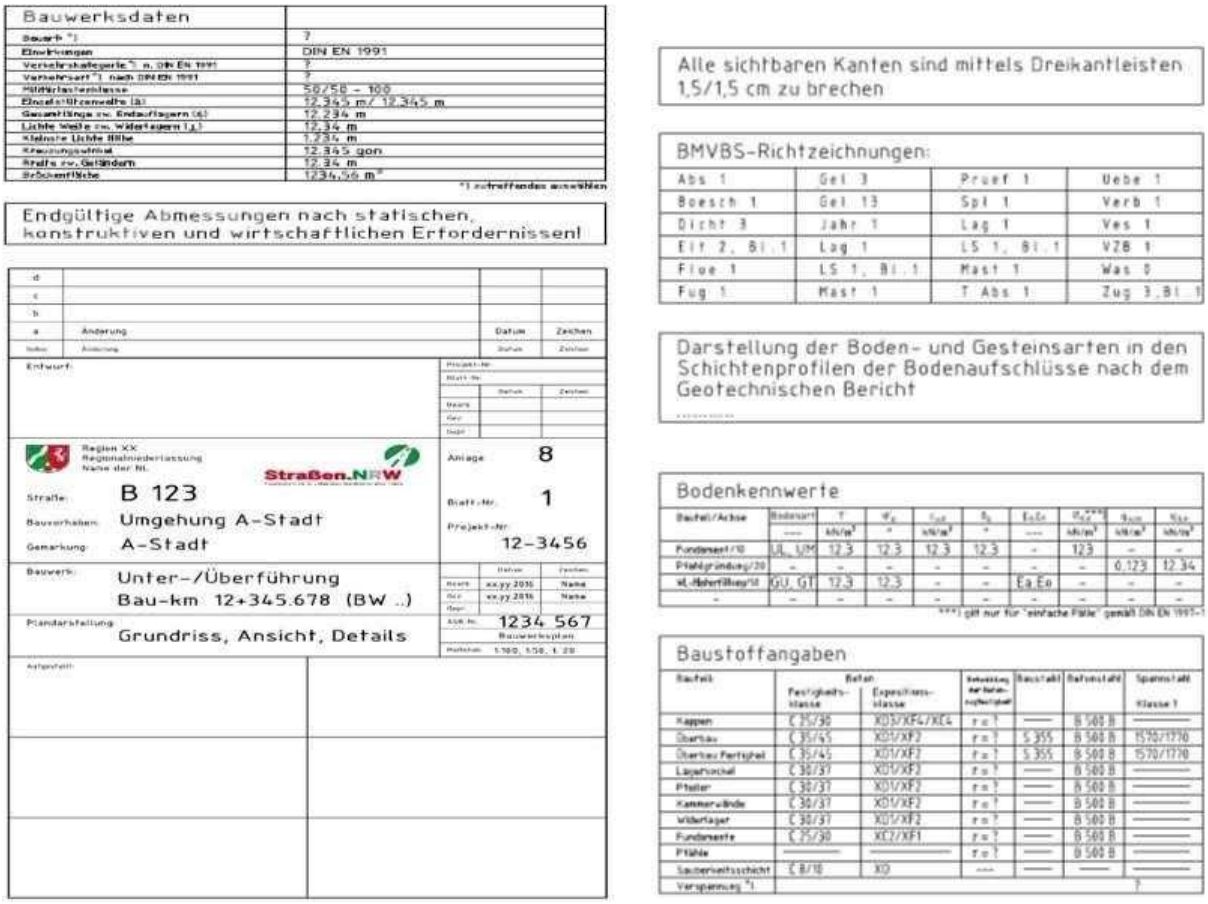


Abbildung 1-3: Planspiegel mit zusätzlichen Planspiegelelementen gem. CAD-Standard für den Bauwerksentwurf

Hinweis:

Das Feld für den r-Wert bei den Baustoffangaben ist ein Auswahlfeld. Unabhängig von einer Voreinstellung ist der nach 2.1 festgelegte r-Wert auszuwählen.

Planspiegel für den Bauwerksentwurf

Folgende Regeln sind bei den Stempelfeldern gemäß Abbildung 1-4: Planspiegel für den Bauwerksentwurf zu beachten:

a) Allgemeines

Der Planspiegel ist entsprechend den Festlegungen im CAD-Standard gemäß Abbildung 1-4 zu erstellen.

Alle Entwürfe sind im Planspiegel unabhängig von der Vorlagegrenze mit mindestens vier Stempelfeldern zu versehen. Die Stempelfelder 8 und 9 sind optional und können bei Bedarf für weitere Vermerke vorgesehen werden, wenn dies im Ausnahmefall für den Bauwerksentwurf erforderlich ist.

b) Felder 1 - 4

In den Feldern 1 - 4 wird der Bauwerksentwurf mit den erforderlichen Vermerken (aufgestellt, geprüft, gesehen und genehmigt) versehen.

c) Felder 5 - 6

In Feld 5 werden Name und Anschrift des an der Entwurfsaufstellung beteiligten Ingenieurbüros eingetragen. Im Feld 6 werden die Mitarbeitenden des Ingenieurbüros angegeben. Außerdem können dort die interne Projektnummer und Blatt-Nr. des Ingenieurbüros angegeben werden. Wenn kein Ingenieurbüro an der Entwurfsaufstellung beteiligt ist bleiben diese Felder leer.

d) Feld 7

Im Feld 7 werden die an der Entwurfsaufstellung beteiligten Mitarbeitenden der Regionalniederlassung angegeben.

e) Felder 8 und 9

Die Felder 8 und 9 sind optional für ggf. erforderliche weitere Vermerke.

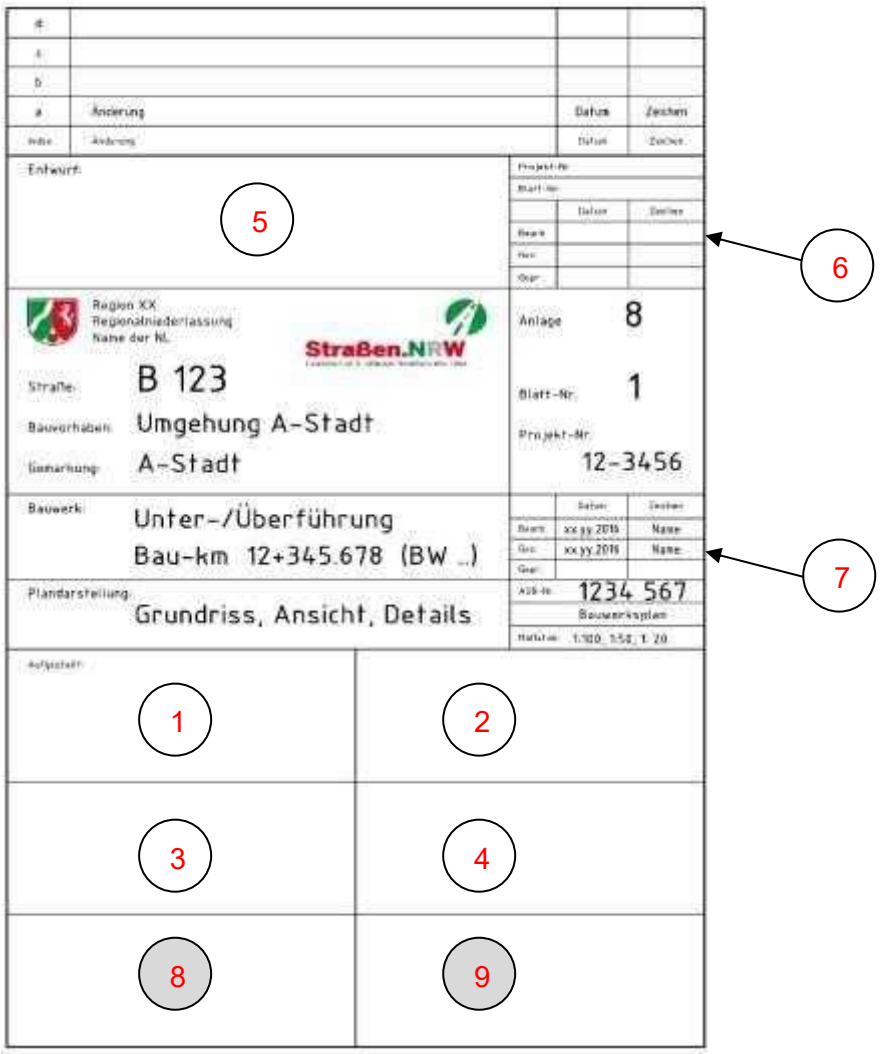


Abbildung 1-4: Planspiegel für den Bauwerksentwurf

1.3.3 Genehmigung von Bauwerksentwürfen

Die Unterschriftenregelung ist in der Geschäftsordnung des Landesbetriebs Straßenbau NRW geregelt und für Bauwerkentwürfe entsprechend anzuwenden.
Bauwerkentwürfe sind auf den Deckblättern zum Erläuterungsbericht und zur Kostenberechnung sowie auf den Bauwerksplänen entsprechend der folgenden Regelungen zu unterschreiben.

a) Nicht vorlagepflichtige Bauwerksentwürfe (Genehmigung in eigener Zuständigkeit in der RNL)

Die Qualitätssicherung (Entwurfsprüfung) ist durch interne Festlegungen innerhalb der Regionalniederlassungen sicher zu stellen.

- Die Projektleitung oder die Abteilungsleitung Bau unterschreibt als „aufgestellt“.

- Die Abteilungsleitung Bau oder die Niederlassungsleitung unterschreibt als „genehmigt“.

b) Vorlagepflichtige Bauwerksentwürfe (siehe 1.2.3)

- Die Projektleitung, Abteilungsleitung Bau oder die Niederlassungsleitung unterschreibt als „aufgestellt“.
- Die Sachbearbeitung aus dem Sachgebiet Neubau und Erhaltung, Bauwerksmanagement des Betriebssitzes unterschreibt als „geprüft“.
- Die weiteren Gesehen- und Genehmigungsvermerke erfolgen in Abhängigkeit von den Vorlagegrenzen gemäß ARV Nr. 69 der Abteilung Technik durch den Betriebssitz, sowie das Landes- und Bundesverkehrsministerium. Die Genehmigung von Entwürfen am Betriebssitz erfolgt durch die Sachgebietsleitung Neubau und Erhaltung, Bauwerksmanagement oder die Referatsleitung Konstruktiver Ingenieurbau.

1.3.4 Baugrunderkundung

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 68 der Abteilung Technik: Umsetzung der Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) sowie Anpassungen der Bundes-Boden-Schutz-Verordnung und der Deponieverordnung für Baumaßnahmen im Zuständigkeitsbereich von Straßen.

Veranlassung der geotechnischen Untersuchungen

Bereits im Rahmen der Aufstellung des Vorentwurfs für die Strecken sind nach RE 2012 Angaben bzw. eine Begründung für die Gründung der Ingenieurbauwerke erforderlich. In jedem Fall sind geotechnische Untersuchungen bzw. Baugrunderkundungen rechtzeitig vor der Erstellung des Bauwerksentwurfes durchzuführen. Die Beauftragung eines Sachverständigen für Geotechnik ist hierfür notwendig. Das aus der Bodenerkundung erwachsende Gutachten (allgemein als Geotechnischer Bericht oder Baugrundgutachten bezeichnet) wird vollständig Bestandteil des Bauwerksentwurfes und der Verdingungsunterlagen.

Baugrundgutachten haben den Zweck, den Aufbau und Charakter des anstehenden Baugrundes darzustellen und so das Baugrundrisiko zu minimieren. Dazu werden die ingenieurgeologischen, hydrologischen, geophysikalischen, boden- und felsmechanischen Eigenschaften des Bodens mittels Feld- und Laboruntersuchungen festgestellt und beschrieben. Diese Untersuchungen können

- vor Planungsbeginn einer Baumaßnahme erfolgen,
- ihre Durchführung begleiten,
- nach deren Abschluss der gutachterlichen Beweissicherung und -erhebung dienen.

Darüber hinaus enthält ein Baugrundgutachten ingenieurmäßige Schlussfolgerungen zu den notwendigen Gründungsmaßnahmen und bildet so auch eine Grundlage zur rechnerischen Dimensionierung der Gründung. Für weiterführende Informationen siehe DIN EN 1997-2 Kapitel 2 und DIN 4020 Kapitel 2.

Mit den folgenden Stichpunkten werden die wichtigsten Aspekte der Baugrunduntersuchungen genannt und mit Hinweisen auf das einschlägige Regelwerk und sonstige Literatur versehen. Besonders auf Umfang und Inhalt eines Baugrundgutachtens wird eingegangen.

Geotechnische Kategorien

Die Mindestanforderungen an Umfang und Qualität geotechnischer Untersuchungen, Berechnungen und Überwachungsmaßnahmen richten sich nach drei geotechnischen Kategorien. Diese definieren Gruppen, in die bautechnische Maßnahmen nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion des Bauwerks, der Baugrundverhältnisse sowie der zwischen ihnen und der Umgebung bestehenden Wechselwirkungen eingestuft werden.

Die geotechnische **Kategorie 1** umfasst Baumaßnahmen mit geringem Schwierigkeitsgrad bzgl. Bauwerk und Baugrund. Das Grundwasser liegt unterhalb der Gründungssohle. Geotechnische Nachweise können anhand vereinfachter Verfahren auf Grund von Erfahrungen erbracht werden. Bei der geotechnischen Kategorie 1 ist keine Unterscheidung zwischen Vor- und Hauptuntersuchungen zu treffen.

Die geotechnische **Kategorie 2** umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad. Bauwerke der Kategorie 2 erfordern eine ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerische Nachweise. Außerdem ist ein geotechnischer Entwurfsbericht zu erstellen, der Gründungsempfehlungen aufzeigt. Bei der geotechnischen Kategorie 2 ist ggf. eine Unterscheidung zwischen Vor- und Hauptuntersuchungen zu treffen. Die Kategorie 2 ist im Regelfall für den Brückenbau maßgebend.

Die geotechnische **Kategorie 3** umfasst Baumaßnahmen mit hohem Schwierigkeitsgrad, die nicht der Kategorie 1 oder 2 zugeordnet werden können. Dazu zählen vor allem:

- Konstruktionen mit hohem Sicherheitsanspruch oder hoher Verformungsempfindlichkeit,
- ungewöhnliche oder besonders schwierige Baugrundverhältnisse,
- ungewöhnliche Lastfälle,
- Konstruktionen in Gebieten mit hohem Erdbebenrisiko.

Im Einzelnen liegen die Bedingungen für die geotechnische Kategorie 3 vor bei

a) baulichen Anlagen wie

   - Bauwerke mit besonders hohen Lasten,

- Tiefe Baugruben (z.B. Tiefgaragen),
- Einrichtungen, die den Grundwasserspiegel vorübergehend oder bleibend verändern und damit ein Risiko für benachbarte Bauten bewirken,
- Hohlraumbauten,
- Weitgespannte Brücken,
- Deponien aller Art, ausgenommen nicht kontaminierte Böden und Felsaushübe,

b) besonders schwierigen Baugrundverhältnissen, wie z.B. geologisch jungen Ablagerungen mit regelloser Schichtung, rutschgefährdeten Böschungen, geologisch wechselhaften Formationen, quell- und schrumpffähigen Boden- und Felsarten;

Bei Fels liegen Bedingungen für die geotechnische Kategorie 3 vor, wenn er zur Auflösung oder zu starkem Zerfall neigt (z.B. Salz, Gips und veränderlich feste Gesteine) oder wenn er in Bezug auf das Bauvorhaben ungünstig verlaufende Störungszonen oder Trennflächen enthält,

c) gespanntem oder artesischem Grundwasser, wenn bei Ausfall der Entlastungsanlagen hydraulischer Grundbruch möglich ist,

d) Erdbebengebieten,

e) baulichen Anlagen oder Bauausführungen, von denen besondere Gefährdungen bautechnischer oder sonstiger Art auf die Umgebung ausgehen oder die Bauwerke selbst durch sonstige Einflüsse einer besonderen Gefährdung hinsichtlich Standsicherheit und eventuell auch Betriebssicherheit unterliegen,

f) Bergsenkungsgebieten, Gebieten mit Erdfällen, bei unkontrolliert geschütteten Geländeauffüllungen.

Bei der geotechnischen Kategorie 3 ist zwischen Vor- und Hauptuntersuchungen zu unterscheiden. Für weitergehende Informationen siehe DIN 4020 Abschn. 7.2

Sachverständiger für Geotechnik

Zur Definition des Sachverständigen für Geotechnik siehe DIN 4020 Kapitel A1.5.3.24. Das Verzeichnis der staatlich anerkannten Sachverständigen für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht findet sich unter:

- https://ikbaunrw.de/kammer/ingenieursuche/

Die Prüfstelle für Straßenbaustoffe und Baugrunduntersuchungen in Münster bietet die vollständige Palette geotechnischer und chemischer Baugrunduntersuchungen an.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl regional arbeitender Baugrundinstitute, welche geotechnische Berichte ebenso zuverlässig erstellen können.

Umfang des Baugrundgutachtens

Der Umfang eines Baugrundgutachtens ist von der Größe des Bauvorhabens (siehe Geotechnische Kategorie) und der Beschaffenheit des anstehenden Bodens abhängig.

Grundsätzlich ist ein „Geotechnischer Bericht nach DIN 4020“ zu beauftragen.

In Einzelfällen kann auch ein „Geotechnischer Untersuchungsbericht nach EC 7-1“ beauftragt werden (siehe DIN 4020 A 7).

Große Baumaßnahmen, besonders im Verkehrswegebau erfordern eine an den Planungsstand angepasste Genauigkeit der Baugrundkenntnisse. So wird für das Planfeststellungsverfahren, außer für Tunnelbauten, meist nur ein allgemeiner Überblick über die Baugrundverhältnisse benötigt (Vorgutachten).

Zur Festlegung der genauen Streckenführung sind Streckengutachten notwendig. Für die notwendigen Einzelbauwerke, z.B. Brücken, müssen spezielle Gutachten angefertigt werden.

Grundsätzlich setzt sich ein Gutachten aus der gutachterlichen Stellungnahme und den eigentlichen Baugrunduntersuchungen zusammen.

Aufgrund der Anforderungen der Ersatzbaustoffverordnung an die Untersuchung von Boden- und Felsmaterial müssen größere Probenmengen als bisher chemisch untersucht werden. Dieser Umstand ist bei der Ausschreibung von geotechnischen Untersuchungen zu berücksichtigen. Der geotechnische Sachverständige hat die umfangreichen Ergebnisse zu beurteilen. Art und Anzahl der Aufschlüsse müssen an die Notwendigkeiten der ErsatzbaustoffV angepasst werden.

Wissensdokumente zur Anwendung der ErsatzbaustoffV finden sich auf den Seiten des Referates Straßenbau und Landschaftsbau und des Prüfcenters

Gliederung des Baugrundgutachtens

Unabhängig vom Umfang der Untersuchungen muss ein Baugrundgutachten immer die folgenden Kapitel enthalten:

a) Anlass

In diesem Abschnitt sollte das Bauvorhaben formal kurz beschrieben werden. Die sich schon vor den näheren Untersuchungen abzeichnenden, besonderen grundbautechnischen Fragestellungen sind zu formulieren. Der Kreis der beteiligten Berater sollte genannt werden.

b) Unterlagen

Dieses Kapitel umfasst eine vollständige Zusammenfassung der vom Gutachter verwendeten, nicht von ihm selbst im Zusammenhang des vorliegenden Werkes erstellten Quellen. Die angegebenen Titel müssen nicht Bestandteil des Gutachtens

sein. Sie sollen aber in jedem Fall dem Amt auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden können.

c) Baugrundbeschreibung

Die Baugrundbeschreibung ist der zentrale Abschnitt des Gutachtens. In ihr werden die durchgeführten Felduntersuchungen und Laboruntersuchungen beschrieben und ausgewertet. Aus ihren Ergebnissen werden die gründungstechnischen Schlussfolgerungen hergeleitet. Grundlage der Baugrundbeschreibung sind DIN EN 1997-2 und DIN 4020. Sie beschreiben die notwendigen Bohrungen, Schürfe, Sondierungen und geophysikalischen Untersuchungen.

Dem Leser der Beschreibung muss klar sein, dass alle durchgeführten Untersuchungen nur punktuelle Aufschlüsse des Baugrundes sind. Die räumliche Verallgemeinerung dieser Erkenntnisse ist immer eine Interpretation, deren Qualität von der Sachkunde des Gutachters abhängt. Insofern sind seine Aussagen aus wissenschaftlicher Sicht immer kritisch zu hinterfragen. Da aber eine Bodenbeschreibung praktisch anwendbar sein muss, ist es notwendig, den Grad der Interpretation deutlich zu machen. Der Gutachter muss eindeutig kenntlich machen, welche Aussagen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit zutreffen und welche nur vorläufige Mutmaßungen sind, die der Ergänzung bedürfen. Werden Gutachten vor Abschluss aller Untersuchungen erstattet, ist der Anwender auf mögliche Korrekturen hinzuweisen.

d) Bodenmechanische Labor- und Felduntersuchungen

e) Einteilung in Homogenbereiche

Je nach beim Bauprojekt vorkommenden Gewerken müssen die in den ATV vorgesehenen Einteilungen in Homogenbereiche durchgeführt werden. Dies ist ein iterativer Prozess zwischen geotechnischem Sachverständigen und Entwurfsverfasser.

f) Gründungsempfehlung

Am Ende der Baugrunduntersuchungen steht eine vom Gutachter ausgesprochene, eindeutige Gründungsempfehlung. Sie ist die Schlussfolgerung aus den zuvor festgestellten Eigenschaften des anstehenden Bodens und seiner Beschreibung. Die vorgeschlagene Gründung muss ausführbar, wirtschaftlich vertretbar und auf das Bauwerkssystem abgestimmt sein. Die Umweltschutzbestimmungen müssen, z.B. bezüglich des Grundwasserflusses, eingehalten werden. Die äußere Standsicherheit muss nachgewiesen werden können. Das erwartete Setzungsverhalten des Bauwerks und eventuell vorhandener Nachbargebäude ist anzugeben, wobei klar sein muss, ob diese Zahlen das Ergebnis einer Berechnung oder einer sachverständigen Vermutung sind. Die vorgeschlagene Gründungsart darf sich nicht

auf spezielle Verfahren einzelner Anbieter beschränken, da bei der Ausschreibung der Arbeiten ein freier Wettbewerb möglich sein muss. Den Baufortschritt begleitende Messungen, z.B. Setzungsmessungen, sind zu nennen und deren Umfang anzugeben.

Sollten sich im Zuge der Untersuchungen mehrere für die Gründung mögliche Varianten ergeben, sind diese unter den Beteiligten zu diskutieren. Im endgültigen Gutachten, welches Grundlage der Ausschreibung wird, darf nur eine Gründung genannt werden. Damit sollen Diskussionen über alternative Gründungen (und damit Nachträge) mit der ausführenden Baufirma vermieden werden.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass die Ergebnisse aller Untersuchungen zweimal im Baugrundgutachten auftreten sollen. Zum ersten im Text des Gutachtens selbst, in zusammenhängender Bewertung. Dabei ist die Einteilung der Beschreibung nach Hauptbodenarten sinnvoller als nach Versuchsarten. Zum zweiten werden alle Untersuchungsergebnisse als Anlage beigefügt. Eine grafische Darstellung der Ergebnisse ist sinnvoll und notwendig. Bohr- und Versuchsprotokolle sind beizufügen.

Untersuchungen in Erdbebengebieten

Der Eurocode 8 Erdbeben gibt in seinen Teilen DIN EN 1998-1 Kapitel 3.1 und DIN EN 1998-5 Kapitel 4 Hinweise auf erweiterte geotechnische Untersuchungen und die Wahl der richtigen Erdbebenzonen, Baugrundklassen und des geeigneten Bauwerksstandortes.

Der Eurocode 8 Teil 1998-2 Anhang NA.A.1 (1) benennt die geotechnischen Voraussetzungen für die Anwendung der vereinfachten Auslegungsregeln der Erdbebenbemessung einfacher Brücken.

Hinweise zum Ingenieurvertrag

Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung werden in der HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) in der Anlage 1 „Beratungsleistungen“ unter Ziffer 1.4 beschrieben. Im HVA F-StB befinden sich Leistungsbeschreibungen zur Ausschreibung dieser Leistungen. Die Honorartafeln sind für die Straßenbauverwaltung nicht bindend, sollten aber bei der Honorarermittlung berücksichtigt werden.

Hinweise zu STLK

Der Leistungsbereich 103 „Bodenerkundung“ des Standardleistungskataloges (STLK) für den Straßen- und Brückenbau gibt vereinheitlichte Texte zur Bodenerkundung wieder.

Hinweise zum M GUB

Das „Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau“ (M GUB, zu finden im FGSV-Reader) gilt für den Straßenbau. Es soll dem Planer im Straßenbau sowohl hinsichtlich der neuen Anforderungen an den Umfang und die Qualität von geotechnischen Untersuchungen, der geotechnischen Berechnungen und der Überwachungen als auch im Hinblick auf die Fachkompetenz der geotechnischen Gutachter und Ingenieuren Hilfestellung geben.

Seit 2013 gibt es eine Ergänzung zum M GUB: das Das „Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau; Ergänzung für den Um- und Ausbau von Straßen“ (M GUB UA).

Arbeitsprogramm der Baugrunderkundung

Die für die verschiedenen Bauarten (Flachgründungen, Pfahlgründungen usw.) bekannten Besonderheiten müssen bei der Festlegung des Arbeitsprogramms beachtet werden. Ausführlich beschrieben werden diese in DIN EN 1997-2 Kapitel 2.2 und DIN 4020 Kapitel 2.2.

Hier sind besonders die Unterteilung in eine möglicherweise notwendige Voruntersuchung und eine immer durchzuführende Hauptuntersuchung von praktischem Interesse.

- Aufschlüsse

  Anordnung, Abstände und Aufschlusstiefen sind in DIN EN 1997-2 Anhang B.3 geregelt (siehe auch M GUB UA). In Absprache mit dem Sachverständigen für Geotechnik können diese an die Anforderungen und Gegebenheiten des aktuellen Projektes angepasst werden.

- Felduntersuchungen

  Möglicherweise zur Anwendung kommende Verfahren:

  Ortsbesichtigung, Ingenieurbiologie, Geophysikalische Untersuchungen, Schürfgruben, Bohrungen, Sondierungen, Plattendruckversuch, Messungen im Bohrloch, Grundwasser, Gase und Schadstoffe, visuelle und manuelle Baustellenverfahren.

  Übersichten mit Angaben zu Inhalten und Verfahrensweisen bei der Anwendung der genannten Verfahren finden sich in DIN EN 1997-2 Anhang A.

- Laboruntersuchungen

  Untersuchungen an Boden- oder Felsproben und deren Umfang werden in folgenden Regelwerken beschrieben:

  - Böden: DIN 18121 bis 18137,
  - Gesteine und Fels: Arbeitskreis 19 der DGGT,
  - Im Straßenbau: “Technischen Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau (TP BF-Stb)”,
  - Eine Übersicht über die gebräuchlichsten Versuche an Boden- und Gesteinsproben: DIN EN 1997-2 Anhang.
  - Ersatzbaustoffverordnung

Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden

Die Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden erfolgt nach DIN EN ISO 14688 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden;

- Teil 1: Benennung und Beschreibung
- Teil 2: Grundlagen der Bodenklassifizierung

Diese Norm ist der Ersatz für DIN 4022-1.

Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels

Die Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels erfolgt entsprechend den Regelungen nach DIN EN ISO 14689 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels

- Teil 1: Benennung und Beschreibung

Diese Norm ist der Ersatz für DIN 4022-1.

Bodenklassifizierung nach DIN 18196

In der DIN 18196 “Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke” wird eine Einteilung der Bodenarten in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichen Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften vorgenommen. Nicht betrachtet werden Fels und Böden mit Steinen und Blöcken über 40 % Massenanteil.

Einteilung in Homogenbereiche nach ATV

Mit ARS 19/2015 wurden für alle mit Arbeiten im Baugrund verbundenen ATV die alten Klassifizierungssysteme abgeschafft. Für alle Gewerke gilt jetzt eine Einteilung des anstehenden Baugrundes in Homogenbereiche. Dies bedeutet, dass der Baugrund für die infrage kommenden Gewerke individuell klassifiziert und ausgeschrieben werden muss. Die dafür notwendigen Aufschlussarbeiten und Laborversuche gehen über das bisherige Maß hinaus und sind beim Projektablauf entsprechend zu berücksichtigen. Da sich die Einteilung der Homogenbereiche an den auf dem Markt zur Verfügung stehenden Baugeräten orientieren muss, ist eine intensive Zusammenarbeit und Absprache zwischen Ausschreiber und Sachverständigem für Geotechnik notwendig.

Bodenklassifizierung nach DIN 18300

Die ATV „Erdarbeiten“ – DIN 18300 – gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbringen und Verdichten von Boden und Fels.

Sie gilt auch für das Lösen von Boden und Fels im Grundwasser und im Uferbereich unter Wasser, wenn diese Arbeiten im Zusammenhang mit dem Lösen von Boden und Fels über Wasser an Land ausgeführt werden.

Die DIN 18300 ist immer im Zusammenhang mit den ZTVE - StB zu betrachten. Im Zweifelsfall hat die ZTVE den Vorrang.

Bodenklassifizierung nach DIN 18301

Die ATV „Bohrarbeiten“ – DIN 18301 - gilt für Bohrungen jeder Art und Neigung in Boden, Fels und Auffüllungen insbesondere

- zur Erkundung und Untersuchung des Untergrundes, zur Wassergewinnung und -einleitung, zur Grundwasserabsenkung, zur Entwässerung, zur Entgasung,
- für Einpressarbeiten, Bohr- und Verpresspfähle, Bohrpfahlwände,
- zum Einbau von Tragelementen und Ankern.

Bodenklassifizierung nach DIN 18311

Die ATV „Nassbaggerarbeiten“ – DIN 18311 – gilt für das Lösen von Boden und Fels unter Wasser, einschließlich Laden, Fördern, und Ablagern des gelösten Bodens und Fels unter und über Wasser.

Bodenklassifizierung nach DIN 18319

Die ATV „Rohrvortriebsarbeiten“ – DIN 18319 – gilt für den unterirdischen Einbau von vorgefertigten Rohren beliebigen Profils durch Pressen, Bohren, Rammen oder Ziehen sowie das Lösen von Boden und Fels.

Bodenklassifizierung nach DIN 18324

Die ATV „Horizontalspülverfahren“ – DIN 18324 gilt für gesteuerte Bohrungen zwischen einem Eintritts- und Austrittspunkt.

Bodenklassifizierung nach ZTVE - StB

Die ZTVE-StB wird immer zusammen mit den ATV „Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art“ – DIN 18299 – und ATV „Erdarbeiten“ – DIN18300 – Vertragsbestandteil bei Arbeiten im Erdreich. Darüber hinaus gibt sie Vorgaben und Hinweise auf alle den Erdbau betreffenden Gewerke.

Merkblatt zur Qualitätssicherung bei der geotechnischen Erkundung (M QGeo E)

Das „Merkblatt zur Qualitätssicherung bei der geotechnischen Erkundung, Teil 1 Empfehlungen für die Ausschreibung der Aufschlussverfahren“ der FGSV verdeutlicht dem Bauherrn, dem Planer und dem Sachverständigen für Geotechnik sowohl die Anforderungen an die Qualität von geotechnischen Erkundungen als auch die Eignung der Erkundungsverfahren für die jeweiligen Baugrundverhältnisse. Außerdem erläutert es die erforderliche Fachkompetenz der ausführenden Unternehmen und Personen. Das Merkblatt unterstützt somit eine zielgerichtete, unmissverständliche Ausschreibung sowie eine qualitätsgerechte und wirtschaftliche Abwicklung von geotechnischen Erkundungsarbeiten. Es soll damit Informationslücken hinsichtlich Eignung und erzielbarer Qualität von Erkundungsverfahren schließen und zur Minimierung des Baugrundrisikos beitragen.

Merkblatt über das Bauen mit und im Fels

Dieses Merkblatt liefert dem Planer und den Ausführenden eine einheitliche Bezeichnung von Fels und veränderlichen Gesteinen und gibt technische Hinweise zum Bauen mit und im Fels.

Weiterführende Literatur

Handbuch Eurocode 7; Band 1 und 2, Beuth Verlag

Grundbau-Taschenbuch Teil 1: Geotechnische Grundlagen, Verlag Ernst & Sohn

Winfried Entenmann, Baugrunderkundungen, Expert Verlag

2 Hauptbaustoffe

2.1 Beton

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- DIN 1045-2:2023-08: „Beton“.

Mit der Einführung der ZTV-ING 2025/02 ersetzt DIN 1045-2:2023-08, die DIN EN 206 und die national festgelegten Änderungen und Ergänzungen zusammengefasst, den Bezug zum DIN-Fachbericht 100:2010-03, in dem die Regelwerke für die Betonherstellung DIN EN 203-1:2001-07 in Verbindung mit DIN 1045-2:2008-08 bisher zusammengefasst waren. Mit der Novellierung der DIN 1045:2023-08 wurde neben der technischen Überarbeitung auch das Betonbauqualitätskonzept (BBQ-Konzept) nach DIN 1045-1000:2023-08 neu eingeführt. Das BBQ-Konzept ermöglicht eine Differenzierung der Anforderungen an die Betonherstellung und Bauausführung im Hinblick auf die Komplexität der Bauaufgabe.

Festlegung des Betons

Die Festlegung des Betons gemäß DIN 1045-2:2023-08 kann auf drei Arten erfolgen: nach Zusammensetzung, nach Eigenschaften und als Standardbeton. Im Zuständigkeitsbereich der Straßenbauverwaltung wird „Beton nach Eigenschaften“ ausgeschrieben und dazu bestimmten Klassen zugeordnet. Im Vordergrund stehen hierbei die Expositionsklassen (für die Dauerhaftigkeit unter bestimmten Umweltbelastungen) und die Druckfestigkeitsklassen (bestimmt durch Statik und Expositionsklassen).

Aufgrund der Abhängigkeit der erforderlichen Druckfestigkeit sowohl von Statik als auch Expositionsklasse (der jeweils höhere Wert ist maßgebend), wird auf die Bestimmungen zum Nachweisalter der Betondruckfestigkeit im o.a. DIN 1045-2:2023-08 hingewiesen.

Der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse hat im Regelfall nach 28 Tagen zu erfolgen.

Nur unter bestimmten Bedingungen ist ein Nachweisalter von 56 Tagen zulässig. Diese Bedingungen sind in ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1.

Bereits in der Entwurfsphase ist anzugeben, mit welcher Festigkeitsentwicklung des Betons (r-Wert) gerechnet wurde. Die Verwendung eines langsam erhärtenden Betons ($r < 0{,}30$) ist zu begründen und die Verfügbarkeit sicher zu stellen – insbesondere wenn die Druckfestigkeitsklasse wie üblich nach 28 Tagen erreicht sein muss.

Die Verwendung von LP-Beton ist nach Möglichkeit auf die Expositionsklasse XF4 zu beschränken.

Bei der Einstufung in eine der XA -Klassen (Betonkorrosion durch chemischen Angriff) sind die örtlichen Verhältnisse (Aggressivität des Bodens und anliegender Wässer) zu beachten. Insbesondere bei der Klasse XA3 werden strengere Anforderungen an die Druckfestigkeit und den w/z-Wert gefordert. Angaben zum Boden und Grundwasser finden sich im Baugrundgutachten (siehe Abschn. 1.3.3).

Hochfester Beton

Die Anwendung von Beton der Festigkeitsklassen > C50/60 ist mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

Vergütung der Fremdüberwachung der Bauausführung von Beton

In Abhängigkeit von bestimmten Eigenschaften wird der Beton in die Überwachungsklassen 1 bis 3 eingestuft. Bei den Überwachungsklassen 2 und 3 ist seitens der Norm und der ZTV-ING eine Fremdüberwachung der Bauausführung erforderlich.

Der überwiegende Teil unserer Bauwerke fällt in die Überwachungsklasse 2 (vergleichbar früher „B II“) oder 3 und muss somit fremd überwacht werden.

Diese Fremdüberwachung wird nach ZTV-ING Teil 1 Abschnitt 1 nicht gesondert vergütet (ist in „Geritex“ berücksichtigt). Es ist keine eigene Leistungsposition erforderlich. Es ist allein Sache des Auftragnehmers, die jeweils erforderliche Fremdüberwachung zu veranlassen.

Anderslautende Regelungen in der VOB haben keine Gültigkeit, wenn die ZTV-ING vereinbart wurde.

2.2 Betonstahl

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- u. Spannbetontragwerken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken.

Mechanische Eigenschaften des Betonstahls

Die Bewehrung muss eine angemessene Duktilität aufweisen. Die Duktilität wird durch das Verhältnis der Zugfestigkeit zur Streckgrenze $(f_t / f_y)_k$ und der Dehnung bei Höchstlast, $(\varepsilon_u)_k$ definiert und in drei Klassen A, B und C unterteilt. Die Werte für die Duktilitätsklassen A und B sind in DIN 488 angegeben. Betonstähle der Duktilitätsklasse C werden durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen geregelt.

Eine Zusammenstellung der Kennwerte für die einzelnen Duktilitätsklassen wird im Anhang C des Eurocodes 2 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“ dargestellt.

Für Brücken sind nur die Duktilitätsklassen B und C zu verwenden.

Die Anwendung von glatten Stählen ist im Brückenbau nicht zulässig.

Stäbe mit einem Durchmesser größer als 32 mm dürfen nur nach Rücksprache mit dem Referat Konstruktiver Ingenieurbau des Betriebssitzes eingebaut werden und zwar nur in Bauteilen mit einer Mindestdicke von 15 d_s. Hierbei sind die Rissbreiten durch Anordnung einer Oberflächenbewehrung bzw. durch entsprechende Nachweise zu beschränken.

Die Anforderungen an Schweißen von Betonstählen nach ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 2 sind zu beachten. Die Betonstähle müssen Schweißeigenschaften aufweisen, die für die vorgesehene Verwendung geeignet sind. Die Auswirkung der Schweißverbindung von Betonstählen auf die Ermüdungsfestigkeit des Tragwerks ist zu berücksichtigen und nachzuweisen.

Bei Verwendung von Bewehrungsanschlüssen mit Gewinden müssen diese bauaufsichtlich geregelt sein. Die Ermüdungsfestigkeit des Anschlusses ist nachzuweisen.

2.3 Spannstahl

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- u. Spannbetontragwerken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken,
- Erlass des BMVBS vom 15.06.2011 und Erlass des MWEBWV vom 28.06.2011:
  Verbot der nachträglichen externen Vorspannung nach dem Konstruktionsprinzip der Talbrücke Sechshelden, „Verstärkungskonstruktion mit externer Vorspannung“.

Ergänzung zu ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 2 Bauausführung, 5.1 (3)

Die folgende Regelung aus ARS 22/2012 ist beim Neubau, Umbau, Instandsetzungen und Verstärkungen (z.B. Schubverstärkungen, interne / externe Vorspannung,…) von Brücken anzuwenden:

> Es dürfen nur Spannstähle verwendet werden, die der Klasse 1 nach E DIN EN 1992-2/NA, Tabelle 6.4DE „Parameter der Ermüdungsfestigkeitskurven (Wöhlerlinien) für Spannstahl“ entsprechen. Die Werte für Klasse 1 sind durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Spannstahl nachzuweisen.

Mechanische Eigenschaften des Spannstahls

Mechanische Eigenschaften des Spannstahls sind in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen festgelegt.

Zulassungen

Die Regelungen und Grenzwerte der Zulassungen für den Spannstahl sind einzuhalten.

Man unterscheidet zwischen deutschen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) und europäisch technischen Zulassungen (ETA) (Abbildung 2-1: Überblick über Zulassungen vom DIBt). Die Zulassungen in Deutschland werden vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) erteilt und umfassen neben den Regelungen zum Aufbau, den Eigenschaften, Herstellung des Spannverfahrens und dessen Transports auch Regeln für die Anwendung. Dadurch unterschieden sie sich von der ETA, die die Anwendung nicht regelt.

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)		
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)		**Europäische technische Zulassung (ETA)**
DIN 4227 DIN 4227 + Ergänzung	DIN 1045-1/ DIN FB 102	EOTA-Guideline ETAG 013

Abbildung 2-1: Überblick über Zulassungen vom DIBt

Die europäische technische Zulassung (ETA) basiert auf europäischen Regelwerken. Grundlage für ETA-Zulassungen ist die EOTA-Guideline ETAG 013. Bei Anwendung der Spannstähle nach ETA-Zulassungen sind zusätzlich nationale Anwendungsdokumente bzw. Anwendungszulassungen zu beachten, die die Verwendung und den Einbau regeln.

Die aktuellen DIBt-Verzeichnisse der allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Spannverfahren und Spannstähle für den Brückenbau können über das Internet unter: https://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/zulassungs-und-genehmigungsverzeichnisse heruntergeladen werden.

2.4 Baustahl

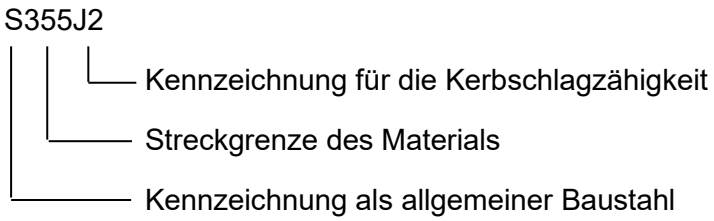
Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 4 Abschnitt 1 Stahlbau,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten,
  - Anlage 5 - Stahlbrücken,
  - Anlage 6 - Verbundbrücken.

Baustahl

Baustähle werden im Wesentlichen in Abhängigkeit von der Festigkeitsklasse und der Kerbschlagzähigkeit in verschiedene Stahlsorten unterschieden.

Beispiel:



Die technischen Lieferbedingungen für Stahlprodukte sind in europäisch harmonisierten Liefernormen geregelt. Die wichtigste Liefernorm ist DIN EN 10025. Sie enthält die nachfolgend aufgelisteten 6 Teile:

DIN EN 10025 – Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen

- Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen
- Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle
- Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte / normalisierend gewalzte Feinkornbaustähle
- Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Feinkornbaustähle
- Teil 5: Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle
- Teil 6: Technische Lieferbedingungen für Flacherzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten Zustand

Festigkeitsklasse

Gemäß ZTV-ING sind derzeit nur Stähle der Festigkeitsklassen S235, S355 und S460 zur Anwendung im Brückenbau zugelassen.

Die Festigkeitsklasse des Stahls ist bereits im Bauwerksentwurf festzulegen.

Schon bei der Vorbemessung ist darauf zu achten, dass die Streckgrenze mit zunehmender Dicke der Bleche abnimmt. Bleche mit mehr als 80 mm Dicke sollen nur in Ausnahmefällen verwendet werden.

Kerbschlagzähigkeit

Die Anforderung an die Kerbschlagzähigkeit des Materials ergibt sich in Abhängigkeit von der Blechdicke nach DIN EN 1993-2.

Deutsche Bahn Standard TL 889.0202

Der Standard der Deutschen Bahn ist gemäß ZTV ING Teil 4 – Abschnitt 1 vertraglich vereinbart.

Z-Güte

Für Bleche, die in Dickenrichtung auf Zug beansprucht werden, sind ggf. besondere Verformungseigenschaften senkrecht zur Blechoberfläche erforderlich, um eine ausreichende Sicherheit gegen Terrassenbruch zu gewährleisten. Die erforderliche Anforderung ergibt sich nach DIN EN 1993-1-10 und ist bei der Materialbestellung zu vereinbaren.

Kantgüte

Bleche, die zum Kaltbiegen oder Abkanten vorgesehen sind, z.B. für Trapezhohlsteifen, müssen über eine entsprechende Eignung verfügen. Diese Anforderung ist ebenfalls als Bestelloption bei der Materialbestellung zu vereinbaren.

Feuerverzinkung

Bei Bauteilen die zur Feuerverzinkung vorgesehen sind ist darauf zu achten, dass der verwendete Stahl über die notwendige Eignung verfügt. Die DASt - Richtlinie 022 „Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen“ ist schon beim Bauwerksentwurf zu beachten.

Hohlprofile

Bei der Verwendung von Hohlprofilen sind die beiden nachfolgenden Regelungen zu beachten:

1. Hohlprofile mit Blechdicken ≥ 30 mm sind abweichend von DIN EN 1993 nur im Lieferzustand NH oder NLH zulässig.

2. Für tragende Bauteile von Brücken dürfen nur warmgefertigte Hohlprofile gemäß DIN EN 10210 verwendet werden.

Wetterfeste Baustähle

Gemäß RE-ING Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 1.4 ist für die Verwendung von wetterfestem Stahl die Zustimmung des BMV einzuholen. Bei Baumaßnahmen des Landes ist dementsprechend das Verkehrsministerium des Landes zu beteiligen.

Bei der Verwendung von wetterfesten Baustählen ist bereits beim Bauwerksentwurf die DASt - Richtlinie 007 „Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle“ zu beachten. Wetterfester Baustahl mit höherem Phosphorgehalt S355J2WP darf für tragende Bauteile nicht verwendet werden.

Nichtrostende Stähle

Bei konstruktiven Ingenieurbauten im Zuge von Straßen werden nichtrostende Stähle fast nur als Verbindungsmittel für die Brückenausstattung oder in Ausnahmefällen auch für Brückengeländer verwendet.

Planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen sind wegen möglicher Kriecherscheinungen nicht zulässig.

Die technischen Lieferbedingungen für nichtrostende Stahlsorten sind in DIN EN 10088 geregelt. Die Unterscheidung erfolgt aufgrund der chemischen Zusammensetzung und der damit verbundenen Korrosionsbeständigkeit.

Weitere wichtige Baustahlnormen sind:

DIN EN 10027: Bezeichnungssystem für Stähle,

DIN EN 10164: Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche - Technische Lieferbedingungen,

DIN EN 10210: Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen.

Da sich die Baustahlbezeichnungen auf Grund der Normenfortschriebe in den letzten Jahren mehrfach geändert haben, soll Tabelle 2-1: Liste der früheren Bezeichnungen der Stähle eine Übersicht der früheren zu den aktuellen Bezeichnungen geben.

Tabelle 2-1: Liste der früheren Bezeichnungen der Stähle

DIN EN 10025:2005	DIN EN 10025:1990+A1:1993	DIN 17100
-	S235JR	St 37-2
-	S235JRG1	USt 37-2
S235JR	S235JRG2	RSt 37-2
S235JO	S235J0	St 37-3 U
S235J2+N [1)]	S235J2G3	St 37-3 N
S235J2	S235J2G4	-
S355JR	S355JR	-
S355JO	S355JO	St 52-3 U
S355J2+N [1)]	S355J2G3	St 52-3 N
S355J2	S355J2G4	-
S355K2+N [1)]	S355K2G3	-
S355K2	S355K2G4	-
	DIN EN 10013-2	**ältere Bezeichnungen**
S355N	S355N	StE 355
S355NL	S355NL	TSt E355
S460N	S460N	StE 460
S460NL	S460NL	TStE 460
	DIN EN 10013-3	**ältere Bezeichnungen**
S355M	S355	StE 355 TM
S355ML	S355ML	TStE 355 TM
S460M	S460M	StE 460 TM
S460ML	S460ML	TStE 460 TM

1) Es handelt sich um einen Stahl mit der Bestelloption im „normalgeglühten Zustand“. Deshalb wird die Kennzeichnung „+N“ angefügt.

2.5 Sonstige Baustoffe

Holz und Holzwerkstoffe

Die Verwendung von Holz als tragende Konstruktion im konstruktiven Ingenieurbau (z.B. im Brückenbau) bedarf der Zustimmung des Referats KIB des Betriebssitzes und ist im Wesentlichen auf Rad-Gehwege zu beschränken.

Faserverstärkte Kunststoffe

Die Verwendung von faserverstärkten Kunststoffen (CFK, GFK) als tragende Konstruktion im konstruktiven Ingenieurbau oder zur Verstärkung und Ertüchtigung tragender Bauteile bedarf der Zustimmung des Referats KIB des Betriebssitzes.

Aluminium

Die Verwendung von Aluminium als tragende Konstruktion im konstruktiven Ingenieurbau bedarf der Zustimmung des Referats KIB des Betriebssitzes.

3 Brücken

3.1 Grundlagen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe 2023/12,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 49 der Abteilung Technik vom 05.01.2022: Radschnellverbindungen in NRW, Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb. Kapitel 3.6 Ingenieurbauwerke,
  ARV Nr. 54 der Abteilung Technik vom 22.09.2022: Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten, Ausgabe 2021 (H RSV). Kapitel 4.6.4 Planfreie Lösungen,
  Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010) Kapitel 5.3 Unter- und Überführungen.

Definitionen

Ingenieurbauwerke und andere Bauwerke werden in der DIN 1076 (Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung) definiert.

Diese Definitionen werden z.B. anhand der Funktion, der Dimension, der Bauweise und der Erfordernis eines Einzelstandsicherheitsnachweises getroffen.

Brücken zählen zu den Ingenieurbauwerken und werden hauptsächlich durch ihre Funktion definiert. Zusätzlich werden sie durch die lichte Weite von Durchlässen und durch die Bauweise und ihre Länge von Tunneln abgegrenzt. Näheres hierzu siehe DIN 1076.

Mit der Entscheidung „Ingenieurbauwerk oder nicht“ wird festgestellt, ob bestimmte Untersuchungen und/oder Unterlagen erforderlich sind (z.B. Baugrundgutachten, Bauwerksskizze oder Bauwerksentwurf). Dadurch erschließen sich letztlich der benötigte Planungsaufwand, die erforderlichen Planungszeiten und -kosten.

3.2 Wahl der Tragwerksart

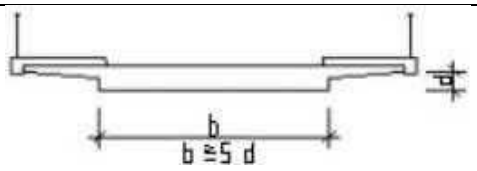
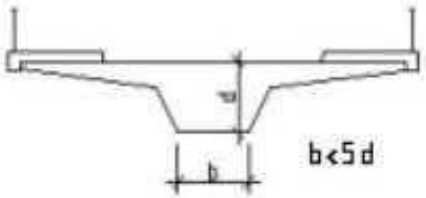
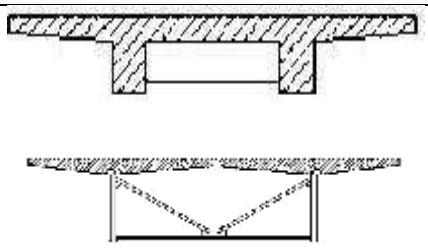
Die Wahl der Tragwerksart wird vor allem durch die Topologie des Geländes und der möglichen Stützenstellung bestimmt. Für einen Brückenentwurf bieten sich folgende Tragwerksarten nach ASB 98 an:

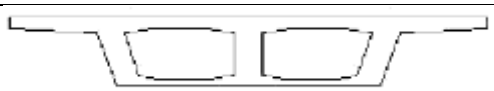
- *balkenartige und plattenartige Tragwerke,*
- *rahmenartige Tragwerke, integrale Brücken,*
- *bogenartige Tragwerke / Gewölbe,*
- *Seiltragwerke / Hängetragwerke,*
- *Trogbrücken.*

Balkenartige und plattenartige Tragwerke

Balkenartige und plattenartige Tragwerke können als Einfeldträger oder als Durchlaufträger ausgeführt werden. In Tabelle 3-1: Übersicht Tragwerksformen *werden die Querschnittsformen der balkenartigen und plattenartigen Tragwerke zusammengestellt. Plattenbrücken werden als Stahlbeton- oder Spannbetonbrücken gebaut. Die übrigen Überbauformen gemäß* Tabelle 3-1: Übersicht Tragwerksformen *werden auch als Verbund- oder Stahlbrücken gebaut.*

Tabelle 3-1: Übersicht Tragwerksformen

Plattenbrücke	
Balkenbrücke / Mittelträger	
Plattenbalken, Trägerrost	
Hohlkastenbrücke (ein- und mehrzellig)	

Die Einzelheiten zu wirtschaftlicher Stützweite, Schlankheit, Vor- und Nachteilen sowie zu dem bevorzugten Einsatzgebiet für jede Querschnittsform werden im Abschnitt 3.3 beschrieben.

Plattenbrücke

Plattenbrücken werden bevorzugt als Einfeldträger mit einer Stützweite bis zu ca. 20 m gebaut. Man unterscheidet Vollplatten und Hohlplatten.

Da in der Vergangenheit aufschwimmende Hohlkörper zu gravierenden Bauschäden bei den Hohlplatten geführt haben, dürfen diese nicht mehr gebaut werden.

Aufgrund des ansteigenden Verhältnisses zwischen dem Eigengewicht und der Biegesteifigkeit der Brückenkonstruktion sollte eine maximale Plattendicke von 1 m nicht überschritten werden.

Bei schiefwinkeligen Plattenbrücken sollen die Kreuzungswinkel nicht kleiner als 30° sein, damit die Abhebekräfte und die Drillmomente in der Plattenecke nicht zu groß werden und die Ecken der Platte problemlos hergestellt werden kann.

Balkenartiges Tragwerk

Balkenbrücke

Balkenbrücken mit einem Mittelträger werden oft bei einer kleinen Überbaubreite ausgeführt, z.B. Rad- und Fußwege, Wirtschaftswege oder als Überflieger nur einem Fahrstreifen im Kreuzungsbereich.

Für diese Bauwerke ist eine torsionssteife Lagerung erforderlich.

Plattenbalkenbrücke

Plattenbalkenbrücken werden oft als Zwei- und Dreifeldbrücken für Überführungsbauwerke realisiert (Abbildung 3-1: Überführungsbauwerke als Plattenbalkenbrücken). An den Stützen- und Widerlagern sind stets Querträger anzuordnen.

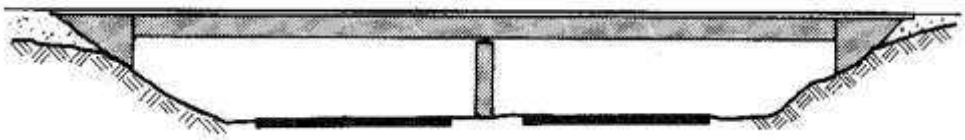




Abbildung 3-1: Überführungsbauwerke als Plattenbalkenbrücken

Zweifeldbrücken werden vor allem über zweibahnigen Straßen gebaut. Dreifeldbrücken werden vielfach als gestalterisch verbesserte Alternative zu Einfeldbrücken ausgeführt. Durch die äußeren Felder und die hochgesetzten Widerlager mit kleinen Flügelflächen wird eine größere Durchsicht erzielt. Um eine ausgewogene Momentenverteilung zu erreichen, wird bei Durchlaufträgern die Stützweite der Endfelder rd. 20 % kürzer gewählt als die der Mittelfelder.

Hohlkastenbrücken und Trägerostbrücken

*Hohlkastenbrücken und Trägerrostbrücken werden in der Regel als Talbrücken oder Flussbrücken gebaut. Die Talbrücken sind normalerweise aufgrund der relativ gleichmäßigen Stützweiten mit konstanter Konstruktionshöhe gestaltet. Bei den Flussbrücken mit betonter Hauptöffnung (z.B. bedingt durch Flussbreite, Schiffdurchfahrt etc.) werden häufig Hohlkasten mit veränderlicher Höhe (Voute) gebaut (*Abbildung 3-2: Beispiele für Hohlkastenbrücken und Trägerrostbrücken [3]*).*

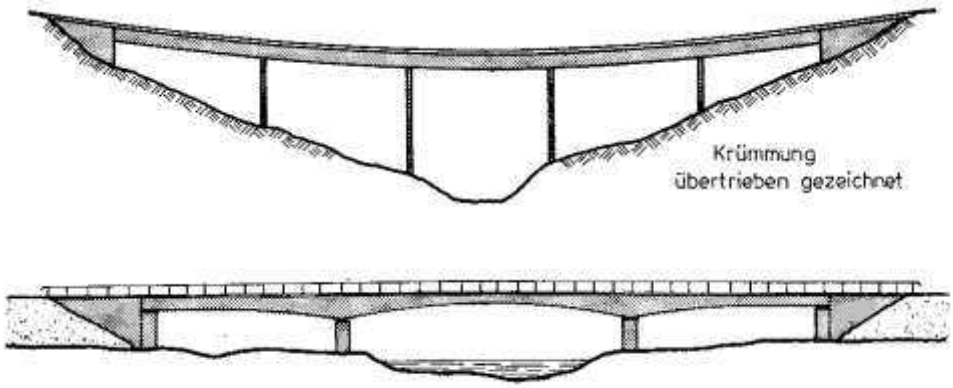
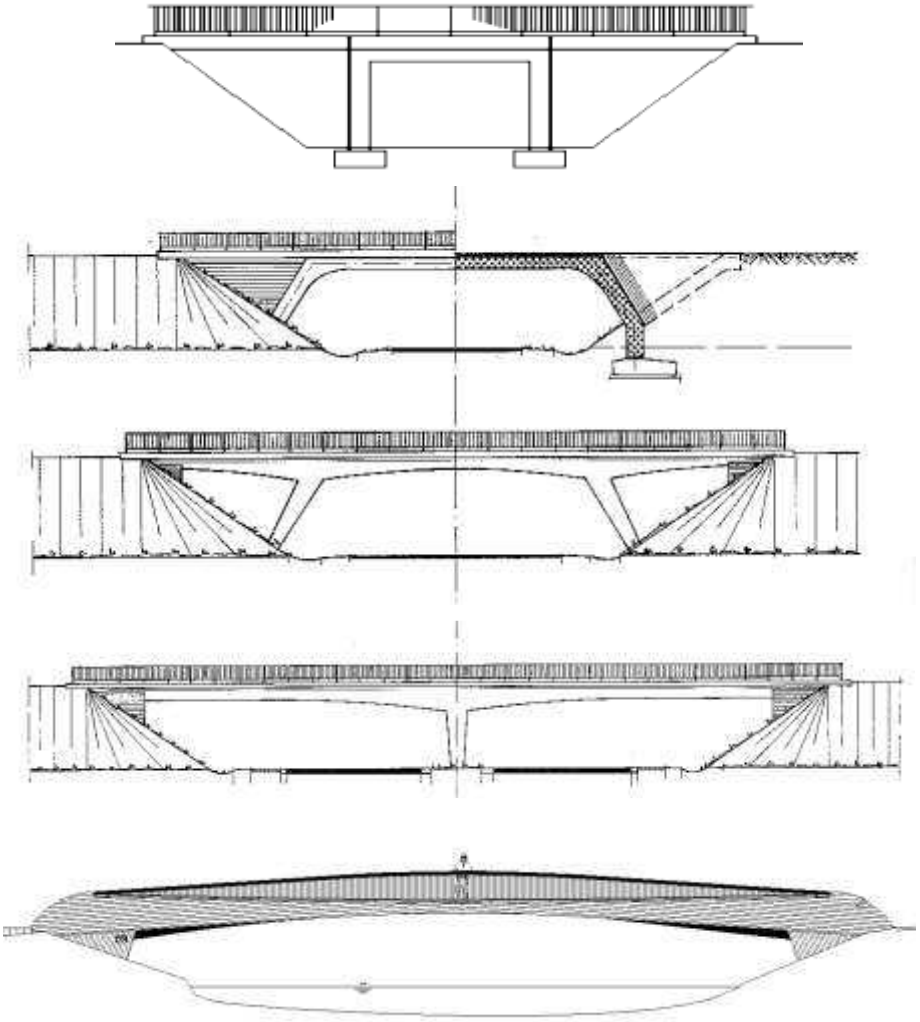


Abbildung 3-2: Beispiele für Hohlkastenbrücken und Trägerrostbrücken [3]

Rahmenartige Tragwerke / Integrale Brücken

Rahmenbrücken sind Integrale Brücken. Bei integralen Brücken ist der Überbau mit dem Unterbau biegesteif verbunden. Lager sind bei diesen Bauwerken nicht erforderlich. Rahmenbrücken gelten wegen ihrer Fugenlosigkeit als robuste Tragwerke, die – einen entsprechend setzungsarmen Baugrund vorausgesetzt – wirtschaftlich hergestellt und unterhalten werden können. Gegenüber den Balkenbrücken haben die Rahmenbrücken den Vorteil, dass die biegesteifen Ecken das Feld im Hinblick auf die Biegebeanspruchung entlasten, wodurch in den Feldern geringere Konstruktionshöhen erforderlich werden

(Feldmitte ≈ l/28, Widerlageranschnitt ≈ l/14) und somit schlankere Überbauten hergestellt werden können. Integrale Brücken kommen als Einfeld- und Mehrfeldkonstruktion zur



Ausführung.

Abbildung 3-3: Offene Rahmenbrücken / Integrale Brücken

*Bei langen Bauwerken mit mehreren Feldern kann die Mischbauweise aus Brücken mit und ohne Lager, die sogenannte semi-integrale Brücke, eine Option für den Bauwerksentwurf sein. Als semi-integrale Brücke wird ein Bauwerk bezeichnet, bei dem mindestens ein Pfeiler monolithisch – also ohne Lager – mit dem Überbau verbunden ist. Die Widerlager sind mit Fahrbahnübergängen und Lagern ausgestattet (*Abbildung 3-4: Semi-Integrale Brücke*).*

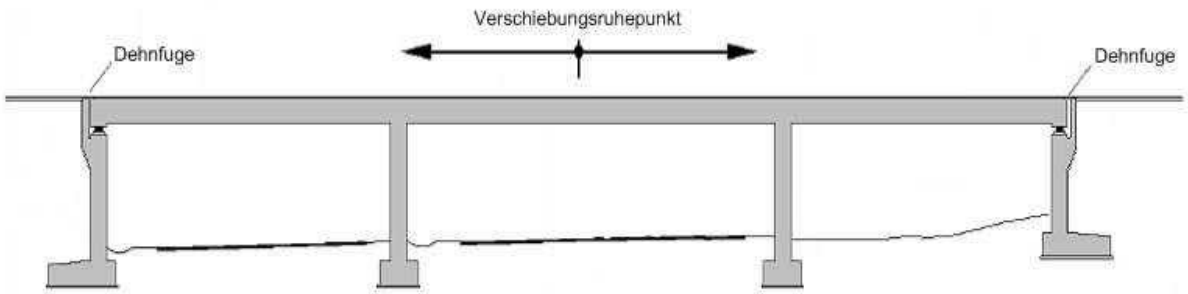
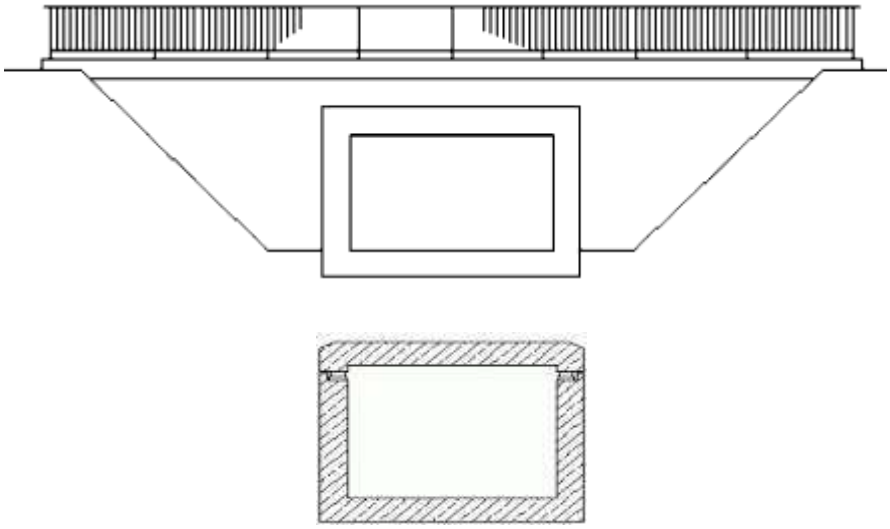


Abbildung 3-4: Semi-Integrale Brücke

Für Unterführungen auf besonders schlechtem Baugrund können auch geschlossene Rahmenkonstruktionen, mit geschlossener Sohle, gebaut werden (

Abbildung 3-5: Geschlossene Rahmenkonstruktionen*). Bei kleineren Stützweiten können die Rahmen aufgelöst und die Fahrbahnplatte als Einfeldträger (Anschluss über Betongelenke oder Liniengelenke) ausgeführt werden. Dieses hat bei der Bauausführung schalungstechnische Vorteile. Bei einer biegesteifen Ausführung der oberen Rahmenecke reicht die Einspannbewehrung in den Innenraum des Rahmens und somit über die Schalung*



der Wände.

Abbildung 3-5: Geschlossene Rahmenkonstruktionen

Aufgrund der statischen Unbestimmtheit integraler Brücken ergeben sich einerseits Umlagerungsmöglichkeiten, die in Hinblick auf die Gestaltung und die Robustheit positiv zu bewerten sind. Anderseits führt die statische Unbestimmtheit auch zu Zwangsbeanspruchungen, die bei dem Entwurf und der Bemessung berücksichtigt werden müssen.

Infolge der sich ergebenden Interaktionen zwischen dem Brückenüberbau, Unterbauten und dem Baugrund sind beim Entwurf viele Randbedingungen zu beachten, um eine technisch einwandfreie und wirtschaftlich nachhaltige Konstruktion zu erhalten.

Bei integralen und semi-integralen Brücken ist Teil 2 Abschnitt 5 der RE-ING bei der Entwurfs- und Ausführungsplanung anzuwenden.

Bogenartiges Tragwerk / Gewölbe

*Bei Bogenbrücken sind die Gewölbe nach der Stützlinie der Eigengewichtslasten geformt. Bogenbrücken sind bei gekrümmten Trassenführungen nicht geeignet und für kleine Spannweiten (ca. bis 50 m) meist zu teuer. Für Spannweiten über etwa 50 m ist die Form des Dreigelenkbogens besonders sparsam. Der Bogen beginnt am Kämpfer als Platte, im Viertelpunkt weist er für die großen Biegemomente einen U-Querschnitt auf und im Scheitel vereint sich das Gewölbe mit der Fahrbahnplatte (*Abbildung 3-6: Beispiel – Dreigelenkbogen [3]*). Eine aufgelöste Bogenscheibe eignet sich für Spannweiten von 20 bis etwa 40 m. Für die Überbrückung von Gebirgstälern mit Felshängen sind Bogenbrücken besonders geeignet, im flacheren Gelände ebenfalls als Bogen mit Zugband.*

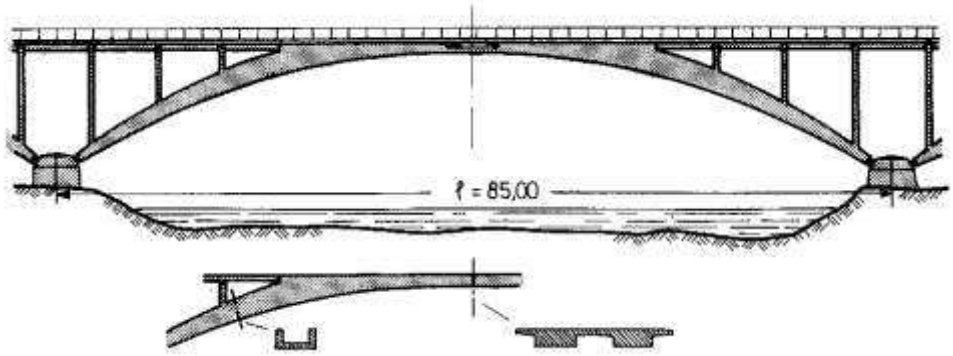


Abbildung 3-6: Beispiel – Dreigelenkbogen [3]

*Bei noch größeren Spannweiten werden die Bögen in schlanke Gewölbeplatten oder Bogenrippen aufgelöst und mit aufgeständerter Fahrbahn konstruiert (*Abbildung 3-7: Bogen mit aufgeständerter Fahrbahn [3]*). Die Aufständerung kann aus Brüstungswänden oder Stützen bestehen. Bei breiten Brücken geben die Brüstungen ein ruhigeres Bild. Der Abstand der Ständer soll im Vergleich zur Bogenspannweite L klein gewählt werden (ca. L/9 bis L/13), damit die Ständerlasten keine zu große Abweichungen von der Bogenstützlinie verursachen können.*

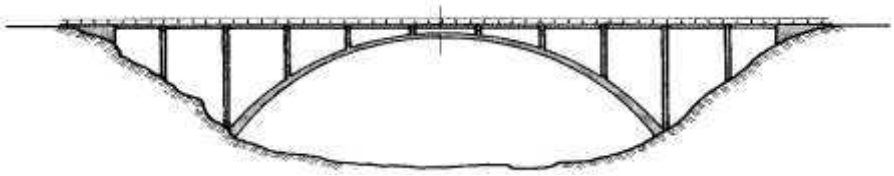
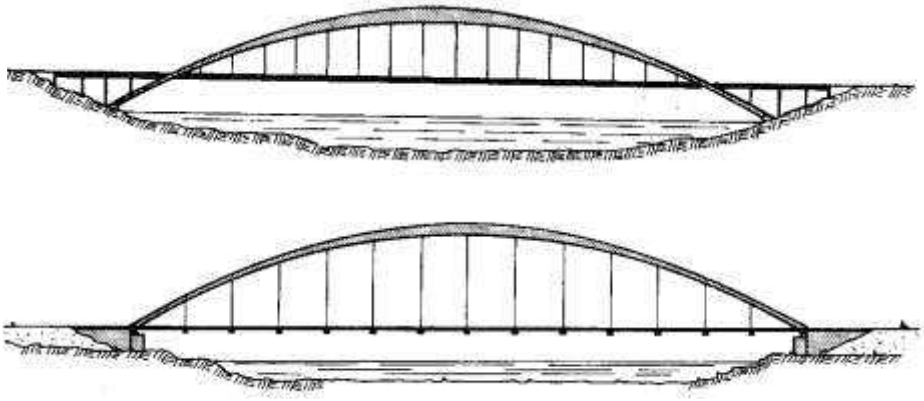


Abbildung 3-7: Bogen mit aufgeständerter Fahrbahn [3]

*Im Flachland können Kanäle und Flüsse mit besonders kleiner Konstruktionshöhe überquert werden, wenn die schlanke Fahrbahntafel an Bogenrippen angehängt wird (*Abbildung 3-8: Bogen mit angehängter Fahrbahn*). Bei gutem Baugrund wird der Bogen direkt gegründet; bei schlechtem Baugrund wird die Fahrbahntafel als Zugband ausgebildet, um den*



Bogenschub aufzunehmen.

Abbildung 3-8: Bogen mit angehängter Fahrbahn

Seiltragwerk / Hängetragwerk

*Schrägseil- und Hängebrücken sind erst ab einer Stützweite von 300 m wirtschaftlich. Die Fahrbahntafel wird bei den Hängebrücken mit vertikalen Hängern an den parabelförmigen Kabeln, bei den Schrägseilbrücken mit geneigten Kabeln bzw. Seilen an den Pylonen aufgehängt. Verwendet man nur wenige Schrägkabel mit großen Abständen der Aufhängepunkte (*Abbildung 3-9: Schrägseil- und Hängebrücken*), ist die Brücke als Balkenbrücke mit Zwischenstützen zu betrachten.*

Die Federsteifigkeit der Aufhängepunkte muss berücksichtigt werden.

Die Schrägseile können in der Ansicht in unterschiedlichen Formen angeordnet werden:

- *Büschelform (alle Kabel gehen von der Pylonspitze aus);*

- *Harfenform (die Kabel verlaufen parallel zueinander und sind über die Pylonhöhe verteilt);*
- *Fächerform (die Kabel haben unterschiedlichen Neigungen und sind über die Pylonhöhe verteilt).*

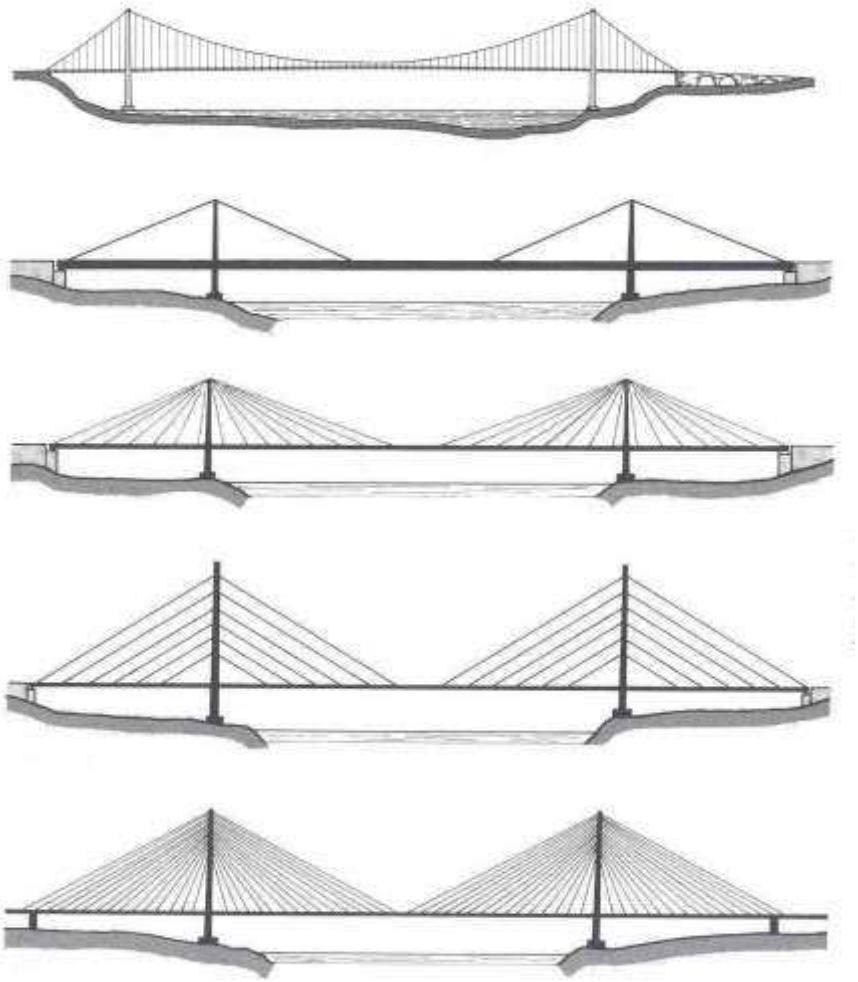


Abbildung 3-9: Schrägseil- und Hängebrücken

Da bei dieser Tragwerksart großen Wert auf die Gestaltung gelegt wird, sind grundsätzlich in der Entwurfsphase erfahrene Ingenieurbüros und/oder Architekten einzuschalten.

Trogbrücke

Eine Trogbrücke ist dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrbahnplatte nicht über den Hauptträgern (bzw. Längsträgern) angeordnet ist, wie bei einer Deckbrücke, sondern zwischen den Hauptträgern und tiefer liegt als die Oberkante der Hauptträger. Die Tragglieder liegen folglich oberhalb der Fahrbahn. Trogbrücken bestehen aus seitlichen Trogwänden und einer durchgehenden Fahrbahnplatte. Sie werden unter anderem bei Eisenbahnüberführungen

oder bei Überführungen von Fuß- und Radwegen über Bächen oder kleinen Flüssen verwendet.

Für den Fall, dass eine Trogkonstruktion unterhalb der ursprünglichen Geländeoberfläche und hoch anstehendem Grundwasserhorizont geplant wird, ist das Bauwerk als auftriebssichere Wanne zu konstruieren. *Es handelt sich dann allerdings nicht um eine Trogbrücke sondern um ein sog. Trogbauwerk (siehe Kap 4.3* Trogbauwerke*).*

Weiterführende Literatur

[1] Fuchs & Dannhorn: Die neue Traunbrücke in Siegsdorf - Entwurf und Konstruktion einer vorgespannten integralen Zweifeldbrücke, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 03/2008

[2] Holst: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, 6. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin Dezember 2013

[3] Leonhardt: Vorlesungen über Massivbau, Teil 6- Grundlagen des Massivbrückenbaues, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1979

[4] Mehlhorn: Handbuch Brücken - Entwerfen, Konstruieren und Berechnen, Bauen und Erhalten, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2007

[5] Geißler, K.: Handbuch Brückenbau, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2014

3.3 Bauweisen und Überbauquerschnitte

3.3.1 Beton (Stahlbeton, Spannbeton)

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- u. Spannbetontragwerken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken,
- Obmannschreiben 2025-09 vom 28.05.2025[1)]: Probeweise Anwendung der „Regelung und Richtlinien für die Bemessung von Ingenieurbaubauten (BEM-ING)“ – Teil 1 Berechnung und Bemessung von Brückenneubauten, Abschnitt 2 Betonbrücken,
- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01.

[1)] Die probeweise Anwendung der „Regelung und Richtlinien für die Bemessung von Ingenieurbauten (BEM-ING)“ – Teil 1 Berechnung und Bemessung von Brückenneubauten, Abschnitt 2 Betonbrücken ist mit dem BS vorab abzustimmen.

Zur Betonbauweise gehören die Brückenüberbauten aus Stahl- und Spannbeton, die sich vom wirtschaftlichen Einsatzgebiet wie folgt abgrenzen lassen:

- ***Stahlbetonüberbauten** sind normalerweise für geringe Stützweiten (max. 15 – 20 m) geeignet. Die Querschnitte der Überbauten werden in der Regel als Platten bzw. Plattenbalken ausgeführt,*
- ***Spannbetonüberbauten** werden hauptsächlich für mittlere bis große Stützweiten verwendet. Neben Platten- und Plattenbalkenquerschnitten kommen hier oft auch Kastenquerschnitte zum Einsatz.*

Um den Erhaltungsaufwand gering zu halten, ist eine möglichst kompakte Querschnittsform mit geringer Bauteiloberfläche anzustreben.

Dabei sind die Mindestabmessungen nach RE-ING Teil 2 Abschnitt 2 und ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 2 einzuhalten.

Eine Übersicht zu wirtschaftlichen Einsatzbereichen verschiedener Querschnittsformen für Stahl- und Spannbetonbrücken ist im Bild 3-11 dargestellt.

Eine entsprechende Tabelle ist in der RE-ING Teil 2 Abschnitt 2 enthalten.

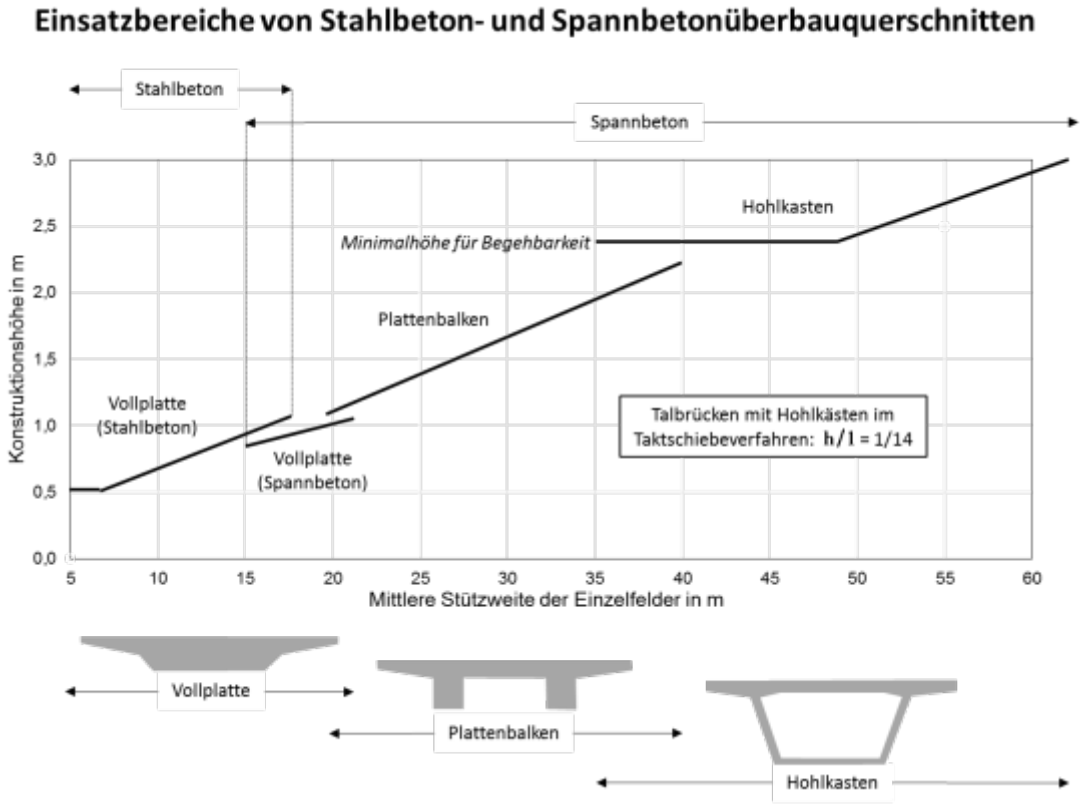


Abbildung 3-10: Grafische Übersicht für Einsatzbereiche von Stahlbeton- und Spannbetonüberbauten für die erste Abschätzung des Überbautyps

Im Folgenden werden die wesentlichen Merkmale verschiedener Querschnittsformen erläutert.

Plattenquerschnitt

Die Vollplatte ist nicht nur das einfachste, sondern auch das gängigste Konstruktionselement für die Tragwirkung von Brückenbauwerken. Ein typischer Überbauquerschnitt für Plattenbrücken ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

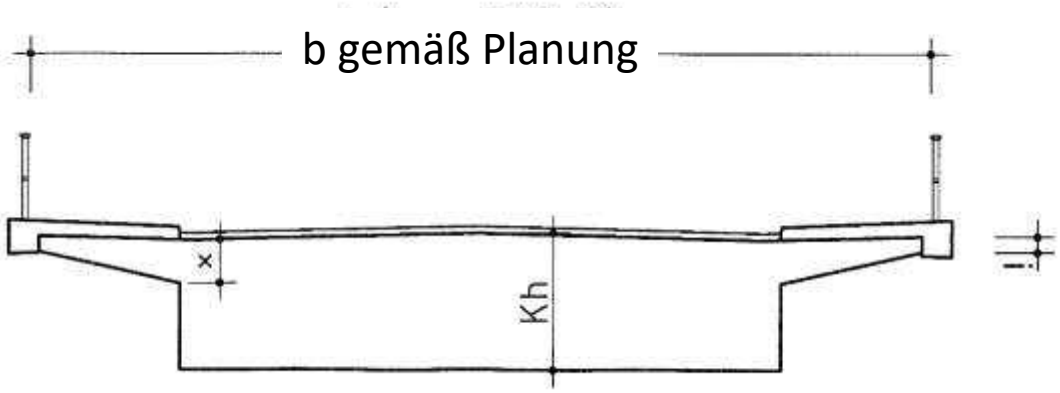


Abbildung 3-11: Beispielquerschnitt – Vollplatte (! = Mindestabmessung nach ZTV-ING, x = siehe Abschnitt Kragarmbemessung)

Den günstigeren Herstellungskosten der Vollplatte stehen jedoch die Nachteile der größeren Betonmenge und in Verbindung mit dieser, beträchtliche zeitabhängige plastische Verformungen (aus Schwinden und Kriechen) entgegen. Deswegen ist die Anwendung der Vollplatte aus Stahlbeton für Spannweiten über 20 m nicht sinnvoll.

Tabelle 3-2: Vor- und Nachteile - Vollplatte

Vollplatte	
Vorteile	**Nachteile**

• Einfache Bewehrungsführung
• Einfach zu betonieren
• Geeignet für schiefwinklige Bauwerke
• Geeignet für beliebige Grundrissformen (Aufweitung)
• Angenehme Optik, schlankes Erscheinungsbild
• Geringe Betonoberfläche
  ○ geringer Unterhaltungsaufwand
  ○ geringster Schalungsaufwand
	• Hoher Betonverbrauch
	  ○ hohes Eigengewicht
	• Ggf. höhere Lageranzahl
	• Nur geringe Stützweiten möglich
	• Bei schiefwinkligen Bauwerken Gefahr des Abhebens des Querschnittes
	• Gut sichtbare Entwässerungsleitungen

Plattenbalkenquerschnitt

Plattenbalkenquerschnitte wurden aus Plattenquerschnitten entwickelt, um Beton- bzw. Eigengewicht zu sparen. Neben den Platten- und Kastenquerschnitten gehören sie zu den am häufigsten ausgeführten Brückenquerschnitten.

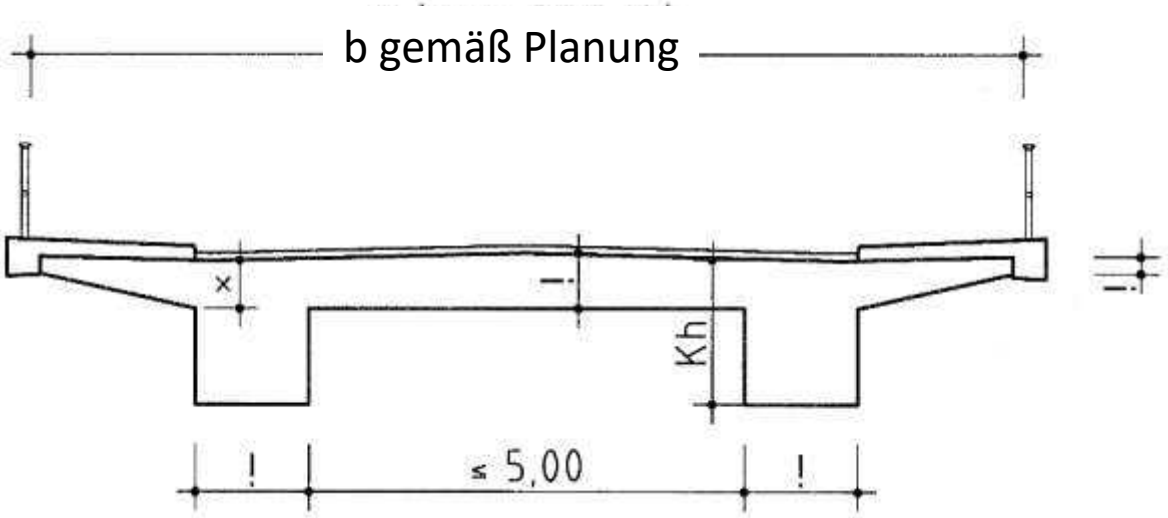


Abbildung 3-12: Beispielquerschnitt – Plattenbalken (! = Mindestabmessung nach ZTV-ING; x = siehe Abschnitt Kragarmbemessung)

In der Regel ist eine Quervorspannung der Fahrbahnplatte erforderlich, wenn der lichte Abstand der Hauptträger größer als 5,00 m ist. Generell sollten die Hauptträgerstege so angeordnet werden, dass auf eine Quervorspannung verzichtet werden kann.

Tabelle 3-3: Vor- und Nachteile – Plattenbalken

Plattenbalken	
Vorteile	**Nachteile**

• geringeres Eigengewicht als bei der Platte
• Taktschiebeverfahren anwendbar
• Einsatz von Fertigteilen möglich
• sehr gut geeignete Querschnittsform für Stahlbeton und Spannbeton
• unauffällige Rohrleitungsführung zwischen den Stegen
	• hoher Schalungsaufwand
	• geringe Torsionssteifigkeit
	• schlechte Querverteilung der Lasten
	  ○ Widerstandsmoment ist klein
	  ○ hohe Spannungsschwankungen infolge Verkehrslasten
	• größere Betonoberfläche
	  ○ höherer Unterhaltungsaufwand
	  ○ höherer Prüfaufwand

Hohlkastenquerschnitte

Brücken mit großen Stützweiten und großer Höhe über Tal werden i. d. R. mit Hohlkastenquerschnitt ausgeführt.

Um die Begehbarkeit der Kästen zu gewährleisten, ist, zwischen Boden- und Fahrbahnplatte eine lichte Höhe von mindestens 1,90 m vorgeschrieben.

Probleme beim Betonieren der mit Spanngliedern belegten Kastenstege sowie der Wunsch nach ständiger Kontrolle führten dazu, dass seit 1998 in Brücken mit Hohlkastenquerschnitt externe Spannglieder eingebaut werden. Unterschieden wird je nach Führung der Längsspannglieder in ausschließlich externe Führung und der Mischbauweise. Bei der Mischbauweise werden mindestens 20 % der Vorspannkraft durch externe Spannglieder eingebracht, der restliche Anteil wird durch interne Spannglieder im Verbund in den Überbau eingeleitet.

Innerhalb der Stege sind keine Spannglieder erlaubt.

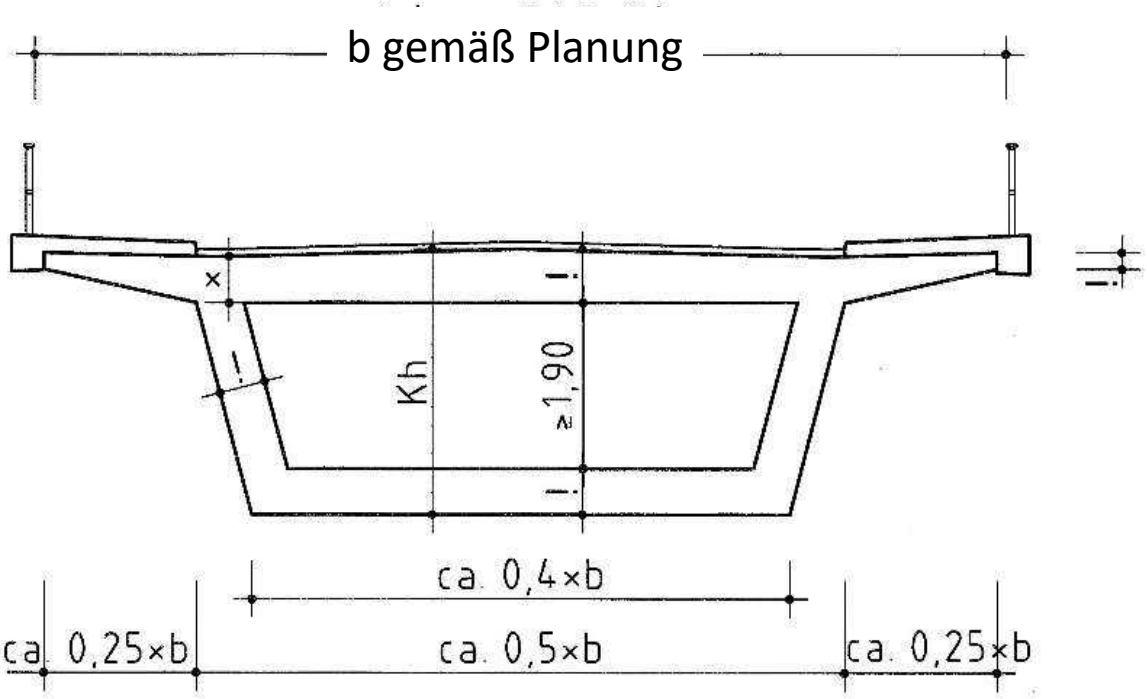


Abbildung 3-13: Beispielquerschnitt – Hohlkasten (! = Mindestabmessung nach ZTV-ING; x = siehe Kragarmbemessung)

Tabelle 3-4: Vor- und Nachteile – Hohlkastenquerschnitt

Hohlkastenquerschnitt	
Vorteile	**Nachteile**
• Relativ geringes Eigengewicht • Sehr gut geeignet für das Taktschiebeverfahren und den Freivorbau • Großes Widerstandsmoment, daher geringe Spannungsschwankungen im Querschnitt • Hohe Torsions- und Biegesteifigkeit • Große Spannweiten möglich • Gute Eignung für Spannbetondurchlaufträger	• Höchster Schalungsaufwand pro m³ Beton • Schwierige interne Bewehrungsführung • Schwierig zu Betonieren (Verdichtung) • Zwei verschobene Betoniervorgänge (Stege + Bodenplatte ↔ Fahrbahnplatte) • Höherer Prüf- und Unterhaltungsaufwand bedingt durch die größere Betonoberfläche • Lichte Innenhöhe von 1,90 m erfordert ggf. geringe Schlankheit

Trogquerschnitte

Eine Trogbrücke ist ein Brückentyp, bei dem die Fahrbahnplatte nicht über den Hauptträgern (bzw. Längsträgern) angeordnet ist wie bei einer Deckbrücke, sondern zwischen den Hauptträgern und tiefer als die Oberkante der Hauptträger liegt. Trogbrücken zeichnen sich durch eine geringe Gesamthöhe des Querschnitts aus und werden unter anderem bei Eisenbahnüberführungen oder bei Überführungen von Fuß- und Radwegen über Bäche oder kleine Flüsse verwendet.

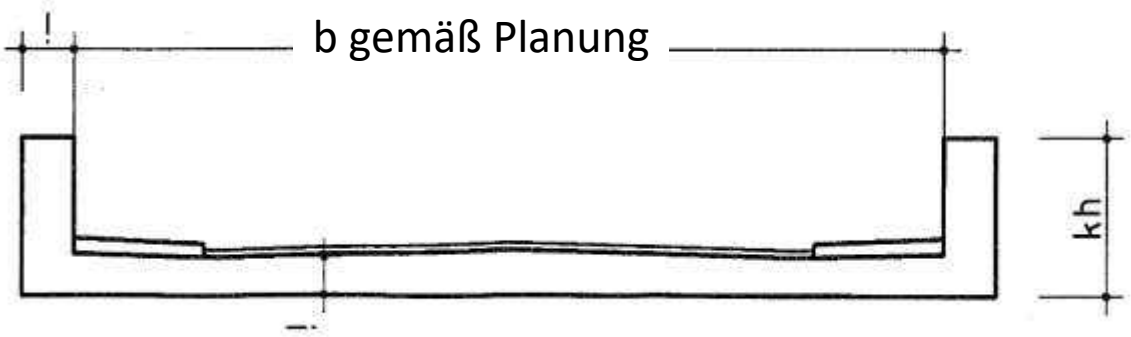


Abbildung 3-14: Beispielquerschnitt - Trog (! = Mindestabmessung nach ZTV-ING)

Die wirtschaftlichen Stützweiten liegen zwischen denen der Vollplatte und des Plattenbalkens.
Trogquerschnitte sind nur im Ausnahmefall in Abstimmung mit dem Referat KIB des Betriebssitzes zu planen.

Kragarmbemessung

Bei der Festlegung der Kragarmplattendicke ist darauf zu achten, dass nach Möglichkeit keine Schubbewehrung in der Platte erforderlich wird. Als Orientierungshilfe für den Bauwerksentwurf wird in dem nachfolgenden Diagramm die unter dieser Bedingung erforderliche Mindestplattendicke am Anschnitt des Kragarmes für Brücken nach DIN EN 1991 Lastmodell 1 angegeben.

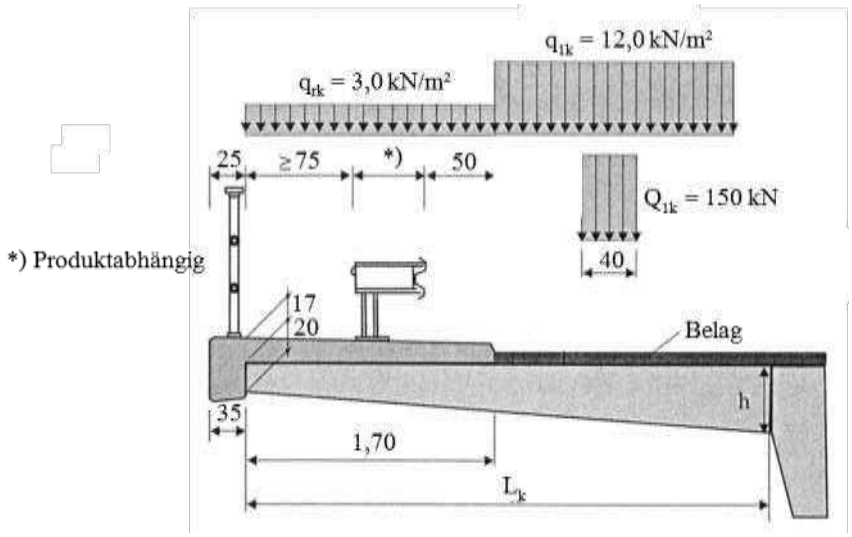


Abbildung 3-15: Lastfall für die Gegenüberstellung der erforderlichen Plattendicke

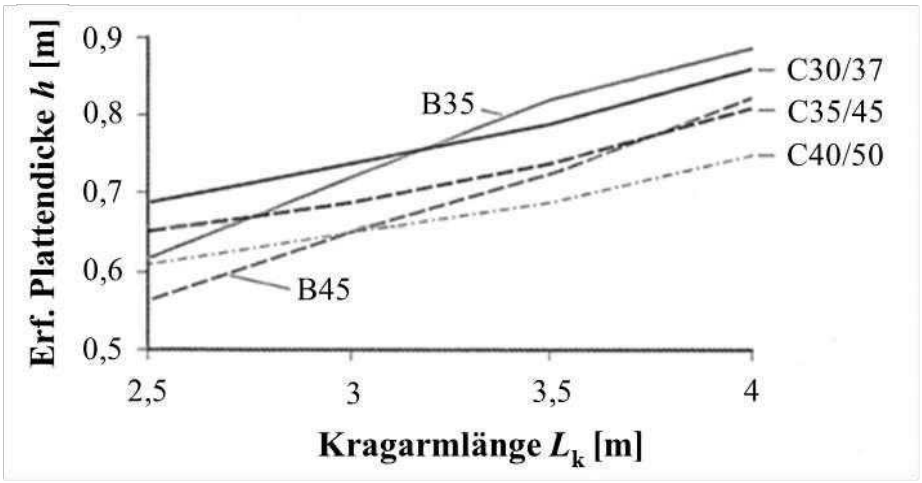


Abbildung 3-16: Gegenüberstellung der erforderlichen Plattendicke am Anschnitt bei Verzicht auf Querkraftbewehrung nach alter und neuer Norm

Weiterführende Literatur

[1] Betonkalender 2004, Teil 1

[2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, Ausg. Juli 1994

[3] Eibl, J.; Iványi, G.; Schambeck, H.: Berechnung kastenförmiger Brückenwiderlager, Werner-Verlag, Düsseldorf 1988 (3. Auflage)

[4] Holst, R. und K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton – Entwurf, Konstruktion und Berechnung, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 6. Auflage – Dezember 2013

[5] Mehlhorn: Handbuch Brücken - Entwerfen, Konstruieren und Berechnen, Bauen und Erhalten, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2007

[6] Rombach / Velasco: Schnittgrößen auskragender Fahrbahnplatten infolge von Radlasten nach DIN-Fachbericht, Beton- und Stahlbetonbau Heft 5 aus 2005, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2005

3.3.2 Stahl

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten,
  - Anlage 5 – Stahlbrücken,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12.

Hinweise zur Anwendung von ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 1:

- Die Richtlinie 1(7) ist beim Bauwerksentwurf und der Ausschreibung zu beachten.
- Die Richtlinie 2(8) und 2(12) sind beim Bauwerksentwurf und der Ausschreibung zu beachten.
- Die Anwendung von Richtlinie 2(3) ist mit dem Betriebssitz abzustimmen.
- Die Anwendung der Richtlinie 4(8) ist mit dem Betriebssitz abzustimmen.
- Richtlinie 3(10) ist anzuwenden.
- Die Richtlinie 5(1) ist grundsätzlich anzuwenden. Das heißt die Stahlbauarbeiten einschl. des Korrosionsschutzes sind durch den Auftraggeber im Werk und auf der Baustelle zu überwachen.
- Die Richtlinie 7(3) ist in der Regel nicht anzuwenden.
- Ergänzende Schweißnahtprüfungen, die über den Umfang gemäß Kap. 4 hinaus gehen, sind in der Regel nicht erforderlich.
- Insbesondere bei Instandsetzungsarbeiten unter fließendem Verkehr kann jedoch auch ein größerer Prüfumfang erforderlich sein. In solchen Fällen ist auch eine zusätzliche unabhängige Schweißnahtprüfung durch vom Auftraggeber beauftragte Prüfer in Betracht zu ziehen.

Vorteile und Anwendungsgebiete

Stahlbrücken zeichnen sich gegenüber Massiv- und Verbundbrücken insbesondere durch ein vergleichsweise geringes Eigengewicht aus. Deshalb lassen sich besonders schlanke Überbauten und große Spannweiten realisieren. Die Fertigung von Stahlbrücken erfolgt überwiegend im Werk. Von dort werden die möglichst großen Einzelteile zur Baustelle transportiert und vor Ort zum Überbau zusammengesetzt. Der hohe Vorfertigungsgrad im Werk hat gute Ausführungsqualitäten und geringe Bauzeiten zur Folge.

Wegen der relativ hohen Fertigungskosten für die orthotrope Fahrbahnplatte (siehe unten) werden Stahlbrücken heute fast nur noch bei Brücken mit großen Spannweiten (z.B. Schrägseilbrücken), bei sehr eng begrenzten Überbauhöhen, bei besonderen Gestaltungsanforderungen sowie bei Geh- und Radwegbrücken gebaut. Bei sehr schlanken Gehwegbrücken ist bereits beim Entwurf zu untersuchen, ob die Brücke durch Fußgänger zu unverträglichen Schwingungen angeregt wird. Ggf. ist der Einbau zusätzlicher Dämpfer erforderlich.

Überbaugestaltung

Stahlkonstruktionen erlauben eine große Gestaltungsfreiheit. Es lassen sich alle üblichen Querschnittsformen realisieren. Veränderliche Überbauhöhen, -breiten und im Grundriss gekrümmte Brücken können problemlos verwirklicht werden.

Bei den Hauptträgern wird in Vollwand- und Fachwerkträger unterschieden.

- ***Vollwandträger** werden üblicherweise als geschweißte Konstruktionen aus ebenen Blechtafeln gefertigt. Auf Druck und/oder Schub beanspruchte Querschnittsteile müssen häufig zusätzlich mit Steifen verstärkt werden, um eine ausreichende Beulsicherheit der Bleche zu erreichen.*
- ***Fachwerkträger** werden dagegen üblicherweise aus Walzprofilen (Kreis-, Rechteck-, Winkel- und I-Profile) zusammengesetzt. Komplizierte Knotenpunkte, z.B. bei räumlichen Fachwerkkonstruktionen, können auch als Stahlgussteile hergestellt werden. Fachwerkträger haben zwar gegenüber Vollwandträgern in der Regel einen geringeren Materialverbrauch, aber wegen der höheren Fertigungs- und Erhaltungskosten werden sie nur noch bei entsprechenden gestalterischen Anforderungen gebaut.*

Verbindungstechnik

*Als Verbindungstechnik wird im Neubau fast nur noch das **Schweißen** angewendet. Auf die Schweißbarkeit von komplizierten Detailpunkten (z.B. Auflagerbereiche) ist im Entwurf zu achten. Ebenfalls sollte bereits bei der Entwurfsplanung darauf geachtet werden, den Schweißaufwand auf der Baustelle zu minimieren.*

Geschraubte Verbindungen *werden hauptsächlich zum Anschluss der Brückenausstattung (z.B. Schutzeinrichtungen oder Besichtigungsstege) für Montageverbindungen sowie für Baubehelfe verwendet. Aus Gründen der Montagevereinfachung werden geschraubte Verbindungen jedoch gelegentlich auch im Neubau sinnvoll eingesetzt. Bei Instandsetzungen und Verstärkungen spielen sie noch eine wichtige Rolle.*

Für tragende Bauteile von Brücken gilt:

- Scher-/Lochleibungsverbindungen der Kategorie A dürfen nur mit Passschrauben ausgeführt werden.
- Gleitfeste Verbindungen der Kategorie B und Zugverbindungen der Kategorie D dürfen nicht ausgeführt werden.
- Für vorgespannte Verbindungen sind nur HV-Schrauben zulässig. Bei Zugbeanspruchung sind die Festigkeitsklasse 10.9 und volle Vorspannung erforderlich.
- Außer bei Konstruktionen aus wetterfestem Baustahl sollen nur feuerverzinkte Schrauben verwendet werden.

Nietverbindungen werden nur noch bei der Instandsetzung von unter Denkmalschutz stehenden Brücken verwendet.

Orthotrope Fahrbahnplatte

*Die Fahrbahntafel wird bei Stahlbrücken als orthotrope Platte ausgeführt. Sie besteht aus dem Deckblech, Längsrippen und Querträgern. Die Belastungen werden über das Deckblech, welches auch gleichzeitig als Obergurt der Haupt- und Querträger wirkt, in die Längsrippen geleitet. Diese führen die Lasten zu den Querträgern, von wo aus sie dann an die Hauptträger abgegeben werden (*Abbildung 3-17: Typische Stahlbrücke mit orthotroper Fahrbahnplatte*).*

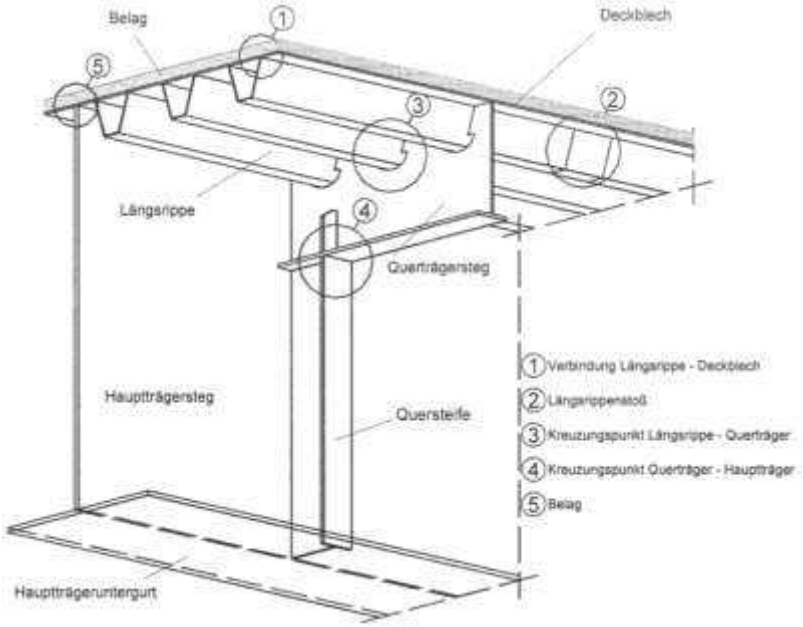


Abbildung 3-17: Typische Stahlbrücke mit orthotroper Fahrbahnplatte

Die Längsrippen von Straßenbrücken werden im Fahrbahnbereich als Trapezhohlprofile aus gekanteten Blechen ausgeführt. Im Geh- und Radwegbereich sind auch andere Querschnittsformen, z.B. Flachsteifen oder Winkelprofile, gebräuchlich. Bei orthotropen Platten älterer Bauarten (vor ca. 1970) sind wegen der hohen Ermüdungsbeanspruchungen durch den Schwerverkehr relativ häufig Schweißnahtrisse aufgetreten. Es wurden deshalb Konstruktionsrichtlinien entwickelt, die auch in den nationalen Anhang zur DIN EN 1993-2 übernommen wurden. Bei Einhaltung der Konstruktionsrichtlinien ist eine ermüdungssichere Bauweise der orthotropen Platte gewährleistet.

Die Ausführung der Hauptträger als luftdicht verschweißter Hohlkasten mit orthotroper Platte ist jedoch nur bei Geh- und Radwegbrücken sinnvoll, da bei Straßenbrücken die Schweißnähte der orthotropen Platte wegen der großen Ermüdungsbeanspruchung für die Bauwerksprüfung zugänglich bleiben sollten.

Korrosionsschutz und Fahrbahnbelag

Der Korrosionsschutz von Stahlbrücken wird üblicherweise durch eine Beschichtung gemäß ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3 erzielt (siehe Abschnitt 3.7.6). Grundsätzlich besteht jedoch auch die Möglichkeit, einen ausreichenden Korrosionsschutz durch die Verwendung von wetterfesten Baustählen (siehe Abschnitt 2.4) zu erreichen.

Im Fahrbahnbereich werden Beläge gemäß ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 4 verwendet (siehe Abschnitt 3.7.1). Im Geh- und Radwegbereich können Dünnbeschichtungen gemäß ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 5 (siehe Abschnitt 3.7.1) aufgebracht werden.

Besonderheiten beim Bauwerksentwurf

Stahlbrücken haben gegenüber Brücken mit einer Betonfahrbahnplatte im Winter eine etwas erhöhte Glatteisgefährdung. Deshalb sollte in exponierten Lagen bereits beim Neubauentwurf die Installation von Taumittelsprühanlagen erwogen werden.

Der Bauwerksentwurf soll bereits eine weitgehende Planung aller wesentlichen Details (Anschlüsse, Lasteinleitungspunkte, Seilverankerungen usw.) unter Berücksichtigung der korrosionsschutzgerechten Gestaltung und der Ermüdung beinhalten.

Die Ergebnisse der Stahlmassenermittlung sollen bereits im Bauwerksentwurf in Form eines Materialverteilungsplans dargestellt werden.

Bei kleineren Brücken kann der Materialverteilungsplan Bestandteil der Vorstatik sein. Bei großen Brücken sollte zur besseren Übersichtlichkeit ein gesonderter Plan angefertigt werden.

3.3.3 Stahlverbund

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 4 Abschnitt 2 Stahlverbundbau,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1994 Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton,
  - DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten,
  - Anlage 5 - Stahlbrücken,
  - Anlage 6 - Verbundbrücken,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12.

Hinweise zur Anwendung von RE-ING

Die Planungshilfen für Stahl- und Stahlverbundbrücken gemäß RE-ING - Teil 2 Brücken – Abschnitt 2 Konstruktive Anforderungen – Anhang A und Ziffer 1.4.2, Überbauten mit Stahlverbund-Fertigteilträgern, sind zu beachten. Die Anwendung ist ggf. im Bauvertrag zu vereinbaren, z.B. durch entsprechende Hinweise auf den Bauwerksplänen.

Verwendung von Verbundfertigteilträgern

Bei der Bauweise mit Verbundfertigteilträgern (Bild 3-24) sind die Anwendungsgrenzen und Konstruktionsregeln gemäß RE-ING zu beachten.

Hinweise zur Anwendung von ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 2:

- Die Richtlinien 2(1) und 2(2) sind zu beachten.
- Die Anwendung von Richtlinie 2(4) ist mit dem Betriebssitz abzustimmen.
- Die Anwendung der Richtlinien 3(2) und 3(3) ist mit dem Betriebssitz abzustimmen.
- Die Richtlinie 5.1 gilt nur für Brücken im Zuge von autobahnähnlichen Straßen mit planmäßiger Verkehrsführung in beiden Fahrtrichtungen.
- Die Anwendung von anderen Verbundmitteln als Kopfbolzendübel bedarf einer Zustimmung im Einzelfall. Dies gilt auch für die bauaufsichtlich zugelassenen Verbunddübelleisten.

Vorteile und Anwendungsgebiete

Stahlverbundtragwerke sind dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Werkstoffe Stahl- bzw. Spannbeton und Baustahl schubsteif miteinander verbunden werden und somit als Verbundquerschnitt gemeinsam an der Lastabtragung mitwirken.

Bei Überbauten von Verbundbrücken besteht die Fahrbahnplatte in der Regel aus Stahlbeton. Sie wird durch Kopfbolzendübel an die darunterliegende Stahlkonstruktion angeschlossen.

Gegenüber Stahl- bzw. Spannbetonbrücken und Stahlbrücken ergeben sich im Wesentlichen die folgenden Vorteile:

- *Geringeres Eigengewicht als Stahl- bzw. Spannbetonbrücken,*
- *Realisierung von großen Stützweiten mit vergleichsweise schlanken Überbauten,*
- *Kurze Bauzeiten durch schnelle Montage großer, im Werk vorgefertigter Stahlbauteile und anschließende Herstellung der Fahrbahnplatte,*
- *Geringe Verkehrsbeeinträchtigungen beim Bauen unter Verkehr,*
- *Reduktion der notwendigen Baubehelfe (Hilfsstützen, Traggerüste usw.) auf ein Minimum,*
- *Ersatz der teuren orthotropen Fahrbahnplatte von Stahlbrücken durch eine robuste Stahlbetonplatte,*
- *Möglichkeit zur Gestaltung durch Farbgebung des Korrosionsschutzes der Stahlteile.*

Aufgrund der oben genannten Vorteile ergeben sich für Verbundbrücken hauptsächlich die folgenden wirtschaftlichen Anwendungsgebiete:

- *Mehrfeldrige Brücken mit Stützweiten ab ca. 40 m,*
- *Überführungsbauwerke (auf Stützen im Mittelstreifen kann bei Ausführung von Verbundtragwerken in der Regel verzichtet werden),*
- *Brücken mit einer geringen verfügbaren Bauhöhe für den Überbau,*
- *Brücken die unter fließendem Verkehr gebaut werden müssen.*

Querschnittstypen

Der am meisten gebaute Tragwerkstyp für Brücken mit Verbundüberbauten ist die einfeldrige oder mehrfeldrige Balkenbrücke. Hiermit sind auch im Grundriss gekrümmte oder schiefwinklige Konstruktionen problemlos ausführbar.

Die angegebenen Schlankheiten in diesem Abschnitt sind nur als grobe Anhaltswerte zu verstehen und können die Vorbemessung nicht ersetzen.

Insbesondere bei engen Grenzen für die zur Verfügung stehende Konstruktionshöhe ist bereits in der Phase des Vorentwurfs eine Überprüfung der angegeben Werte unter Einbeziehung der speziellen Randbedingungen für das jeweilige Bauwerk erforderlich.

Verbundquerschnitt mit nebeneinander liegenden Längsträgern

Der häufigste Querschnittstyp ist der Überbau mit mehreren nebeneinander liegenden Längsträgern. Neben dem üblichen geschweißten I-Querschnitt können auch Hohlkästen oder Walzprofile als Stahlträger verwendet werden.

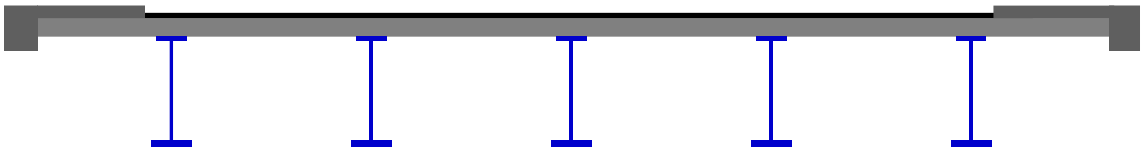


Abbildung 3-18: Verbundquerschnitt mit nebeneinander liegenden Längsträgern

Bei kleineren Stützweiten bis ca. 40 m erfolgt eine wirtschaftliche Ausführung mit eng liegenden Längsträgern gemäß den Konstruktionsrichtlinien der DIN EN 1994. Die Schlankheiten l/h solcher Überbauten liegen üblicherweise zwischen 18 und 25 und bei einfeldrigen Überbauten ≤ 22. Durch eine Einspannung der Träger in die Widerlager lassen sich integrale Bauwerke ohne Fahrbahnübergänge und Lager herstellen. Diese Ausführung unter Ausnutzung der Rahmentragwirkung mit gevouteten Längsträgern ist insbesondere für einfeldrige Überführungsbauwerke bis ca. 50 m Stützweite geeignet. Die Schlankheiten l/h liegen im Feld zwischen 45 und 50 und an der Stütze zwischen 16 und 20.

Die Regelungen der RE-ING Teil 2 Abschnitt 5 zu den integralen Brücken sind zu beachten.

Besonderes Augenmerk ist im Entwurf auf die Konstruktion der biegesteifen Anschlüsse der Stahlträger an die Widerlager zu legen. Wegen der üblicherweise großen Bewehrungskonzentration in der Rahmenecke ist insbesondere darauf zu achten, dass die notwendige Bewehrung im vorhandenen Querschnitt einbaubar ist und auch das ungehinderte Betonieren ermöglicht wird. Außerdem muss auf die Einhaltung der zulässigen Rissbreiten geachtet werden.

Bei größeren Stützweiten wird das Prinzip der eng liegenden Längsträger unwirtschaftlich und es werden stattdessen nur wenige Hauptträger mit größeren Abständen zueinander ausgeführt. Für Überbauten von Autobahnen mit zwei oder drei Richtungsfahrbahnen ist die

Anordnung von nur zwei oder drei Längsträgern üblich. Bei offenen Querschnitten sind in der Regel zusätzliche Querträger auch im Feld erforderlich. Diese sollten so angeordnet werden, dass das Verfahren des Schalwagens nicht behindert wird. Zur Gewichtsreduktion sollte die Betonfahrbahnplatte mit veränderlicher Dicke ausgeführt werden. Bei konstanten Bauhöhen sind für mehrfeldrige Brücken Schlankheiten l/h bis ca. 22 gebräuchlich. Bei einfeldrigen Brücken sollte die Schlankheit auf l/h ≤ 20 beschränkt werden. Bei Montage im Taktschiebeverfahren sind Schlankheiten bis ca. l/h = 18 üblich.

Für mehrfeldrige Brücken im Zuge von Autobahnen mit getrennten Überbauten und für einteilige Überbauten außerhalb von Autobahnen hat sich im mittleren Spannweitenbereich von ca. 35 – 75 m der Verbundquerschnitt mit zwei Hohlkästen, wie in Abbildung 3-19: Verbundquerschnitt mit zwei Hohlkästen *dargestellt, bewährt.*

Werden an den Stützen Querträger angeordnet, genügt ggf. die Anordnung nur eines Lagers unter jedem Hohlkasten. Weitere Querträger im Feld sind aufgrund der großen Torsionssteifigkeit der Hohlkästen in der Regel nicht erforderlich. Als sehr wirtschaftlich und gestalterisch anspruchsvoll hat sich auch die Ausführung von gevouteten Hauptträgern gezeigt. Die Schlankheiten im Feld liegen dann üblicherweise zwischen 30 und 40 und über den Stützen zwischen 13 und 20. Große Schlankheiten im Feld korrespondieren mit geringen Schlankheiten über den Stützen. Bei konstanter Bauhöhe sind Schlankheiten bis ca. 25 gebräuchlich. Bei Montage im Taktschiebeverfahren sind Schlankheiten bis ca. l/h = 18 üblich.



Abbildung 3-19: Verbundquerschnitt mit zwei Hohlkästen

Sofern die Höhe der Stahltröge für eine ordentliche Begehbarkeit nicht ausreichend ist, ist auch eine Ausführung als luftdicht geschweißte Kästen möglich (siehe Abschn. 3.7.6).
Die Stege können, sofern statisch erforderlich oder gestalterisch gewünscht, auch geneigt ausgeführt werden.

Um Beulen der Bleche zu verhindern, ist in der Regel die Anordnung von Beulsteifen im Kasten erforderlich. Die Kästen müssen durch Rahmen oder Schotte ausgesteift werden.

Verbund-Hohlkastenquerschnitt

Bei Brücken mit großen Spannweiten ab ca. 60 m wird der Überbau als Hohlkasten-querschnitt analog Bild 3-21 ausgeführt.

Erfolgt die Montage im Taktschiebeverfahren, sind Schlankheiten bis ca. l/h = 20 ohne weitere Hilfsstützen realisierbar. In der Regel ist die Verwendung eines Vorbauschnabels erforderlich.

Bei üblichen Überbaubreiten erfolgt die Ausführung gemäß Bild 3-21 *als einfacher Hohlkastenquerschnitt. Bei großen Überbaubreiten wird der Kragarm der Fahrbahnplatte zusätzlich durch äußere Längsträger unterstützt, die über Diagonalen und Zugbänder im Abstand zwischen 3,50 – 4,50 m an den Hohlkasten angeschlossen werden.*

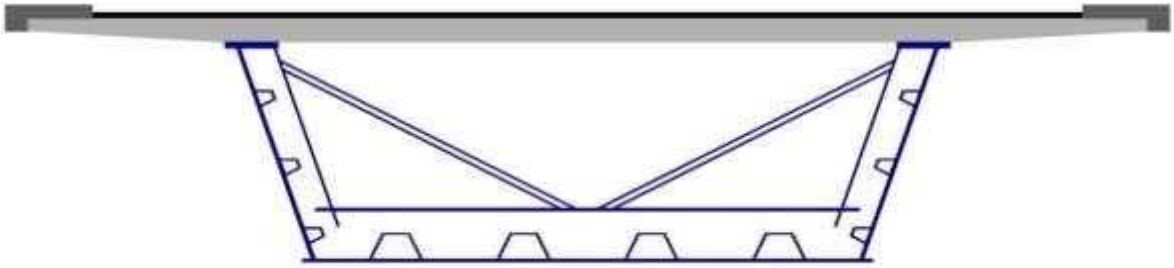


Abbildung 3-20: Verbund-Hohlkastenquerschnitt

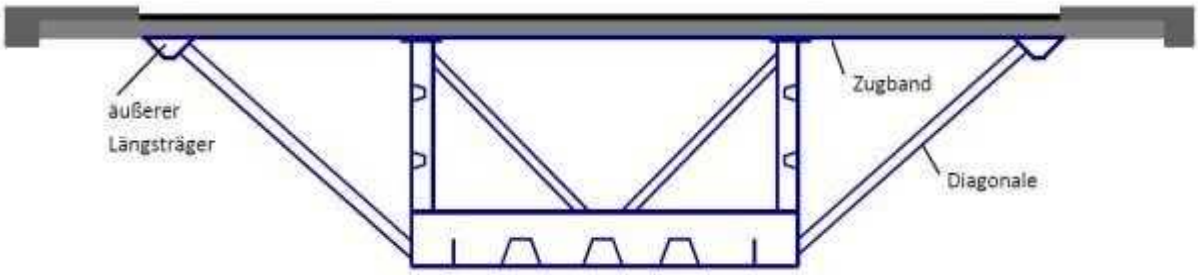


Abbildung 3-21: Verbund-Hohlkastenquerschnitt bei großen Überbaubreiten

Als Querschnitte für die äußeren Längsträger können sowohl offene als auch geschlossene Profile zum Einsatz kommen. Der Ausführung des Zugbandes zum Anschluss der Längsträger ist beim Bauwerksentwurf besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Für dessen Lage kommen grundsätzlich drei Möglichkeiten in Betracht:

1. *Mittig in der Fahrbahnplatte,*
2. *Direkt unter der Fahrbahnplatte im Verbund mit dieser,*
3. *Unterhalb der Fahrbahnplatte ohne Verbund.*

Von der Ausführung der Möglichkeit 1 wird abgeraten. Die Möglichkeiten 2 und 3 haben beide jeweils Vor- und Nachteile, können aber als gleichwertig angesehen werden. Bei der Ausführung von Variante 2, ist darauf zu achten, dass einfache Flachbleche in der Regel einen zu großen Durchhang aufweisen und deshalb für die Montage ungünstig sind. Stattdessen sollte besser ein T-Querschnitt ausgeführt werden. Der Steg sollte dabei nicht in die Fahrbahnplatte gelegt werden, da dies die Bewehrungsführung erschwert. Bei Möglichkeit 3 ist darauf zu achten, dass der Abstand zwischen Fahrbahnplatte und Zugband groß genug ist um den Korrosionsschutz ordnungsgemäß applizieren und auch erneuern zu können.

In jedem Fall ist durch eine Minimierung der Spannungsschwingbreiten und die Auswahl günstiger Kerbfälle gemäß DIN EN 1993 auf eine möglichst ermüdungssichere Ausführung der Anschlüsse zu achten.

Stabbogenbrücken

Stabbogenbrücken mit einer stählernen Tragkonstruktion und einer Fahrbahnplatte aus Beton werden insbesondere zur Überführung von Straßen über Wasserwege gerne eingesetzt. Bei Stützweiten von ca. 70 – 100 m haben die Hauptträger üblicherweise Schlankheiten l/h zwischen ca. 40 und 50. Das Verhältnis zwischen Stützweite und Bogenstich liegt in der Regel zwischen ca. 6 und 8.

Walzträger im Beton (WIB – Bauweise)

Die Planungsvorgaben der RE-ING für diese Bauweise sind einzuhalten.

Die Bauweise mit Walzträgern im Beton (WIB) kommt bevorzugt beim Bau von Eisenbahnbrücken zum Einsatz. Sie hat sich beim Bau von Straßenbrücken bis auf wenige Ausnahmen bislang nicht durchgesetzt.

Sonstige Querschnittstypen

Die Verwendung von Preflex®-Trägern wird bevorzugt beim Bau von Eisenbahnbrücken verwendet. Die Bauweise hat sich beim Bau von Straßenbrücken bis auf wenige Ausnahmen bislang allerdings nicht durchgesetzt.

Bei Verbundbrücken mit Hohlkastenquerschnitten können bei sehr geringen Bauhöhen oder bei ansonsten sehr dicken Druckgurten aus Stahl auch Doppelverbundquerschnitte eingesetzt werden. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich negativer Momente auf dem Kastenboden eine zusätzliche Betonplatte angeordnet wird, die im Verbund mit dem Stahlkasten steht.

Die Ausführung von Verbundüberbauten mit Fachwerkträgern aus Stahl ist grundsätzlich auch möglich, wird aber sehr selten ausgeführt.

Fahrbahnplatte

Fahrbahnplatten aus Fertigteilen ohne Ortbetonergänzung sind gemäß ARS 22/2012 nicht zulässig.

Auf eine Quer- und Längsvorspannung der Fahrbahnplatte ist in der Regel zu verzichten.

Bei eng liegenden Längsträgern ist in der Regel eine Plattendicke von 30 cm ausreichend. Ansonsten sind Plattendicken von ca. 40 – 55 cm über den Hauptträgerstegen und jeweils ca. 10 cm weniger in Feldern der Fahrbahnplatte gebräuchlich.

Im Rahmen der Entwurfsplanung ist die Dimensionierung der Fahrbahnplatte statisch zu überprüfen.

Die Herstellung erfolgt meistens in Ortbetonbauweise. Bei langen Brücken wird hierfür ein verfahrbarer Schalwagen eingesetzt. Bei der Ausbildung des Quertragwerks sollte darauf geachtet werden, dass das Verfahren des Schalwagens möglichst nicht behindert wird.

Bei der Konstruktion des Schalwagens ist RE-ING Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 1.4.1 (7) zu beachten.

Bei der abschnittsweisen Herstellung der Fahrbahnplatte von mehrfeldrigen Verbundbrücken ist auf eine Reduktion der Zugspannungen in der Platte zur Minimierung der Rissbreiten zu achten. Hierzu ist die Festlegung einer geeigneten Betonierreihenfolge (z.B. Pilgerschrittverfahren) im Bauwerksentwurf erforderlich.

Weiterhin ist die Verwendung von Betonen mit geringer Hydratationswärmeentwicklung zu empfehlen.

Bei der Dimensionierung der Fahrbahnplatte sind die Bewehrungsvorgaben der ZTV-ING zu beachten.

Neben der reinen Ortbetonbauweise gewinnt in letzter Zeit insbesondere bei dem Querschnittstyp mit nebeneinanderliegenden Längsträgern zunehmend die Herstellung mit Betonfertigteilen bzw. mit Verbundfertigteilträgern und anschließender Ortbetonergänzung an Bedeutung.

Die Verwendung von Fertigteilen erlaubt den Verzicht auf die Schalung. Die Fertigteile, die den aus dem Hochbau bereits bekannten Fertigteilen (z.B. Filigranplatten) ähnlich sind, werden zunächst auf der Stahlkonstruktion verlegt. Anschließend erfolgt die Ortbetonergänzung zur vollständigen Fahrbahnplatte.

Bei Randträgern der Stahlkonstruktion mit darüber hinaus auskragenden Fertigteilen müssen die Kopfbolzen blockweise angeordnet werden. In den Fertigteilen sind dann entsprechende Aussparungen vorzusehen.

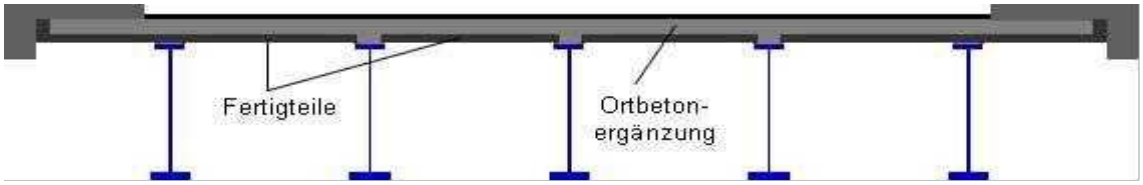


Abbildung 3-22: Verbundüberbau mit Fahrbahnplatte aus Fertigteilen mit Ortbetonergänzung

Vor dem Verlegen der Fertigteile werden auf den Obergurten der Stahlträger Elastomerlager zur definierten Auflagerung der Fertigteile und zum Ausgleich von Bauungenauigkeiten aufgeklebt.
Enge Spalten und Fugen (z.B. zwischen der Unterseite der Fertigteile und dem Obergurt der Stahlträger) müssen vor dem Betonieren der Fahrbahnplatte mit Vergussbeton verfüllt werden. Die Fugen zwischen den Fertigteilen müssen je nach statischer Berechnung so ausgeführt werden, dass die notwendige Kraftübertragung gewährleistet ist.

Üblicherweise wird auf eine Anrechnung des Halbfertigteils als tragender Querschnitt für die Hauptträger verzichtet.

Die Ausführung der Fugen ist als Detail in den Entwurf aufzunehmen. Die Fertigteile müssen eine entsprechende Schubbewehrung erhalten, um den Verbund mit dem Ortbeton zu gewährleisten. Bei der Dimensionierung der Fertigteile ist bereits im Entwurf neben der Tragfähigkeit auch auf die Verformungen unter Berücksichtigung der Rissbildung in den Fertigteilen zu achten.

Ggf. sind während des Betonierens der Fahrbahnplatte zusätzliche Unterstützungen erforderlich. Durch Einbauteile zur Kopplung der Fertigteile kann erreicht werden, dass diese eine einheitliche Durchbiegung erfahren und an den Fugen kein Versatz auftritt.

Die Ausführung dieser Variante ist auch mit Verbund-Hohlkastenquerschnitten möglich.

Die Variante mit Verbundfertigteilträgern ist auch unter der geschützten Bezeichnung VFT®-Bauweise in den letzten Jahren insbesondere bei Bauwerken mit kurzen Stützweiten häufig zum Einsatz gekommen. Das Prinzip besteht darin, bereits im Werk auf die Stahlträger eine dünne Stahlbetonplatte zu betonieren und nach dem Verlegen auf der Baustelle mit Ortbeton zur Fahrbahnplatte zu ergänzen.

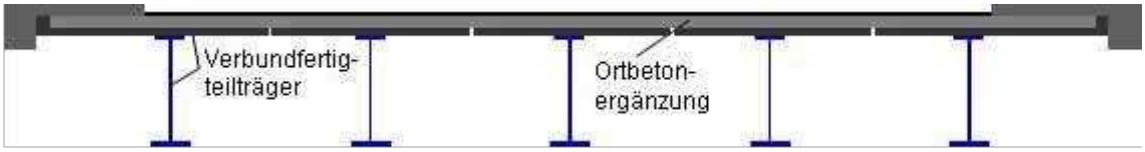


Abbildung 3-23: Verbundüberbau mit Verbundfertigteilträgern

Der Vorteil gegenüber der zuvor beschriebenen Variante liegt darin, dass auf der Baustelle ein Arbeitsschritt gespart werden kann und dass beim Betonieren der Ortbetonergänzung bereits die Verbundtragwirkung des Fertigteils wirksam ist. Nachteilig ist, dass zur Vermeidung von Versätzen an der Unterseite der Fahrbahnplatte eine sehr hohe Fertigungsgenauigkeit bei den üblicherweise mit Überhöhung hergestellten Verbundfertigteilträgern erforderlich ist. Die Anwendung der Bauweise wird durch die zulässigen Transportabmessungen begrenzt.

Endquerträger

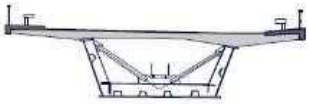
Die Endquerträger von Verbundbrücken sollten üblicherweise als Stahlbeton- oder Verbundträger ausgeführt werden. Dies erleichtert den Einbau der Fahrbahnübergänge. Außerdem wird die Ausbreitung von Lärmemissionen an Fahrbahnübergängen nach unten reduziert und die Differenz zum Widerlager minimiert.

Stahlverbrauch

Für die Kostenberechnung des Bauwerksentwurfs sollte die Baustahl- und Bewehrungsmenge auf der Grundlage einer statischen Vorbemessung ermittelt werden. Bei Überbauten mit einem stählernen Quertragwerk ist auch für dieses eine statische Vorberechnung zur Ermittlung der erforderlichen Baustahlmenge erforderlich.

Richtwerte für die erforderliche Baustahl- und Bewehrungsmenge üblicher Querschnitte können der Tabelle 3-5: Anhaltswerte für den Stahlverbrauch nach [1] *entnommen werden.*

Tabelle 3-5: Anhaltswerte für den Stahlverbrauch nach [1]

Querschnitt	Beton-stahl g_s in kg/m²	Baustahl g_a in kg/m² α_s - Stahlgüte α_M - Einfluss Montageverfahren α_{LMM1} - Einfluss des Lastmodells
	95	$g_a = \alpha_s \alpha_M \alpha_{LMM1} (55+4{,}5\ L_m)$
	85	$g_a = \alpha_s \alpha_M \alpha_{LMM1} (65+3{,}3\ L_m)$
	80	$g_a = \alpha_s \alpha_M \alpha_{LMM1} (100+2{,}2\ L_m)$
	75	$g_a = \alpha_s \alpha_M \alpha_{LMM1} (135+1{,}4\ L_m)$

L_m: Mittlere Stützweite

α_s: Faktor für die Stahlgüte: 1,0 für S355 und 1,4 für S235

α_M: Faktor für das Montageverfahren: 1,0 und 1,05 bei Montage im Taktschieben

α_{LMM1}: Faktor für das Verkehrslastmodell: 1,10 -1,15 für LM1 gemäß Eurocode 1 und
1,0 für LM1 gemäß DIN Fachbericht 101

[1] Hanswille, G.: Anwendung der Teile 2 der Eurocodes 3 und 4 für Stahl- und Verbundbrücken, Stahlbau 83, Heft 4, 2014, S. 217-226

Montageverfahren

Die üblichen Bauverfahren, z.B. Taktschieben, Kranmontage, Freivorbau, Litzenhub, Einschwimmen usw., können auch bei Verbundbrücken angewendet werden. Bei kleinen bis mittleren Spannweiten kommt häufig die einfache Montage mit Mobilkränen zur Ausführung, da sich die Stahlkonstruktion der Überbauten so sehr schnell montieren lässt. Bei großen Talbrücken ist insbesondere das Taktschieben zu nennen, da sich die leichten Stahlteile der Überbauten mit kleinen Vorschubanlagen über große Stützweiten ohne zusätzliche Hilfsstützen einschieben lassen.

Bei großen Stützweiten und schlanken Stahlkonstruktionen ist die Schwingungsanfälligkeit durch winderregte Schwingungen während der Verschubvorgänge schon beim Bauwerksentwurf zu untersuchen.

Beim Bau neben bestehenden Brücken hat sich auch das Quereinschieben oder Einheben vom Bestandsbauwerk aus bewährt. Dafür sind aber meist kurze Sperrpausen erforderlich. Die Herstellung der Fahrbahnplatte erfolgt nach abgeschlossener Montage des Stahlbaus.

Verbundstützen

Neben Verbundüberbauten werden vereinzelt auch Verbundstützen eingesetzt. Hierbei handelt es sich in der Regel um ausbetonierte Stahlhohlprofile. Der Verbund zwischen Baustahl und Beton wird wiederum durch Kopfbolzendübel hergestellt. Verbundstützen erlauben gegenüber Stahlbetonstützen eine wesentlich größere Schlankheit und damit auch größere Transparenz des Gesamtbauwerks. Durch den notwendigen Korrosionsschutz besteht auch hier wieder die Möglichkeit zur farblichen Gestaltung.

3.3.4 Fertigteilbauweise

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken,
  - DIN EN 1994-2 Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken,
  - Anlage 6 - Verbundbrücken,
- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01.

Fertigteile für Beton- oder Spannbetonbrücken

Hinsichtlich der Fertigteile im Massivbrückenbau gelten dieselben Grundsätze für Gestaltung, Zugänglichkeit, Prüfbarkeit, Auswechselbarkeit und Dauerhaftigkeit wie für Brücken in Ortbetonbauweise.

Die Mindestanforderungen an Bauteilabmessungen und Herstellung der Fertigteile sind in RE-ING, ZTV-ING und DIN EN 1992 beschrieben.

Das maximale Gewicht der einzelnen Fertigteile, bis zu welchem diese von Fertigteilwerken noch hergestellt werden können, liegt je nach Werk zwischen ca. 60 und 100 t. Dies ist bereits beim Entwurf zu berücksichtigen und im Zweifelsfall die Baubarkeit zu überprüfen.

Aus Gründen der Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegung und Rissbildung im Bauzustand) sind in Brückenlängsrichtung die Einzelstützweiten von Fertigteilen aus Stahlbeton auf eine Länge von 15 m zu begrenzen. Für größere Spannweiten sind die Fertigteile vorzuspannen und die Einzelstützweite ist auf 35 m zu begrenzen. Dadurch ist ein Einsatz mit größeren Einzelstützweiten im Großbrückenbau ausgeschlossen.

Weil wachsende Brückenschiefen zunehmend große Torsionsmomente erzeugen, die zusätzlich mit Bewehrung abzudecken sind, wird der Einsatz von Stahlbeton- und Spannbetonfertigteilen auf einen Bauwerkswinkel von > 60 gon beschränkt. In jedem Fall ist zur Abdeckung von Torsionsmomenten infolge exzentrischer Laststellungen eine Stegbreite von mindestens 55 cm einzuhalten.

Die Fertigteile sind in den Auflagerlinien monolithisch in Querträger, Pfeiler oder Widerlager einzubinden und durch eine Ortbetonplatte schubfest miteinander zu verbinden.

Bei der Planung von Brücken aus Betonfertigteilen ist das Gewicht des Fertigteils von Bedeutung (Transport, Einheben). Unter der Voraussetzung einer guten und möglichst nahen Zufahrtsmöglichkeit für den Autokran kann als Faustformel angesetzt werden:

erforderlicher Montagekran [t] = Fertigteilgewicht [t] x 10

Brücken aus Fertigteilen können auch für kleine Stützweiten wirtschaftlich sein, wenn der gesamte Brückenüberbau an einem Stück eingehoben werden kann.

3.3.5 Innovative Bauweisen für kurze Bauzeiten

Im Rahmen von Pilotprojekten wurden verschiedene innovative Bauweisen mit dem Ziel einer Bauzeitverkürzung erfolgreich getestet. Die nachfolgend aufgeführten Bauweisen sind in der ZTV-ING Teil 2-4 geregelt und können planmäßig im Bauwerksentwurf vorgesehen werden. Für Nebenangebote und im Rahmen von Funktionalausschreibungen (siehe ARV 69 der Abteilung Technik) können sie ebenfalls zugelassen werden.

Technische Mindestanforderungen für Widerlager auf geokunststoff-bewehrter Erde

Über die Regelung der RE-ING und ZTV-ING hinaus sind folgende Konstruktionsregeln zu beachten:

- Konstruktionen aus bewehrter Erde dürfen nicht im Bereich möglicher Hochwasserereignisse bis HQ 100 gebaut werden.
- Das Einbaumaterial im Entwässerungsbereich und im übrigen Erdkörper ist nach RIZ Was 7 auszuführen.
- Die Ausführung der Drainage an der Fertigteilverkleidung hat nach RIZ Was 7 zu erfolgen.
- Als Material für die Verbindungselemente sind ausschließlich die Werkstoff-Nr. 1.4401 oder 1.4571 (nichtrostender Stahl) zu verwenden.
- Fugen zwischen Fertigteilen müssen ein gleichmäßiges Erscheinungsbild aufweisen.
- Fugen zwischen Fertigteilen sind zu füllen und abzudichten. Dazu sind mindestens die folgenden Regelungen einzuhalten:
- es erfolgt eine erdseitige Abdichtung mittels bituminöser Schweißbahn (Bitumendachbahn V13) Mindestbreite 50 cm.
- Luftseitig werden die Fugen mittels Einschlagprofil als Rundprofil geschlossen. Das verwendete Material muss witterungs-, UV-, und ozonbeständig sein.
- Raumfugen sind unter Beachtung der ZTV-ING 3-3 zu füllen.
- Die planmäßige Fugenbreite beträgt einheitlich 20 mm. Die zulässige Abweichung davon beträgt ± 2,5 mm.
- Der maximal zulässige Kantenversatz D beträgt: $D \leq h / 500$ und $D \leq 5$ mm; h: Höhe der Fertigteile
- Die Fugen zwischen Fertigteilen, die als verlorene Schalung verwendet werden, sind so abzudichten, dass beim Betonieren keine Zementschlämme austreten kann.
- Für die Prüfung und bauzeitliche Begleitung der bewehrte Erde Konstruktion ist ein „öbuvSV für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau“ als Prüfingenieur zu beauftragen.

- Das Kunststoffmaterial Für Widerlager aus geokunststoffbewehrter Erde muss wiederverwertbar sein.

Technische Mindestanforderungen für innovative Betonfertigteilbauweisen

a) Allgemeines

- Vorgespannte Verbindungen zwischen Fertigteilen sind nicht zulässig.
- Bauweisen für die eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich ist, sind nicht zulässig.

b) Unterbauten in Fertigteilbauweise

- Die Verwendung von Betonfertigteilen für die Unterbauten ist zulässig.
- Von den in den RiZ-ING geforderten Abmessungen für die Flügelwände darf abgewichen werden.
- Fertigteile sind untereinander dauerhaft kraftschlüssig zu verbinden um Relativverschiebungen zwischen den Fertigteilen zu verhindern. Dabei sind bei der Verwendung von Vollfertigteilen für Widerlager- und Flügelwände die benachbarten vertikalen Stoßfugen zwischen den Fertigteilen mittels einer Ortbetonplombe über die gesamte Höhe in Anlehnung an Abbildung 3-24: Ausbildung einer Ortbetonplombe zwischen benachbarten Vollfertigteilen zu verbinden.

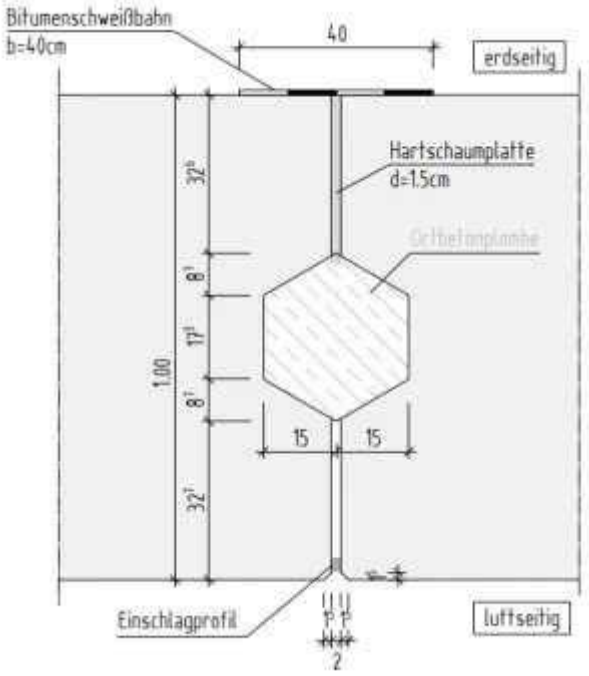


Abbildung 3-24: Ausbildung einer Ortbetonplombe zwischen benachbarten Vollfertigteilen

- Wird die Fuge statisch in Ansatz gebracht ist ein entsprechender Nachweis zu führen. Die Fuge ist dann bewehrt auszubilden. Verbindungsmittel aus Stahl sind aus nichtrostendem Stahl der Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC) III gemäß DIN EN 1993-1-4 herzustellen.
- Die Verwendung von Fertigteilen aus Beton als nichttragende verlorene Schalung ist zulässig.
- Fugen zwischen Fertigteilen müssen ein gleichmäßiges Erscheinungsbild aufweisen. Sie sind zu füllen und abzudichten. Dazu sind mindestens die folgenden Regelungen einzuhalten:
  - es erfolgt eine erdseitige Abdichtung mittels bituminöser-Schweißbahn (Qualitätsanforderungen analog ZTV-ING 7-1) Mindestbreite 50 cm.
  - Luftseitig werden die Fugen mittels Einschlagprofil als Rundprofil geschlossen. Das verwendete Material muss witterungs-, UV-, und ozonbeständig sein.
  - Raumfugen sind unter Beachtung der ZTV-ING 3-3 zu füllen.
  - Die planmäßige Fugenbreite beträgt einheitlich 20 mm. Die zulässige Abweichung davon beträgt ± 2,5 mm.
  - Der maximal zulässige Kantenversatz D beträgt:
    D ≤ h / 500 und D ≤ 5 mm; h: Höhe der Fertigteile
- Die Fugen zwischen Fertigteilen, die als verlorene Schalung verwendet werden, sind so abzudichten, dass beim Betonieren keine Zementschlämme austreten kann.
- Aufgelöste Widerlagerkonstruktionen sind nicht zulässig.

c) Überbauten in Fertigteilbauweise

- Die Verwendung von Fertigteilträgern für den Überbau ist zulässig.
- Der minimale Achsabstand der FT-Träger untereinander beträgt mindestens 2,00m
- Fugen in der Fahrbahnplatte sind nicht zulässig. Es ist eine durchgängige Ortbetonfahrbahnplatte zu betonieren.
- Die Fahrbahnplatte ist vollflächig nach ZTV-ING abzudichten.
- Von den in den RiZ-ING „Kap“ geforderten Abmessungen darf abgewichen werden.
- Verlorene Stahlschalungen für die Kappen sind zulässig. Diese sind mit einem Korrosionsschutzsystem gemäß ZTV-ING Teil 4 - Abschnitt 3, Anhang A, Bauteil 3.1 b), Nr. 1 zu versehen. Gemäß Obmann-Schreiben 2023-07 ist bei System Nr. 1 eine zusätzliche Zwischenbeschichtung mit einer Sollschichtdicke von 80 µm vorzusehen. Bei System Nr. 2 ist die Sollschichtdicke der Zwischenbeschichtung auf 160 µm zu erhöhen.

An den betonberührten Flächen ist die zusätzliche Beschichtung der feuerverzinkten Bauteile nicht erforderlich.

3.3.6 Sonstige Bauweisen

Holzbrücken

Der Bau von Holzbrücken bedarf der Zustimmung des Referats KIB des Betriebssitzes und ist im Wesentlichen auf Rad-Gehwege zu beschränken.

Die Ausbildung erfolgt nach EC 5 - Holzbau; DIN EN 1995-2 einschließlich dem Nationalen Anhang DIN EN 1995-2/NA.

Brücken aus Aluminium

Im Wesentlichen sind Aluminiumbrücken auf Rad- und Gehwegbrücken zu beschränken. Der Bau von Brücken aus Aluminium bedarf in Ermangelung einer bauaufsichtlich eingeführten Berechnungs- und Ausführungsnorm der Zustimmung im Einzelfall.

3.4 Bemessungsgrundlagen

3.4.1 Grenzzustände, Einwirkungen und Einwirkungskombinationen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke,
  - Anlage 3 – Verkehrslast auf Brücken,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 16/2025: Einführung der Richtlinien für militärische Infrastruktur und Zivile Verteidigung im Straßen- und Ingenieurbau (MIZ), Ausgabe 2025/07,

Grenzzustände

Wenn ein Bauwerk keine normale Nutzung mehr erlaubt oder wenn eine unmittelbare Gefahr für die Standsicherheit besteht, befindet sich das Bauwerk für den Nutzer in einem grenzwertigen Zustand, weshalb man auch von Grenzzuständen spricht. Je nachdem, ob es sich um die rechnerische Standsicherheit oder die Nutzungseigenschaften handelt, wird in der Bemessung unterschieden zwischen:

- *Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT, engl.: ultimate limit state ULS) und*
- *Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG, engl.: serviceability limit state SLS)*

Mit Erreichen des Grenzzustandes der Tragfähigkeit tritt rechnerisch der Versagenszustand eines Bauwerks bzw. dessen starke Beschädigung ein. Für eine schnelle Unterscheidung der Grenzzustände untereinander, insbesondere für das Ablesen von Teilsicherheitsfaktoren in Tabellenwerken, werden folgende Kurzbezeichnungen verwendet:

EQU *Verlust der Lagesicherheit des Tragwerks oder eines seiner Teile betrachtet als starrer Körper,*

STR *Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks oder seiner Teile einschließlich der Fundamente, Fundamentkörper, Pfähle, wobei die Tragfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen entscheidend ist,*

GEO *Versagen oder übermäßige Verformungen des Baugrundes, bei der die Festigkeit von Boden oder Fels wesentlich an der Tragsicherheit beteiligt sind,*

FAT *Ermüdungsversagen des Tragwerks oder seiner Teile,*

HYD *hydraulisches Heben und Senken, interne Erosion und im Baugrund aufgrund von hydraulischen Gradienten (hydraulischer Grundbruch) und*

UPL *Verlust der Lagesicherheit des Tragwerks oder des Baugrundes aufgrund von Hebungen durch Wasserdruck (Auftriebskraft) oder sonstigen vertikalen Einwirkungen.*

Die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind dadurch gekennzeichnet, dass ein Tragwerkszustand erreicht wird, bei dem die vereinbarten Nutzungsbedingungen nicht mehr zuverlässig erfüllt werden. Dieser Zustand kann im Ingenieurbau durch Rissbildung in tragenden oder nichttragenden Bauteilen, Verformungen oder Empfindlichkeit gegenüber Schwingungen etc. eintreten.

Grundsätzlich werden die gestellten Anforderungen an Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit i. d. R. durch die Wahl geeigneter Baustoffe, eine korrekte Bemessung und angepasste bauliche Durchbildung während des Entwurfs, eine geeignete Bauüberwachung während der Bauausführung und eine planmäßige Nutzung des Ingenieurbauwerks erreicht. Werden alle Vorgaben eingehalten, kann man im Allgemeinen davon ausgehen, dass dann auch die Dauerhaftigkeit der Konstruktion über die angestrebte Nutzungsdauer gegeben ist.

Nachweisformat für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Mit dem Grenzzustand für Tragfähigkeit (GZT) soll das Versagen des Querschnitts bzw. des Gesamtsystems abgesichert werden. Für die rechnerische Untersuchung im GZT unterscheidet man zwei Bemessungssituationen:

- *ständige und vorübergehende Bemessungssituation (gewöhnliche Bemessungssituation, Grundkombination),*
- *außergewöhnliche Bemessungssituation (Fahrzeuganprall, Explosionen, Bergsenkung, Erdbeben).*

Hintergrund dieser Unterscheidung sind wirtschaftliche Überlegungen unter Berücksichtigung der Auftretenshäufigkeit. Es wird als vertretbar angesehen, dass in Bauzuständen und unter außergewöhnlichen Einwirkungen die Bauerwerkszuverlässigkeit kleiner ist als für die gewöhnliche Bemessungssituation.

Für eine schnelle Unterscheidung der Bemessungssituationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit untereinander, insbesondere für das Ablesen von Teilsicherheitsfaktoren in Tabellenwerken, werden folgende Kurzbezeichnungen verwendet:

S/V *Ständige und vorübergehende Bemessungssituation,*

B *Bauausführung, wenn die Ausführung ausreichend im Hinblick auf die Verteilung der ständigen Lasten kontrolliert wird,*

K *Kombinierter Nachweis für die Lagesicherheit und Tragsicherheit der Bauteile und*

A Außergewöhnliche Bemessungssituation.

Beim Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist der Bemessungswert der Tragfähigkeit R_d dem Bemessungswert der Einwirkungen E_d gegenüberzustellen:

$$E_d \leq R_d$$

Der Bemessungswert des Tragwiderstands R_d entspricht dem charakteristischen Widerstand des tragenden Querschnitts R_k abgemindert mit einem Teilsicherheitsbeiwert γ_M:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Der Teilsicherheitsbeiwert auf der Widerstandsseite γ_M ist in den jeweiligen Bemessungsnormen geregelt.

Der Bemessungswert der Einwirkungen E_d repräsentiert die mit einem Teilsicherheitsfaktor γ_F vervielfachte maßgebende charakteristische Beanspruchung E_k im betrachteten Querschnitt:

$$E_d = \gamma_F \cdot E_k$$

Einwirkungen

Die charakteristischen Einwirkungen E_k sind entweder den einschlägigen Lastnormen (z.B. DIN EN 1991 und DIN 1055) zu entnehmen oder vom Bauherrn vorzugeben, wobei die normativen Mindestanforderungen stets einzuhalten sind.

*Hinsichtlich ihrer Auftretenshäufigkeit wird unterschieden zwischen (*Tabelle 3-7: Einwirkungen (Auszug)*):*

- *ständigen Einwirkungen G,*
- *veränderlichen Einwirkungen Q,*
- *außergewöhnlichen Einwirkungen A,*
- *vorübergehenden Einwirkungen (Bauzustände).*

Zu den bedeutendsten veränderlichen Einwirkungen gehören die Verkehrslasten (Tabelle 3-6: Charakteristische Werte des neuen Verkehrslastmodells LM1(Tabelle 3-6: Charakteristische Werte des neuen Verkehrslastmodells LM1). Diese sind für zivile Anwendungen im Wesentlichen in DIN EN 1991 geregelt.

Bis Mai 2003 wurden die Verkehrslasten in DIN 1072 geregelt. Die Brückenklassen nach DIN 1072 werden heute nur noch für evtl. erforderliche Nachrechnungen von Brücken, z.B. für Schwertransporte oder Instandsetzungen, verwendet.

Eine Anwendung der alten Norm ist mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

Tabelle 3-6: Charakteristische Werte des neuen Verkehrslastmodells LM1

Stellung	Doppelachse			Gleichmäßig verteilte Last		
	Grundwert	α_{Qi}	angepasster Grundwert	Grundwert	α_{qi}	angepasster Grundwert
	Achslast Q_{ik} in kN		Achslast $\alpha_{Qi} \cdot Q_{ik}$ in kN	q_{ik} in kN/m²		$\alpha_{qi} \cdot q_{ik}$ in kN
Fahrstreifen 1	300	1,0	300	9,0	1,33	12,0
Fahrstreifen 2	200	1,0	200	2,5	2,4	6,0
Fahrstreifen 3	100	1,0	100	2,5	1,2	3,0
andere Fahrstreifen	0	-	0	2,5	1,2	3,0
Restfläche (q_{rk})	0	-	0	2,5	1,2	3,0

Es bedeuten
Q_{ik} Größe der charakteristischen Achslast (Lastmodell I) für den rechnerischen Fahrstreifen Nummer i (i = 1, 2 ...) von Straßenbrücken
q_{ik} Höhe der gleichmäßig verteilten vertikalen Belastung (Lastmodell 1) auf rechnerischen Fahrstreifen Nummer i (i = 1, 2 ...) von Straßenbrücken
α_{Qi}, α_{qi} Anpassungsfaktor für Achslast und gleichmäßig verteilter Belastung, die auf den definierten Fahrstreifen i (i = 1, 2 ..) angesetzt werden.

Nach STANAG 2021 (Standardization Agreement) sind die militärischen Lastenklassen definiert. Brückenneubauten werden, soweit sie im militärischen Infrastrukturnetz (siehe Abschnitt Vorplanung/Streckenentwurf) liegen, für eine dieser Militärlastklassen berechnet und die Schnittgrößen mit den „zivilen“, nach DIN EN 1991 errechneten Schnittgrößen verglichen. Mit den jeweils größeren Bemessungswerten (militärisch oder zivil) wird dann bemessen. Gemäß MIZ sind bei Brücken die militärischen Lasten gemäß STANAG 2021 anzusetzen.

Für spätere Belagserneuerung ist der Lastfall „Halbseitige Belags- und Kappenentfernung“ (Tabelle 3-7: Einwirkungen (Auszug)) in das Tragwerk einzurechnen. Die Feldweiten, insbesondere Endfelder, Lagerspreizungen und Endquerträger sind so zu gestalten, dass dieser Lastfall keine abhebenden Lagerkräfte erzeugt.

Gleichzeitig wirkende veränderliche Einwirkungen werden in bestimmten Bemessungssituationen zu repräsentativen Werten zusammengefasst, d. h. sie werden entsprechend ihrer Auftretenshäufigkeit durch Kombinationsbeiwerte ψ_i kombiniert. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt, mit der die veränderlichen Einwirkungen tatsächlich gleichzeitig in maximaler Größe auftreten.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind folgende Kombinationen zu berücksichtigen:

- ständige und vorübergehende Bemessungssituation (Grundkombination) und

- außergewöhnliche Bemessungssituation.

Für jede Bemessungssituation sind die ungünstigsten Einwirkungskombinationen herauszufinden.

Je nachdem, ob eine Einwirkung günstig oder ungünstig wirkt, werden unterschiedliche Teilsicherheitsbeiwerte angesetzt. In den Bemessungsnormen sind entsprechende Übersichten zusammengestellt.

Besonderer Lastansatz: Anprall an Überbauten

Der Nachweis der Lagesicherheit gegenüber Anprall an Überbauten aus Straßenverkehr unter Brücken ist nach DIN EN 1991-2, 4.7.2.2 bzw. DIN EN 1991-2, 5.6.2.2 grundsätzlich zu erbringen. Die Anpralllasten gelten dabei als außergewöhnliche Einwirkungen.

Es ist darüber hinaus gemäß ARS 22/2012 sicherzustellen, dass die Bauwerke ausreichend robust ausgebildet sind, um den Anprall aufnehmen zu können.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Robustheit des Tragwerks sind insbesondere bei leichten und filigranen Tragkonstruktionen die Anpralllasten aus Straßenverkehr unter Brücken einzurechnen und beim Nachweis der Tragsicherheit des Bauwerks zu berücksichtigen. Für übliche Straßenbrücken (Massivbrücken: Vollplatte, Plattenbalken, Hohlkasten sowie Stahl- und Stahlverbundbrücken: Hohlkasten, mittels Querträger ausgesteifte Plattenbalken) kann die Robustheit auch ohne expliziten Nachweis als gegeben angesehen werden.

Tabelle 3-7: Einwirkungen (Auszug)

Einwirkungen	
ständige	
Konstruktionseigengew. *(DIN EN 1991)*	Stahlbeton (25 kN/m³), Stahl (78,5 kN/m³)
Ausstattung *(DIN EN 1991):*	Kappen, Fahrbahnbelag, Geländer, Fahrzeugrückhaltesysteme, Entwässerungseinrichtungen, sonstige Leitungen, Signalanlagen, stationäre Besichtigungseinrichtungen
Vorspannung *(DIN EN 1992):*	Vorspannkräfte, Spannkraftverluste
Baugrund *(DIN EN 1997, DIN EN 1990, Baugrundgutachten)*	mögliche/wahrscheinliche Stützensenkung, Erddruck auf Widerlager und Fundamente infolge Bodeneigenlast
veränderliche	
Verkehr *(Kfz und Fußgänger) (DIN EN 1991 und ARS 22/2012)*	Verkehrslasten nach DIN EN 1991-2 in Verbindung mit DIN EN 1991-2/NA (modifiziertes Lastmodell LMM), Militärlasten nach STANAG 2021, Brems- und Anfahrlasten, Zentrifugallasten, Verschiebungswiderstände von Lagern infolge Verkehr, Erddruck auf Widerlager und Fundamente infolge Verkehr, Einwirkungen auf Geländer
Temperatur *(DIN-EN 1991)*	Temperaturschwankungen gegenüber Aufstellungstemperatur, Temperaturunterschiede, Verschiebungswiderstände von Lagern infolge Temperatur
Wind *(DIN-EN 1991)*	Windlasten in Brückenquerrichtung mit/ohne Verkehrsband, Verschiebungswiderstände von Lagern infolge Wind
Schnee *(DIN-EN 1991)*	Klappbrücken, überdachte Brücken
Lagerwechsel *(DIN-EN 1991)*	Anheben des Überbaus zum Lagerwechsel
Lagerwege *(DIN-EN 1990, Anhang NA.E)*	Ermittlung der Lagerkräfte und Lagerwege/Dehnwegsberechnung
Halbseitige Belagsentfernung	Halbseitige Entfernung von Belag, Außenkappen und ggf. Mittelkappen über die gesamte Brückenlänge mit gleichzeitigem Verkehr in Gegenrichtung
außergewöhnliche	
Anpralllasten *(DIN-EN 1991)*	Anprall an tragende und stützende Bauteile (Pfeiler, Überbauten, Schrammborde, Fahrzeugrückhaltesysteme)
Erdbeben	
Erdbebeneinwirkung *(DIN-EN 1998)*	Erdbebenkräfte und –verschiebungen (Rücksprache mit dem Betriebssitz)

Nachweisformat für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit ist folgende Bedingung einzuhalten:

$$E_d \leq C_d .$$

Dabei sind

E_d Bemessungswert der Einwirkungen im GZG und

C_d Bemessungswert des Gebrauchstauglichkeitskriteriums.

Das nachzuweisende Gebrauchstauglichkeitskriterium C_d ist ein Nennwert einer bestimmten Bauwerks- oder Bauteileigenschaft, z.B. zulässige Rissbreite, zulässige Spannungen etc. In den meisten Fällen stehen Erfahrungswerte oder versuchstechnisch ermittelte Werte hinter den Grenzwerten.

Die Einwirkung E_d ist die infolge einer maßgebenden Einwirkungskombination am Bauwerk oder Bauteil vorhandene Kenngröße, wobei zur Ermittlung dieser Kenngröße nur charakteristische Werte unter Beachtung der Einwirkungsdauer eingesetzt werden. Daher werden:

- *seltene Kombinationen,*
- *häufige Kombinationen und*
- *quasi-ständige Kombinationen*

voneinander unterschieden.

3.4.2 Bemessung

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken,
  - DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten,
  - DIN EN 1994 Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton,
  - Anlagen 2 bis 6,
- DIN EN 1997 mit DIN 1054: Geotechnische Bemessung (siehe auch 3.6.1),
- RS vom 10.03.2015: Beulsicherheit und Auslegung von DIN EN 1993 und 1994 (Teil I des RS wurde im DIN EN 1993-1-5/NA berücksichtigt).
- Obmannschreiben 2025-09 vom 28.05.2025[1)]: Probeweise Anwendung der „Regelung und Richtlinien für die Bemessung von Ingenieurbaubauten (BEM-ING)“ – Teil 1 Berechnung und Bemessung von Brückenneubauten, Abschnitt 2 Betonbrücken.

[1)] Die probeweise Anwendung der „Regelung und Richtlinien für die Bemessung von Ingenieurbauten (BEM-ING)“ – Teil 1 Berechnung und Bemessung von Brückenneubauten, Abschnitt 2 Betonbrücken ist mit dem BS vorab abzustimmen.

Betonbrücken

Regelwerke

Die Bemessung und konstruktive Durchbildung von Betonbrücken erfolgt gemäß DIN EN 1992-2; DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-2/NA. Die für den Brückenbau relevanten Regelungen in den entsprechenden Teilen der Eurocodes sind im DIN Handbuch Eurocode 2 Betonbau, Band 2: Brücken zusammengefasst.

Grundlagen der Bemessung

Die Bemessung erfolgt auf Grundlage des semi-probabilistischen Sicherheitskonzepts nach DIN EN 1990. Darüber hinaus enthält DIN EN 1992-2/NA zusätzliche und bauartspezifische Festlegungen zum Sicherheitskonzept.

Die Erfüllung der grundlegenden Entwurfsanforderungen wird nachgewiesen durch die Einhaltung der:

- Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT)

- Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)
- Regeln für die konstruktive Durchbildung

Darüber hinaus sind ergänzende Anforderungen an die Dauerhaftigkeit zu beachten.

Ermittlung der Schnittgrößen

Allgemein

Grundvoraussetzung für eine sichere und wirtschaftliche Bemessung von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken ist eine realitätsnahe Ermittlung der Schnittgrößen. Dabei ist die Erfassung der tatsächlichen Steifigkeiten und Randbedingungen von wesentlicher Bedeutung.

Schnittgrößen im Betonbau werden grundsätzlich nach der Art der Einwirkung unterteilt in Schnittgrößen aus:

- Lasten
- Zwang
- Vorspannung (statisch bestimmte und unbestimmte Schnittgrößen, Spannkraftverluste und Umlagerungen infolge Kriechen und Schwinden)

Bei statisch unbestimmten Systemen ist die Schnittgrößenverteilung abhängig von den Steifigkeitsverhältnissen. Bei einem Abfall der Steifigkeiten infolge Rissbildung oder plastischer Verformungen der Bewehrung kommt es zu Umlagerung der Schnittgrößen aus Last von hoch in weniger beanspruchte Bereiche.

Zwangsschnittgrößen infolge Temperatureinwirkungen oder unterschiedlichen Setzungen sind proportional zur absoluten Systemsteifigkeit. Bei einem Steifigkeitsabfall durch Rissbildung werden sie stark abgebaut.

Des Weiteren sind aus Systemwechseln und dem Bauablauf resultierende herstellungsbedingte Schnittgrößenumlagerungen unter Berücksichtigung der viskoelastischen Werkstoffeigenschaften des Betons (Kriechen, Schwinden) zu berücksichtigen.

GZG

- i.A. linear-elastische Schnittgrößenermittlung (Steifigkeiten im ungerissenen Zustand I werden vorausgesetzt)
- bei ggf. erforderlichen Durchbiegungsnachweisen ist das nichtlineare Werkstoffverhalten des Stahl- bzw. Spannbetons zu berücksichtigen (Zustand II, Kriechen + Schwinden)

GZT

- linear-elastische Schnittgrößenermittlung mit/ohne begrenzte Umlagerung
- Schnittgrößenermittlung auf Grundlage der Plastizitätstheorie (Ausbildung von Fließgelenken in der Bewehrung)
- geometrisch und physikalisch nichtlineare Schnittgrößenermittlung (unter Berücksichtigung von Imperfektionen, Zustand II, Kriechen und Schwinden) z.B.:
  - bei Nachweisen von schlanken Pfeilern nach Theorie II. Ordnung,
  - beim Nachweis der Kippsicherheit von schlanken Trägern nach Theorie II. Ordnung (z.B. bei Transport/Montage von Fertigteilträgern)
- Berücksichtigung des Steifigkeitsabfalls bei der Ermittlung von Zwangsschnittgrößen
- Scheiben und Diskontinuitätsbereiche sind mit Stabwerkmodellen unter Annahme des gerissenen Zustands II zu bemessen

Nachweise für die Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT)

Grundsätzlich sind die folgenden Nachweise zu führen:

- Biegung mit oder ohne Normalkraft
- Nachweis gegen Versagen ohne Ankündigung - Robustheitsbewehrung
- Nachweis der Querkrafttragfähigkeit mit und ohne Querkraftbewehrung
- Nachweis der Torsionstragfähigkeit
- Nachweis von Druck- und Zuggurtanschlüssen
- Durchstanzen
- Nachweis gegen Ermüdung
- Bemessung mittels Stabwerkmodellen in Diskontinuitätsbereiche

Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Grundsätzlich sind die folgenden Nachweise zu führen:

- Nachweis der Dekompression oder der zulässigen Randzugspannungen für den Spannbeton
- Begrenzung der Spannungen
- Begrenzung der Rissbreiten
- Begrenzung der Verformungen
- Begrenzung der Schwingungen

Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit des Tragwerks gilt als sichergestellt, wenn neben den Nachweisen im GZT und GZG die folgenden Anforderungen erfüllt sind:

- konstruktiven Regeln gemäß DIN EN 1992-2/NA
- die technischen Regeln für die Anforderungen an den Beton (DIN EN 206-1, DIN 1045-2, ZTV-ING o. vgl.)
- die Betondeckung und die Bauausführung (DIN EN 13670, DIN 1045-3, ZTV-ING o. vgl.)

Dabei wird ein geeigneter Tragwerksentwurf vorausgesetzt. Die planmäßige Nutzungsdauer von Verkehrsbauten nach DIN EN 1992-2 ist für etwa 100 Jahre ausgelegt.

Die Dauerhaftigkeit hat großen Einfluss auf den notwendigen Aufwand bei der Bauwerkserhaltung während der Nutzungsdauer. Werden Dauerhaftigkeitsmängel nicht zeitnah Instand gesetzt, können sie die Tragsicherheit und Nutzungsdauer eines Bauwerks beeinträchtigen.

Bewehrungsmengen - Maßgebliche Nachweise und Festlegungen

Spannstahlmenge

Die erforderliche Vorspannung und Spanngliedführung ergibt sich i.d.R. aus dem Nachweis der Dekompression oder der Einhaltung zulässiger Betonrandzugspannungen unter definierten Einwirkungskombinationen.

Nach DIN EN 1992-2/NA „Betonbrücken“ dürfen für Spannbetonbauteile im Grenzzustand der Dekompression unter der maßgebenden Einwirkungskombination entsprechend der Tab. 7.101DE keine Zugspannungen an dem Rand des Querschnitts auftreten ($\sigma_{c,Rand} \leq 0$ MN/m²), der dem Spannglied am nächsten liegt.

I.A. erfolgt aus dieser Forderung die erste Abschätzung der erforderlichen Vorspannung. Für einen statisch bestimmten Einfeldträger ergibt sich die Vorspannung damit wie folgt:

$$\sigma_{c,Rand} = \frac{P_{m0}}{A_c} + \frac{M_{Ek}}{W_c} + \frac{P_{m0} \cdot z_{cp}}{W_c} \leq 0$$

$$P_{m0} = \frac{M_{E,k}}{\frac{W_c}{A_c} + z_{cp}}$$

mit

$$P_{m0} = \min \begin{cases} 0{,}75 \cdot A_p \cdot f_{pk} \\ 0{,}85 \cdot A_p \cdot f_{pk} \end{cases}$$

M_{Ek} Biegemoment unter der der maßgebenden Einwirkungskombination gem. Tabelle 7.101DE, DIN EN 1992-2/NA
(Bei Durchlaufträgern bzw. statisch unbestimmten Systemen muss darüber

hinaus der Einfluss des statisch unbestimmten Momentanteils Mcp,ind der Vorspannung rechnerisch berücksichtigt werden).

Wc Widerstandsmoment des Brutto-Betonquerschnitts

Ac Fläche des Brutto-Betonquerschnitts

zcp der Abstand der Spannglieder von der Schwerelinie des Brutto-Betonquerschnitts (Exzentrizität der Spannglieder).

Betonstahlmenge

Die erforderlichen Betonstahlmengen ergeben sich auf Grundlage der Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.

Die Betonstahlmengen werden durch die folgenden Kriterien beeinflusst:

- Konstruktionsart (Spannbeton, Stahlbeton)
- Querschnitt, Bauteildicke
- Betonrezeptur (schnell oder langsam erhärtender Beton,r-Werte)
- Statisches System (zwängungsfreies System oder Integrale Bauweise)
- Mindestbewehrung (Robustheitsbewehrung)
- Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten aus
- Last
- Früher Zwang (abfließende Hydratationswärme)
- Später Zwang

Die Vielzahl der Einflussfaktoren bedingt eine große Streuung der erforderlichen Bewehrungsmengen.

Zusätzlich sind Vorgaben im Hinblick auf die konstruktive Durchbildung zu berücksichtigen.

Die Tabelle 3-8: Überschlägige Ansätze der Bewehrungsmengen je m^3 Betonvolumen des Bauteils *enthält Anhaltswerte für überschlägige Ermittlungen der Menge des schlaffen Betonstahls für Entwurfs- und Ausschreibungszwecke.*

Sie umfasst neben Brücken-Bauteilen auch Bauteile von Ingenieurbauwerken, die keine Brücken sind. Auch für diese Bauwerke kann die in diesem Kapitel eingefügte Tabelle angewendet werden.

Im Unterschied zum schlaffen Betonstahl können die Tabellenwerte des Spannstahls lediglich zum Zweck einer Schätzung genutzt werden. Eine präzisere Vorbemessung der Vorspannung ist für einen genehmigungswürdigen Entwurf unerlässlich.

Bereits in der Vorbemessung soll mit vorausschauender Beachtung der Bewehrungsregeln der DIN 1992-2/ NA darauf geachtet werden, dass die absehbaren Bewehrungsmengen ggf. einschließlich voraussehbarer Bewehrungsstöße derart in den Bauteilen untergebracht werden können, dass das ordnungsgemäße Einbringen und Verdichten des Betons ermöglicht wird. Nötigenfalls sind bei hohen Bewehrungskonzentrationen im Zuge der Vorplanung der betreffenden Bauteile geeignete Festlegungen zu treffen, z.B. die Bauteilabmessungen entsprechend anzupassen.

Für die Vorbereitung der Ausführungsplanung kann es aus denselben Gründen für einzelne Bauteile mit absehbar hoher Bewehrungskonzentration notwendig sein -um ihre Baubarkeit optisch besser beurteilen zu können- Ausführungspläne mit maßstäblicher Bewehrungsdarstellung in vergrößertem Maßstab, z.B. 1 : 10, oder eine 3-dimensionale Bewehrungsdarstellung auszuschreiben. Eine dahingehende gezielte Empfehlung sollte im Bedarfsfall im Entwurf geäußert werden.

Tabelle 3-8: Überschlägige Ansätze der Bewehrungsmengen je m³ Betonvolumen des Bauteils

Überschlägige Ansätze der Bewehrungsmengen je m^3 Betonvolumen des Bauteils					
lfd Nr	Bauteil-Art	Art der Bewehrung	Bew.-Menge von - bis [kg/m^3]	Bew.-Menge Mittelwert [kg/m^3]	Bemerkungen
1	Bohrpfahl für LSW, ϕ = 90 cm	schlaff	80 - 115	95	
2	Bohrpfahl für LSW, ϕ = 70 cm	schlaff	110 - 210	155	
3	Bohrpfahl für Bohrpfahl(-Stütz)wand	schlaff	75 - 200	135	
4	Bohrpfahl für die Brückengründung	schlaff	50 - 250	100	
5	Bohrpfahlkopfplatte	schlaff	70 - 190	140	
6	Kopfbalken für Spundwand	schlaff	150 - 185	160	
7	Stützwand-Fundament	schlaff	90 - 120	115	
8	aufgehende Stützwand	schlaff	85 - 130	120	
9	Widerlager-Fundament	schlaff	80 - 150	110	
10	aufgehende Widerlagerwand, d < 1,4 m	schlaff	70 - 130	100	
11	aufgehende Widerlagerwand, d >= 1,4 m	schlaff	90 - 135	115	
12	Widerlager-Flügelwand	schlaff	85 - 130	100	
13	Fundament für Stützen/Pfeiler	schlaff	80 - 100	95	
14	Stütze/Pfeiler	schlaff	80 - 200	100	
15	aufg. Wand eines biegest. Rahmentragw.	schlaff	80 - 110	85	
16	Überbau des biegesteifen Rahmentragw.	schlaff	85 - 170	135	
17	schlaff bewehrter Platten-Überbau	schlaff	90 - 160	135	
18	vorgespannter Platten-Überbau	schlaff	120 - 160	135	
19	vorgespannter Platten-Überbau	Vorspannung	30 - 55	40	längs
20	vorgesp. Plattenbalken-Überbau	schlaff	105 - 180	135	
21	vorgesp. Plattenbalken-Überbau	Vorspannung	30 - 40	35	längs
22	gemischt vorgespannter Hohlkasten	schlaff	-	-	
23	gemischt vorgespannter Hohlkasten	Vorspannung	-	-	längs
24	ausschließlich extern vorg. Hohlkasten	schlaff	-	-	
25	ausschließlich extern vorg. Hohlkasten	Vorspannung	-	-	längs
26	schlaff bewehrte FT-Träger, T-Form	schlaff	-	-	
27	Ortbetonergänzung zu schlaff bew. FT	schlaff	-	-	
28	vorgespannte FT-Träger, T-Form	schlaff	140 - 170	155	
29	vorgespannte FT-Träger, T-Form	Vorspannung	50 - 70	60	längs
30	Ortbetonergänzung zu vorg. FT, T-Form	schlaff	160 - 280	220	
31	Betonergänzug zur Stahlverbundkonstr.	schlaff	200 - 300	250	
32	Kappe	schlaff	90 - 160	115	
33	Regenrückhaltebecken-Sohle	schlaff	110 - 175	125	
34	Regenrückhaltebecken-Wand	schlaff	115 - 175	125	
35	Regenrückhaltebecken-Decke	schlaff	110 - 150	130	

Stahlbrücken

Regelwerke

Die Bemessung von Stahlbrücken erfolgt gemäß DIN EN 1993-2. Die ergänzenden Festlegungen in der Baubeschreibung von Geritex sind bereits beim Entwurf zu beachten.

Grundlagen der Bemessung

Die Bemessung gemäß DIN EN 1993-2 erfolgt nach dem Sicherheitskonzept mit getrennten Teilsicherheitsbeiwerten für die Einwirkungen und die Widerstände. Es wird in die drei folgenden Nachweiszustände unterschieden:

- *Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit*
  - *Nachweis des statischen Gleichgewichts,*
  - *Nachweis der Querschnittstragfähigkeit unter Berücksichtigung aller gleichzeitig auftretenden Schnittgrößen,*
  - *Stabilitätsnachweise (Biegeknicken, Biegedrillknicken, Beulen) und*
  - *Nachweis der geschraubten und geschweißten Verbindungen.*
- *Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit*
  - *Spannungsbegrenzung,*
  - *Begrenzung des Stegblechatmens,*
  - *Verformungsbegrenzung und*
  - *ggf. Begrenzung der auftretenden Schwingungen.*
- *Nachweise gegen Ermüdung*

Verbundbrücken

Regelwerke

Die Bemessung von Verbundbrücken erfolgt auf der Grundlage der DIN EN 1994-2. Diese enthält jedoch nur die speziellen Regelungen für den Verbundbau. Für die Bemessung der Stahlbauteile gilt deshalb DIN EN 1993-2 und für die Betonbauteile DIN EN 1992-2.

Die ergänzenden Bemessungsregelungen in den ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 2 und in der Baubeschreibung von Geritex sind bereits beim Entwurf zu beachten.

Grundlagen der Bemessung

Die Bemessung basiert grundsätzlich auf den gleichen Grundlagen wie die Bemessung von Stahl- und Massivbrücken.

Besonderheiten bei der Bemessung von Verbundbrücken

- **Nachweis der Verbundfuge**
  Wesentliches Element von Verbundbrücken ist die Verbindung zwischen Baustahl und Betonplatte (Verbundfuge). Diese ist für die Grenzzustände der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und gegen Ermüdung nachzuweisen.
- **Bewehrung der Fahrbahnplatte**
  Die konstruktiven Anforderungen an die Bewehrungsgrade, Stabdurchmesser und Stababstände gemäß ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 2 sind zusätzlich zu beachten.
- **Herstellungsablauf**
  Der Herstellungsablauf ist bei Verbundbrücken für die Bemessung von großer Bedeutung und bereits bei der Vorbemessung für den Bauwerksentwurf mit zu berücksichtigen.

3.5 Unterbauten

3.5.1 Widerlager

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12.

Das Widerlager hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- *Aufnahme der Auflagerkräfte aus dem Überbau und Ableitung dieser Kräfte in den Baugrund,*
- *Herstellung des Überganges zwischen Brückenüberbau und Fahrbahn auf dem Damm,*
- *Aufnahme des Erddruckes und Sicherung des Dammes im Übergangsbereich zwischen Brückenüberbau und Damm und*
- *Gewährleistung des erforderlichen Bewegungsraumes für die auftretenden Verformungen des Überbaues.*

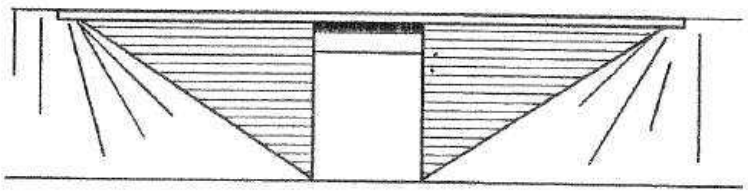
Hinsichtlich des Konstruktionsprinzips unterscheidet man:

- *Kastenwiderlager*
  Kastenwiderlager werden auch als geschlossene Widerlager bezeichnet, dabei werden längere Flügelwände durchgehend mit eigenem Fundament gegründet; eine Trennung von Flügel- und Stirnwand durch eine Raumfuge zum Vermeiden vom Zwang ist nur bei langen Flügeln (Seitenverhältnis l / h > ~ 1,5) oder integralen Bauwerken wirtschaftlich; eine Verzahnung der Fuge sollte bei Ausbildung einer Fuge nicht vorgesehen werden und
- *Einfache Widerlagerwand*
  Bei einfachen Widerlagern werden die kurzen Flügelwände ohne eigenes Fundament an die Widerlagerwand als Kragflügel angehängt.

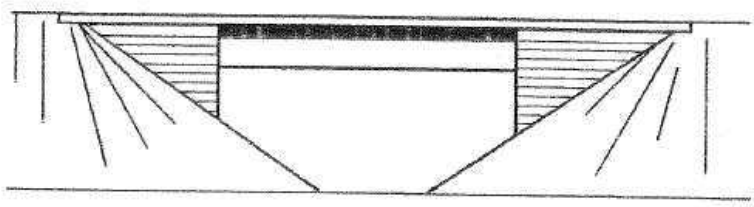
Entscheidungshilfe bei der Anordnung von Widerlagern im Böschungsbereich

*Widerlager können als „hohe Widerlager“ am Böschungsfuß oder als „zurückgesetzte Widerlager“ in der Dämmböschung ausgeführt werden (*Abbildung 3-25: Anordnung von Widerlagern im Böschungsbereich (Mehlhorn)*).*

Widerlager sind aus wirtschaftlichen und gestalterischen Gründen möglichst in die Böschung zurückgesetzt anzuordnen, um große Flächen für Flügelwände und hohe Widerlager zu vermeiden.



Hohes Widerlager



Zurückgesetztes Widerlager

Abbildung 3-25: Anordnung von Widerlagern im Böschungsbereich (Mehlhorn)

Tabelle 3-9: Vor- und Nachteile von Widerlageranordnungen

Zurückgesetztes Widerlager	
Vorteile	**Nachteile**
• Wirtschaftlicher für die zu überführende Straße mit einem Querschnitt bis RQ15 • Geringer Betonverbrauch • Wenig Betonfläche mit wenig Unterhaltungsaufwand • Leichteres Erscheinungsbild des Bauwerks • Geringe Höhe zwischen Berme und Widerlagerbank	• Schwierige Erreichbarkeit der Widerlagerbank mit Fahrzeugen • Auf aufgeschüttetem Damm ggf. Schwierigkeit mit der Gründung
Hohes Widerlager	
Vorteile	**Nachteil**
• Wirtschaftlicher für die zu überführende Straße mit einem Querschnitt größer als RQ15 • Weniger Erdmassenabtrag in vorhandenem Gelände • Weniger Brückenfläche	• Große Betonfläche mit höherem Unterhaltungsaufwand • Große Höhe zur Widerlagebank • Schlechtere Durchsicht • Anordnung eines Kolkschutzes zur Sicherung der Gewässersohle

Flügel

Da bei Wandabschrägungen mit einer Neigung von weniger als 60° gegen die Waagerechte die Gefahr besteht, dass eine schlecht verdichtete Zone verbleibt, müssen die Unterkanten mit einer Schrägfläche von mindestens 60° Neigung abschließen. In der Regel sollten die Flügel als Standflügel mit ebenen vertikalen Vorder- und Rückflächen und einer Unterschneidung von 60° am Flügelende ausgebildet werden.

Aus wirtschaftlichen Gründen kann bei Flügelhöhen > 4,00 m der Flügel stärker unterschnitten werden. Die Unterkante unterschnittener Kragflügel verläuft dabei parallel zur Böschungsneigung. Der Böschungskegel soll nicht steiler als 1:1,5 sein, wenn ein Durchdrücken der Hinterfüllung unter dem Flügel vermieden werden soll.

Für Hinterfüllungen sollten schwer zugängliche Ecken vermieden werden. Sind sie dennoch im Einzelfall nicht zu umgehen, z.B. bei spitzen Ecken zwischen Widerlager und Flügel, sind teilweise Magerbetonhinterfüllungen vorzusehen.

Weiterführende Literatur

[1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, Ausg. Juli 1994

[2] Holst, R. und K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton – Entwurf, Konstruktion und Berechnung, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 6. Auflage – Dezember 2013

[3] Mehlhorn, G.: Handbuch Brücken - Entwerfen, Konstruieren und Berechnen, Bauen und Erhalten, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2007

3.5.2 Pfeiler und Stützen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke,
  - Anlage 3 – Verkehrslasten auf Brücken.

Mindestabmessungen

Abhängig von der Gesamtlänge einer Brücke wird die Anordnung von Pfeilern bzw. Stützen als Unterstützungen des Überbaus erforderlich. Sie verringern die Stützweite einer Brücke und damit die Konstruktionshöhe des Brückenüberbaues.

Pfeiler und Stützen haben in erster Linie folgende Aufgaben:

- *die Auflagerreaktionen des Überbaus aufzunehmen und über die Gründung in den Baugrund abzuleiten und*
- *die Brücke in Längs- und Querrichtung auszusteifen.*

Als Druckglieder sind Pfeiler und Stützen unter Berücksichtigung der Tragwerksverformung nachzuweisen. Dabei sind die Lasten und Verformungen aus Bauzuständen (z.B. Horizontalkräfte aus Taktschieben) besonderes zu beachten. Abhängig von den geometrischen Randbedingungen ist ggf. eine statische Berechnung nach Theorie 2. Ordnung erforderlich.

Die Mindestabmessungen der Bauteildicke nach ZTV-ING sind zu beachten.

Verbindungsarten zum Überbau und zum Fundament

Die Verbindung der Pfeiler und Stützen mit dem Überbau und dem Fundament kann unterschiedlich ausgeführt werden. Die Ausbildung der Verbindung beeinflusst die Wirkungen im Gesamtsystem und die Beanspruchung der Stützen und Pfeiler.

Abhängig von der erforderlichen Steifigkeit in Brückenquerrichtung können die Systeme von der Pendelstütze über die Stützenrahmen bis zur so genannten Pfeilerscheibe reichen.

Besonderheiten bei der Bemessung

Die Pfeiler und Stützen sind für die Auflagerkräfte der Brückenüberbauten zu bemessen. Darüber hinaus begrenzen Stützen und Pfeiler häufig unterführte Verkehrswege und sind für Unfallsituationen wie Anprall von Fahrzeugen zu bemessen. Hierbei sind die konstruktiven Anforderungen an die Stützenausbildung nach DIN EN 1992-2/NA Anhang NA.VV. zu beachten.

Für Anpralllasten aus Straßenverkehr auf Pfeiler und Stützen gilt DIN EN 1991-1-7 Abs. 4.3.1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-7/NA. Für Straßen-, Fuß- und Radwegbrücken außerhalb von Ortschaften sind die Lasten aus Fahrzeuganprall an Pfeiler und Stützen mit F_{dx} =1500 kN in Fahrtrichtung und mit F_{dy} = 750 kN quer zur Fahrtrichtung anzunehmen. Für alle anderen Straßen-, Fuß- und Radwegbrücken sind die Lasten aus Fahrzeuganprall an Pfeiler und Stützen mindestens mit F_{dx} =1000 kN in Fahrtrichtung und mit F_{dy} = 500 kN quer zur Fahrtrichtung anzunehmen.

Eine gleichzeitige Wirkung dieser beiden Ersatzlasten braucht nicht berücksichtigt zu werden. Die Lasten wirken jeweils 1,25 m über Geländeoberfläche.

Die Stützen und Pfeiler von Straßenbrücken über Straßen sind zusätzlich zur Bemessung auf Fahrzeuganprall durch besondere Maßnahmen zu sichern, dabei sind die Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme [RPS] zu beachten.

Pfeilerkopfausbildung

Aufgabengemäß müssen am Pfeilerkopf ausreichende Flächen für Lager, Lagersockel und Pressenansatzpunkte vorhanden sein. Hohe Pfeiler müssen darüber hinaus ein Mannloch für die Bauwerksprüfingenieure, Hohlpfeiler zusätzlich im Pfeilerinnern eine Beleuchtung, Podeste und Leitern aufweisen.

Die Richtzeichnungen in der jeweils gültigen Fassung sind zu beachten. Dies sind im Bereich der Pfeiler und Stützen insbesondere die RiZ Lag 6 „Pressenanordnung auf Unterbauten“, Zug 1 „Zugang zum Pfeilerkopf“ und Zug 6 „Ausstattung von Hohlpfeilern“. Zusätzlich ist auch die RBA-BRÜ zu beachten.

Weiterführende Literatur

[1] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen – Abteilung Straßenbau, Straßenwesen: Pfeilergestaltung von Talbrücken, 2000

[2] Holst, R. und K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton – Entwurf, Konstruktion und Berechnung, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 6. Auflage – Dezember 2013

[3] Mehlhorn: Handbuch Brücken - Entwerfen, Konstruieren und Berechnen, Bauen und Erhalten, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2007

[4] Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme [RPS]

3.6 Gründung

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- DIN EN 1997: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik,
- DIN 1054: Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12.

3.6.1 Vorbemerkung

Im Folgenden ist der Begriff „DIN EN 1997“ wie folgt definiert:

Die „DIN EN 1997“ besteht aus folgenden Normen:

1. DIN EN 1997-1:2009-09, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009
2. DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
3. DIN 1054:2010-12, Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN1997-1

Zur besseren Handhabung kann das Handbuch Eurocode 7 (im Folgenden mit „Handbuch“ bezeichnet) benutzt werden, in dem alle drei Regelwerke zusammengefasst sind. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass das Handbuch Eurocode 7 kein bauaufsichtlich eingeführtes Dokument ist.

3.6.2 Bodenverbesserung

Der einfachste und günstigste Weg zur optimalen Gründung und Dimensionierung der Gründung führt meistens zur Bodenverbesserung, wenn der Boden eine nicht ausreichende Tragfähigkeit hinsichtlich Setzungen und Grundbruch besitzt.

Welches Verfahren zum Einsatz kommt, muss mit dem Bodengutachter abgesprochen werden.

Der Bodengutachter muss hierzu Angaben zur Dimensionierung des Austauschs machen.

Hierzu unterscheidet man zwischen Bodenverbesserung durch Verdichtung oder Bodenaustausch.

Abgesehen von der „normal“ üblichen Verdichtung wie sie für jedes Bauwerk gefordert wird, gibt es noch folgende Arten der Verdichtung:

- *Verdichtung durch Vorbelastung,*
- *Tiefenverdichtung mit Rütteldruckverfahren,*
- *Tiefenrüttlung mit Aufsatzrüttlern,*
- *Verdichtungspfähle,*
- *Stoßverdichtung an der Oberfläche durch Fallplatten und*
- *Stoßverdichtung in der Tiefe durch Sprengverdichtung.*

Wenn die gewünschte Tragfähigkeit des Bodens durch Verdichtung nicht erreicht werden kann, so ist ein Bodenaustauschverfahren anzuwenden.

Hierzu kommen folgende Verfahren in Betracht:

- *Bodenvollaustausch,*
- *Bodenteilaustausch,*
- *Rüttelstopfverfahren,*
- *Austausch durch Verdrängen oder*
- *HDI-Säulen.*

Weiterführende Literatur

[1] Grundbau-Taschenbuch, Teil 2, Verlag Ernst & Sohn

3.6.3 Flachgründung

Ist der anstehende Boden tragfähig, so ist eine Flachgründung die einfachste und wirtschaftlichste Gründung. Man unterscheidet zwischen Einzelfundamenten und Streifenfundamenten.

Zur Dimensionierung sind die Nachweise der äußeren Standsicherheit nach der DIN EN 1997 zu führen.

- *Für die Einordnung der Nachweise wird unterschieden zwischen dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) und Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS).*

Folgende Nachweise sind zu führen:

Im ULS:

- EQU: Kippen (siehe Handbuch, Abschn. 2.4.7.2 und 6.5.4),
- UPL: Auftriebsnachweis (siehe Handbuch, Abschn. 2.4.7.4),
- GEO-2: Gleiten (siehe Handbuch, Abschn. 6.5.3),
- GEO-2: Grundbruch (siehe Handbuch, Abschn. 6.5.2 und DIN 4017),
- GEO-3: Gesamtstandsicherheit - Böschungs- und Geländebruch (siehe Handbuch Abschn. 6.5.1, 11 und DIN 4084) und
- STR: Materialversagen (siehe DIN EN 1992).

Im SLS:

- Fundamentverdrehungen und Begrenzung einer klaffenden Fuge (Lage der Sohldruckresultierenden, siehe Handbuch A 6.6.5),
- Verschiebungen in der Sohlfläche (siehe Handbuch A 6.6.6),
- Setzungen (siehe Handbuch 6.6.2 und DIN 4019) und
- Rissbreitenbeschränkung (siehe DIN EN 1992).

In besonderen Fällen sind gegebenenfalls noch andere Nachweise zu führen. Siehe hierzu Handbuch Kapitel 6.

In einfachen Fällen, wenn die Bedingungen nach DIN 1054 Abschnitt A 6.10.1 A(1) eingehalten sind, können die Nachweise GEO-2 (Grundbruch, Gleiten) und im SLS der Setzungsnachweis entfallen.

Es verbleiben die Nachweise des Kippens EQU, des Auftriebs UPL und der Gesamtstandsicherheit GEO-3. Außerdem muss der Bemessungswert des Sohlwiderstands größer sein als der Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung.

Hinweis:
Nur für den vereinfachten Nachweis, wenn die Bedingungen nach DIN 1054 Abschnitt A 6.10.1 A(1) eingehalten sind, kann das Programm von Friedrich + Lochner (Frilo) „FD Fundament“ zur Dimensionierung der Fundamente benutzt werden. Berechnungen nach Eurocode sind möglich. Es sollte auf jedem Rechner der Ingenieure des konstruktiven Ingenieurbaus vorhanden sein. Hierfür gibt es eine Landeslizenz für den Landesbetrieb Straßenbau NRW.

Der Baugrundsachverständige kann in seiner Stellungnahme bei ausreichender Festigkeit des Bodens bestimmte Nachweise ausschließen.

Bei der Herstellung von Stahlbetonfundamenten ist generell eine Schalung zu verwenden, falls nicht gegen einen bleibenden Verbau betoniert werden kann.

Weiterführende Literatur

[1] Grundbau-Taschenbuch, Teil 3, Verlag Ernst & Sohn

3.6.4 Tiefgründung

Zu den wichtigsten Formen der Tiefgründung gehören die

- *Bohrpfähle und*
- *Rammpfähle.*
- *Spundwände werden im Bereich der Straßenbauverwaltung selten eingesetzt.*

Hierbei werden die Lasten, im Gegensatz zu den Flachgründungen, in den tiefer liegenden tragfähigen Baugrund geleitet.

Rammpfähle sind in der Regel zu vermeiden. Es sei denn, Rammhindernisse im Boden können sicher ausgeschlossen werden. Hierzu ist der Baugrundsachverständige zu befragen.

Für die Planung und Vordimensionierung ist ein Fragenkatalog zu beachten, nach dem sich die Herstellungsmethode richtet:

- Ist das geplante Bohrloch durch ein Bohr-/Rammgerät erreichbar?
- Kann für das Bohrgerät eine Arbeitsebene hergestellt werden? Ist der Gelände- und Böschungsbruch gesichert?
  ➞ *Das Herstellen der Arbeitsebene ist gesondert auszuschreiben.*
- Kreuzen Leitungen? Dann ist ggf. eine Abgrabung bei der Bemessung zu berücksichtigen.
- Ist der Boden rammbar? Ist mit Rammhindernissen zu rechnen?
- Muss eine erschütterungsfreie oder lärmarme Herstellung aufgrund der Umgebung gewährleistet werden?

Die unter einem Bauwerk angeordneten Pfähle werden im Allgemeinen durch eine Pfahlkopfplatte miteinander verbunden und bilden zusammen mit dieser einen Pfahlrost. Einzelpfähle wie auch Pfahlroste können durch Horizontalkräfte, Vertikalkräfte und Biegemomente aus Verkehr, Wind und Eigenlasten etc. beansprucht sein. Die anbetonierte Pfahlkopfplatte sorgt dafür, dass in einem Pfahlrost alle Pfähle möglichst gleichmäßig zur Lastabtragung herangezogen werden. Die Anordnung der Pfähle sollte möglichst so sein, dass sie die Lasten direkt und axial in Richtung der Resultierenden abtragen können. Für geneigte Lasten sollten auch die Pfähle gegenüber der Lotrechten geneigt ausgeführt werden; anderenfalls werden die vertikalen Pfähle unter Horizontalkräften auf Biegung beansprucht und sind als elastisch gebettete Pfähle zu berechnen. Der Abstand der Pfahlachsen bestimmt sich aus der Größe der Belastung, der Tragfähigkeit des Baugrunds und der Pfähle sowie der Forderung nach einer einwandfreien Herstellung der Pfahlgründung. Stehen die Pfähle sehr eng, so dass sie sich im Tragverhalten gegenseitig beeinflussen, bilden sie eine Pfahlgruppe, deren Gesamttragverhalten kleiner ist als die Summe der Tragfähigkeiten der Einzelpfähle.

Für den Entwurf ist diese Wechselwirkung gemäß DIN EN 1997 zu beachten.

Anmerkung: *Häufig wird für die Ausschreibung der Bohrpfahllängen für LSW die Regel angewandt: „Was aus dem Boden rausguckt, muss auch in den Boden rein“. Diese Art der Vordimensionierung bringt im Normalfall zu große Bohrpfahllängen. Es sollte weiter unterschieden werden, ob eine Böschung vorhanden ist, welcher Boden ansteht und ob eine Abgrabung anzusetzen ist.*

Das Handbuch zur DIN EN 1997 setzt sich mit Bohrpfählen im Kapitel 7 auseinander. Zusätzlich sind die Herstellungsnorm DIN EN 1536: 2015-10 (Anwendungsdokument zur DIN 1054: 2010-12) und DIN SPEC 18140: 2012-02 zu beachten.

Rammpfähle sind in der Regel zu vermeiden; es sei denn, Rammhindernisse im Boden können sicher ausgeschlossen werden. Hierzu ist der Baugrundsachverständige zu befragen.

Es ist darauf zu achten, dass der Bohrpfahldurchmesser für die Statik und die Abrechnung der Massen zentimetergenau angegeben wird. Häufig wird nur der Bohrpfahlaußendurchmesser mit Verrohrung angegeben, tatsächlich sind es jedoch 2-3 cm weniger.

Weiterführende Literatur

[1] Grundbau-Taschenbuch, Teil 3, Verlag Ernst & Sohn

3.7 Ausstattung

3.7.1 Belag, Abdichtung

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 6 Abschnitt 1 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn,
  Teil 6 Abschnitt 2 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zweilagig aufgebrachten Bitumendichtungsbahnen,
  Teil 6 Abschnitt 3 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff (ZTV-BEL-B 3),
  Teil 6 Abschnitt 4 Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem,
- ARS 04/2026: Fortschreibung der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Ingenieurbauten (TL/TP-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 6 Abschnitt 1 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn,
  Teil 6 Abschnitt 2 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen,
  Teil 6 Abschnitt 3 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff,
  Teil 7 Abschnitt 4 Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 21/2023: Herstellung von Abdichtungssystemen aus einer Polymerbitumen-Schweißbahn auf einer Versiegelung, Grundierung oder Kratzspachtelung aus PMMA für Ingenieurbauten aus Beton.

Produkte auf Basis von PMMA

Die Anwendung von PMMA für die Versiegelung, Grundierung oder Kratzspachtelung einer Betonoberfläche ist auf diejenigen Anwendungsfälle zu beschränken, in denen aufgrund ungünstiger Bedingungen ein herkömmliches Produkt nicht einsetzbar ist.
Es sind die detaillierten Hinweise im ARS 21/2023 zu beachten.

Beläge und Abdichtungen auf Stahlbrücken

Es dürfen nur geprüfte Abdichtungssysteme verwendet werden. Für reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl siehe Kapitel 3.7.6.

Temperaturbeanspruchung von Stahlbrücken beim Gussasphalteinbau

Beim Einbau der Schutzschicht aus heißem Gussasphalt erfährt die Stahlkonstruktion erhebliche Temperaturbeanspruchungen. Diese können insbesondere bei halbseitiger Belagserneuerung unter Verkehr bemessungsrelevant werden.

Die Belastungssituation „Belagsaustausch“ sollte deshalb bei Stahlbrücken berücksichtigt werden. Über die genaue Abbildung des Lastfalls muss im jeweiligen Einzelfall entschieden werden.

Maximale Dicke von Gussasphaltschichten

Aufgrund der Entmischungsgefahr (Absetzen der Körnung, Bindemittelanreicherung an der Oberseite) ist bereits bei der Planung darauf zu achten, dass die maximal zulässigen Schichtstärken eingehalten werden können. Dies gilt sowohl für die Schutzschicht als auch für den Belag. Speziell bei Instandsetzungen sind im Zweifelsfall z.B. Ausgleichsschichten und/oder ein mehrlagiger Einbau vorzusehen.

Bei einer zulässigen Gussasphaltschichtstärke von 40 mm (Körnung 0/11) für die Deckschicht ist z.B. nur eine Schichtstärke von 35 mm zu planen, um die zulässigen Toleranzen und die bei einer Erneuerung der Deckschicht nach dem Fräsen erforderliche Mehrdicke zu berücksichtigen.

Offenporige Asphaltdeckschichten („OPA“)

Die Anwendung von offenporigen Asphaltdeckschichten ist auf Brückenbauwerken unter anderem wegen der problematischen Entwässerung nur in Ausnahmefällen zulässig und rechtzeitig mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen. Die Zustimmung des BMV im Einzelfall ist unbedingt einzuholen.

Die alternative Verwendung von „Porous-Mastix-Asphalt“ (PMA) oder „Dünne Schicht im Heißeinbau auf Versiegelung“ (DSH-V) ist zu überprüfen. Diese Belagsarten sind jedoch schalltechnisch noch nicht geregelt. Darüber hinaus ist PMA keine Standardbauweise, und sollte im Anwendungsfall mit dem Referat Straßenbautechnik des Betriebssitzes abgestimmt werden.

Arbeitsanweisung zum Aufschweißen von Bitumenschweißbahnen

Die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton“ Teil 1 Ausgabe 1999 enthalten bereits alle erforderlichen Regelungen.

Die Angaben zu den Geräten sind informativ und werden künftig nicht in das Regelwerk aufgenommen.

Abweichende Ausführungen

Sind von der ZTV-ING abweichende Ausführungen der Schutz- und/oder Deckschicht erforderlich, so sind diese vorher mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen. In Ausnahmefällen kann die Schutzschicht aus Asphaltbeton oder aus Splittmastixasphalt hergestellt werden, wenn der Einbau von Gussasphalt nicht möglich ist.

Abruf aktueller Zusammenstellungen der BASt:

Die aktuellen Zusammenstellungen geprüfter Stoffe, Stoffsysteme und Bauteile für Bauwerke der Bundesfernstraßen können über folgenden Internetlink abgerufen werden:

http://www.bast.de → Leistungen → Ingenieurbauwerke → Listen

In Ausnahmefällen besteht die Möglichkeit, dass eine Listung noch nicht erfolgt ist, aber aufgrund bereits vorliegender positiver Prüfungsergebnisse die Listung nur noch reine Formsache darstellt.

In Zweifelsfällen ist diesbezüglich Rücksprache mit der jeweiligen unter obigem Internetlink benannten Kontaktperson der BASt zu halten.

3.7.2 Entwässerung

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 8-4, Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke
  Teil 6 Abschnitt 6 und 7 Fahrbahnübergänge
  Teil 6 Abschnitt 10 Entwässerungen,
- ARS 04/2026: Fortschreibung der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Ingenieurbauten (TL/TP-ING), Ausgabe 2026/01,
  Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise und Fingerübergänge mit Entwässerung von Straßen- und Wegebrücken (TL/TP FÜ),
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 13 der Abteilung Technik: Planungsleitfaden Straßenentwässerung und Gewässerschutz.

Allgemeines im Zuge der Streckenentwässerung.
Bei der Planung der Streckenentwässerung im Zuge von Baumaßnahmen ist die ARV Nr. 13 Tech zu beachten. Die Grundlagen bzw. die Forderungen sind im Planungsleitfaden Straßenentwässerung enthalten. Die wasserrechtlichen Aspekte sind in dem o. g. Leitfaden des Referates Planung behandelt.

Im Leitfaden des Referates Planung ist z.B. unter Abschn. 1.3.5 Durchlässe/ Brücken/ Fließgewässer festgelegt, dass Freifallentwässerungen nicht mehr vorzusehen sind:

„Freifallentwässerung des Brückenüberbaus ist nicht mehr vorzusehen. Bei Sanierungen (bzw. Neubau) ist das Bauwerkswasser zu fassen und schadlos abzuleiten“.

Bei der Streckenplanung wird festgelegt, ob Streckenentwässerungsleitungen im oder am Bauwerk überführt werden müssen.

Es ist anzustreben, keine Streckenentwässerungsleitungen zu überführen.

In den Richtzeichnungen sind weitere Anforderungen an die Entwässerung von Brückenbauwerken aufgeführt:

- Entwässerung der Oberfläche im Bauwerksbereich,
- Entwässerung der Hinterfüllung,
- Entwässerung von Hohlkästen,

- Entwässerung von Auflagerbänken und Wartungsgängen,
- Brückenabläufe,
- Querleitungen,
- Längsleitungen und
- Fallleitungen.

Die Entwurfspläne müssen alle wesentlichen Hauptbestandteile der Bauwerksentwässerung enthalten. Es gelten die Richtzeichnungen in der jeweils aktuellen Fassung.

In der ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 10 sind weitere allgemeine Anforderungen und Anforderungen an Leitungen und Abläufe aufgezählt:

- Mindestabmessungen und Konstruktionsdetails von Leitungen sind in ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 10 Nr. 2.1 beschrieben. Freifallentwässerungen sind nicht mehr vorzusehen (siehe Streckenentwässerung).
- Anhand der vorgegebenen Formeln ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 10 Nr. 2.2 kann der Abstand der Abläufe für die Rostgrößen 300 x 500 mm oder 500 x 500 mm ermittelt werden. Auch sind in diesem Kapitel die Randbedingungen für die Anwendung der Formeln vorgegeben. Ist eine Randbedingung nicht erfüllt oder hat der Ablauf eine andere Rostgröße, so ist der Abstand der Abläufe nach den Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (REwS) zu bemessen.
  Da in der Richtzeichnung Was 4 für Brückenabläufe bei orthotropen Fahrbahnplatten die Rostgrößen nicht den vorgegebenen entsprechen, ist bei diesen Stahlbrücken der Abstand der Abläufe nach der REwS zu ermitteln.
- Als Werkstoffe für die Rohrleitungen sind Gusseisen, nichtrostender Stahl und glasfaserverstärkter Kunststoff zugelassen. Die Anforderungen an den jeweiligen Werkstoff sind zu beachten. Muss die Leitung aus gestalterischen oder optischen Gründen beschichtet werden, so sind bei der Planung des Werkstoffes für die Leitung die speziellen Anforderungen für die Rohrleitungsbeschichtung zu berücksichtigen. Bei GFK-Rohren ist der Brandschutz gemäß ZTV-ING sicherzustellen.

Sonstiges

Längsleitungen und Abläufe sind ausreichend zu dimensionieren. Dabei darf die Entwässerungsleitung nicht tiefer liegen als die Unterkante des Brückenüberbaues (siehe RE-ING Teil 2 Abschnitt 1 und Abschnitt 4). Falls eine Leitung überführt werden muss, sind Pläne der Streckenentwässerung speziell auf diesen Punkt hin zu überprüfen.

Für Prüf- und Wartungszwecke sind Mindestabstände einzuhalten.

Werden bei Brücken nicht wasserdichte Fahrbahnübergänge eingebaut (z.B. Fingerübergänge bei Brücken mit großer Gesamtlänge), so ist die Wasserfassung und Wasserableitung zu planen. In der ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 1 Nr. 6 und in der TL/TP-ING – TL/TP FÜ sind die Bedingungen für die Entwässerung bei Fingerübergängen aufgelistet.

Muss auf dem Bauwerk ein offenporiger Asphalt (OPA) eingebaut werden (Forderung bei der Planfeststellung), so ist wegen der Planung der Belagsentwässerung das Referat KIB des Betriebssitzes einzuschalten.

Entgegen den Richtzeichnungen sind Schächte vom Bauwerk getrennt auszuführen.

Die Ablaufoberteile sind bis 50 m hinter dem Bauwerk gemäß RiZ Was 1 diebstahlsicher auszubilden.

3.7.3 Fahrbahnübergänge

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 27/2024: Übergangsregelung für wasserdichte Farhbahnübergänge gemäß TL/TP FÜ 2005,
- ARS 04/2026: Fortschreibung der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Ingenieurbauten (TL/TP-ING), Ausgabe 2026/01,
  Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise und Fingerübergänge mit Entwässerung von Straßen- und Wegbrücken (TL/TP-FÜ),
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau
  - DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke,
  - Anlage 3 – Verkehrslasten auf Brücken,
- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 6 Abschnitt 6 Fahrbahnübergänge aus Stahl und Elastomer,
  Teil 6 Abschnitt 7 Fahrbahnübergänge aus Asphalt.
- Nachrichtlich:
  ARS 02/2023: Übergangslösung wasserdichte Fahrbahnübergänge mit einem Dichtprofil gemäß TL/TP-FÜ.

Allgemeines

Zwischen Brückenüberbau und Widerlager bzw. zwischen einzelnen, hintereinander liegenden Überbauten sind in der Regel Fahrbahnübergänge notwendig. Diese Übergänge dienen der Befestigung und der verkehrssicheren Überbrückung der Bewegungsfugen in den Fahrbahnen. Von den vorgenannten Aufgaben können einzelne oder alle miteinander kombiniert werden.

Da jede Unebenheit, besonders bei hohen Geschwindigkeiten, erhebliche Stöße verursacht, sind Fahrbahnübergänge besonders sorgfältig zu konstruieren, einzubauen und ausreichend zu verankern.

Je nach Konstruktionsart unterscheidet man wasserdurchlässige und wasserdichte Übergangskonstruktionen. Vor dem Hintergrund des Schutzes der Bauwerke vor eindringendem Wasser werden im Brückenbau in der Regel wasserdichte Übergangskonstruktionen verwendet.

Das **Formblatt** „Lärmsituation“ (Anlage-REBI-Lärm) ist dem Entwurf beizugeben

Anforderungen

Neben der Ermöglichung der Überbauverformungen müssen Fahrbahnübergänge die Radlasten sowie Brems- bzw. Anfahrkräfte aufnehmen und sind, da sie direkt befahren werden, hohen ermüdungsrelevanten Einwirkungen ausgesetzt. Weitere Anforderungen an die Fahrbahnübergänge erwachsen aus:

- *dem Anschluss der Brückenabdichtung,*
- *der Wartungsfreundlichkeit,*
- *der Korrosions- und Verschleißbeständigkeit der Werkstoffe,*
- *der leichten Austauschbarkeit*
- *der Vermeidung von Unebenheiten zwischen Fahrbahnoberfläche und Fahrbahnübergang und/oder*
- *der Lärmemission beim Befahren.*

Die Art der Übergangskonstruktion richtet sich nach Größe und Richtung der Bewegungen längs und quer zur Fahrbahn.

Die Verformungsanteile ergeben sich aus:

- Verformungen des Überbaus (Temperatur, Bremsen und Anfahren, Durchbiegung etc.),
- Verformungen des Unterbaus (ungleiche Setzungen, Bergsenkungen) und/oder
- Verformungen der Gründung und des Bodens (Setzung, Verdrehung).

Bei der Ermittlung der Dehnwege sollte berücksichtigt werden, dass Fahrbahnübergangs-konstruktionen erst nach der Fertigstellung des Überbaues eingebaut werden. Zu diesem Zeitpunkt sind Einflüsse aus Schwinden und Kriechen schon teilweise abgeklungen.

Konstruktionsarten

Es sind ausschließlich Fahrbahnübergänge mit einem Regelprüfvermerk bzw. mit Genehmigung zur Anwendung im Regelfall mit ETA vorzusehen. Unter Einhaltung der ARS 27/2024 beschriebenen Regelungen ist es noch bis zum 31.12.2025 zulässig, Fahrbahnübergänge mit einem Dichtprofil ohne Regelprüfverfahren bzw. ohne eine Genehmigung zur Anwendung im Regelfall zu verwenden. Bei bestimmten Voraussetzungen (siehe ARS 27/2024) ist eine Verlängerung über den 31.12.2025 hinaus möglich. FÜ erhalten einen Korrosionsschutz nach ZTV-ING, 4-3, Tab. A 4.3.2, Bauteil 3.4.2. Bei einer Feuerverzinkung ist eine ZiE beim BMDV einzuholen. Hierdurch wird sichergestellt, dass nur statisch und konstruktiv geprüfte Systeme mit hoher Dauerhaftigkeit zum Einsatz kommen. Die BASt führt eine Liste mit allen regelgeprüften Fahrbahnübergangskonstruktionen. Diese

kann über das Internet abgerufen werden. Hierzu ist die Internetseite der BASt aufzurufen https://www.bast.de/DE/Leistungen/Ingenieurbau/Listen/Tabellen/Fahrbahnuebergaenge-TLTP-FUE.html?nn=464420

Einen Überblick über gängige Fahrbahnübergangskonstruktionen geben die folgenden Abschnitte.

Lamellenübergänge (Regelfall)

Lamellenkonstruktionen bestehen aus einem oder mehreren Dichtprofilen, stählernen Randprofilen (Randlamelle) und ggf. stählernen Zwischenprofilen (Lamellen). Die Lamellen sind auf beweglichen Stützkonstruktionen gelagert. Die Stützkonstruktionen können aus Scherenelementen oder aus Querträgern (Traversen) bzw. Kragträgern bestehen, wobei in moderneren Konstruktionen Traversen der Vorzug gegeben wird.

*Bei kleinen Bewegungen, z.B. bei Brücken bis etwa 45 m Stützweite, oder an Festlagern genügen zur Überbrückung des Fugenspaltes einfache Fahrbahnübergänge mit einem Dichtprofil (*Abbildung 3-26: Beispiel eines einschlaufigen Überganges gemäß RiZ Übe1*). Zwischen den Stahlprofilen (Randprofilen) ist das Dichtprofil (Schlaufe) eingeklemmt. Das Dichtprofil besteht aus einem alterungsbeständigen Neopren und lässt sich ohne wesentliche Verkehrsbehinderungen auswechseln.*

Der zulässige Dehnweg eines Dichtprofils beträgt 65 mm und darf eine Weite von 5 mm nicht unterschreiten bzw. eine Weite von 70 mm nicht überschreiten. Seit einigen Jahren kommen aber auch Konstruktionen für Spaltbreiten bis zu 100 mm zur Ausführung, die regelgeprüft sind. Diese sind systembedingt mit zusätzlichen lärmmindernden Elementen auf den Stahlprofilen ausgerüstet.

Sollen in Ausnahmefällen Fahrbahnübergangskonstruktionen ohne Regelprüfvermerk bzw. ohne Genehmigung zur Anwendung im Regelfall mit ETA bei der Bauausführung verwendet werden, ist gemäß TL/TP-FÜ eine Prüfung der Fahrbahnübergänge im Einzelfall erforderlich. Bei Übergängen mit einem Dichtprofil gibt es Ausnahmeregelungen. Siehe hierzu ARS 27/2024*. Liegt der entsprechende Prüfbericht des Prüfingenieurs der Fahrbahnübergänge vor, ist mit den sonstigen, beigefügten Unterlagen beim* BMDV *eine Zustimmung im Einzelfall zur Verwendung dieser/dieses Fahrbahnübergänge / Fahrbahnübergangs einzuholen.*

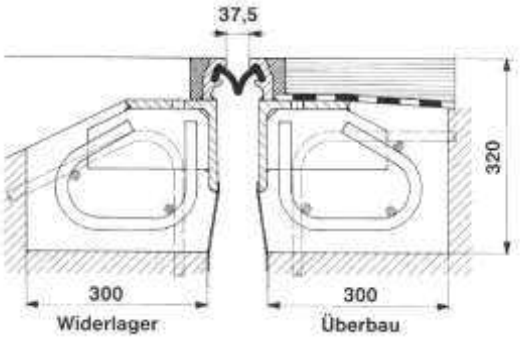


Abbildung 3-26: Beispiel eines einschlaufigen Überganges gemäß RiZ Übe1

Bei größeren Fugenbewegungen sind größere Übergangskonstruktionen erforderlich. Aufgrund der größeren Dehnwege werden mehrere Dichtprofile zwischen verschieblichen Stahllamellen angeordnet. Die Lamellen lagern auf Traversen, die auf Lagerkörpern stoßdämpfend, elastisch sowie verschieblich gelagert sind. Die Oberflächen der Traversen sind mit einer Gleitschicht versehen, sodass sie Bewegungen ohne Zwang folgen können. Die Steuerung der Lamellenträger kann auch mit Scherenkonstruktionen erfolgen, die auf Grund der vielen beweglichen Teile unterhaltungsaufwändiger sind.

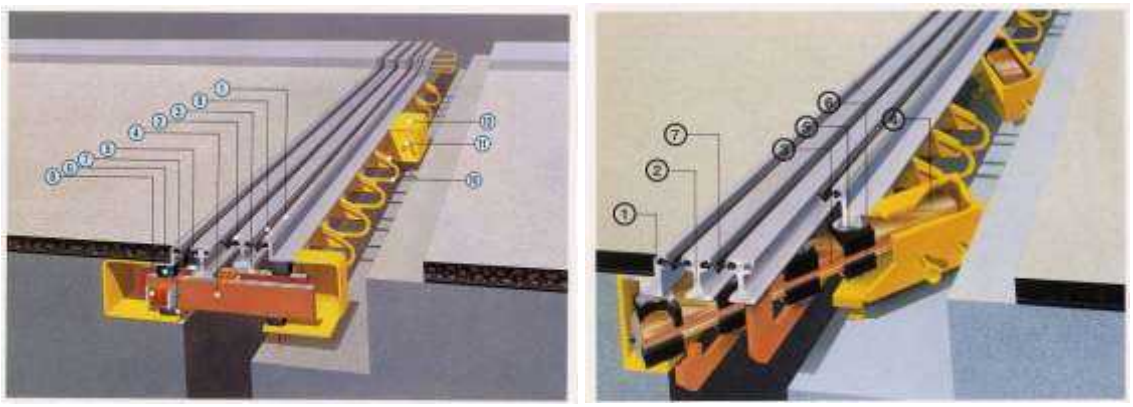


Abbildung 3-27: mehrteiliger Lammellenübergang Fa Maurer Söhne; Typ Trägerrostfuge, Typ Schwenktraverse

Um die größeren Übergangskonstruktionen von der Unterseite her prüfen zu können, ist im Widerlager ein Wartungsgang erforderlich. Die Abmessungen des Wartungsganges richten sich nach den Richtzeichnungen Was 6.

*Aufgrund zunehmender Probleme mit Überfahrgeräuschen wurden in letzter Zeit die Lamellenträger mit aufgeschweißten oder aufgeschraubten Rauten- oder Sinusblechen versehen (*Abbildung 3-28: Lärmgeminderte Fahrbahnübergänge mit Rautenelementen (Quelle: Fa. Maurer Söhne) und mit Sinusblechen (Quelle: Fa. Mageba, SA)*). Dadurch wird der senkrechte Anstoß des Rades an die Lamellenträger und damit das Überfahrgeräusch weitgehend verhindert.*

Der Einsatz der auf diese Weise lärmgemindert ausgeführten Übergangskonstruktionen ist in der RE-ING Teil 2 Abschnitt 4 geregelt.



Abbildung 3-28: Lärmgeminderte Fahrbahnübergänge mit Rautenelementen (Quelle: Fa. Maurer Söhne) und mit Sinusblechen (Quelle: Fa. Mageba, SA)

Bituminöse Fahrbahnübergänge

Bituminöse Fahrbahnübergänge dienen der Überbrückung von kleinen Fugen, weil die Verformungsfähigkeit des bituminösen Fahrbahnübergangs klein ist. Die zwischen Überbau und weiterführender Straße entstehende Fuge wird mit einer Vergussmasse, in der Regel ein polymervergütetes Bitumen, verfüllt.

Bituminöse Fahrbahnübergänge sind in ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 7 (Bezug kostenpflichtig über die FGSV) geregelt. Liefer- und Prüfvorschriften sind in den TL-/TP-BEL-FÜ enthalten. Eine Liste der zugelassenen Übergangssysteme wird bei der BASt geführt und ständig aktualisiert: http://www.bast.de→ *Ingenieurbauwerke/Qualitätsbewertung/Listen*.

Fingerübergänge

Bei diesen Konstruktionen greifen kammartige Fingerreihen ineinander. Auch diese Konstruktionen sind nicht wasserdicht, so dass auch hier unter der Konstruktion eine Wasserrinne anzuordnen ist.

Die Fingerlücken dürfen höchstens 40 mm breit sein.

Die Verschiebungswege betragen als frei auskragende Konstruktionen bis zu 200 mm, als aufgelegte Konstruktionen bis zu 600 mm. Richtig dimensioniert und mit ausreichender Verankerung gehören sie zu den dauerhaftesten Konstruktionen und sind relativ wartungsarm. Obwohl die Konstruktionen in der Neuausgabe der TL/TP-FÜ erfasst sind, sind derzeit noch keine regelgeprüften Konstruktionen verfügbar.



Abbildung 3-29: Fingerkonstruktionen (Quelle Fa. Proceq, CH)

Teppich- oder Mattenübergänge

Die Anwendung von Teppich- oder Mattenübergängen ist auf Grund von Schadensfällen in der Vergangenheit nur noch im Ausnahmefall vorgesehen. Ein Einbau dieser Konstruktionen ist mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

Sonderkonstruktionen

Seit einiger Zeit gibt es die Möglichkeit vorhandene Übergänge, bei intakter und verbleibender Unterkonstruktionen, durch eine neue Konstruktion umzubauen.

Voraussetzung ist eine sorgfältige und ausführliche Prüfung der verbleibenden Bauteile!

1. **Umbau einer einprofiligen Dehnfuge**

   Die Unterkonstruktion verbleibt im Bauwerk und erhält einen neuen Korrosionsschutz. Auf den Bestand wird ein neues Randprofil aufgesetzt, zum Schluss wird ein neues Dichtprofil eingeknüpft. Sämtliche kritischen Bauteile der einprofiligen Dehnfuge können so ohne Eingriff in die Bausubstanz von Überbau und Widerlager ersetzt werden.

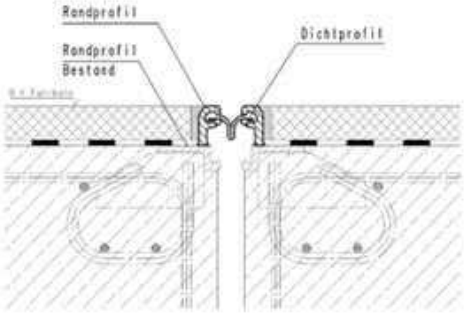


Abbildung 3-30: einprofilige Dehnfuge (Quelle: Fa. Maurer Söhne)

2. **Umbau einer zweiprofiligen in eine einprofilige Dehnfuge**

Bei dieser Variante werden sämtliche beweglichen Stahl - und Verschleißteile (Mittelträger, Traversen, Lager, Federn, Dichtprofile) komplett ausgebaut. Die vorhandene Verankerung und die Randprofile verbleiben im Bauwerk

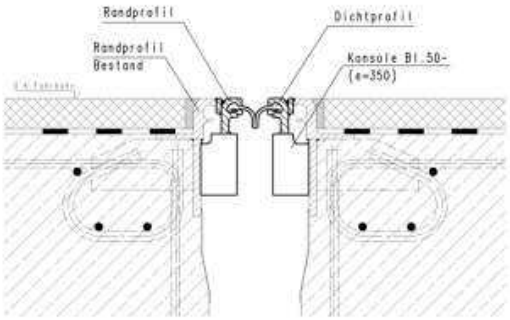


Abbildung 3-31: Ausgebaute Variante (Quelle Fa Maurer Söhne)

3. Umbau „Kasten in Kasten“ bei mehrprofiligen Trägerrostdehnfugen.

Bei mehrprofiligen Trägerrostfugen kommt anstelle eines kompletten Neubaus auch der Umbau nach dem System „Kasten in Kasten“ in Betracht.

Die neue Dehnfuge wird durch ein vor Beginn der Planung durchgeführtes Aufmaß an die Geometrie der vorhandenen Konstruktion angepasst. Zuerst werden in der Fahrbahn der Asphalt und die Abdichtung ca. 1m beidseitig der Dehnfuge zurückgebaut, so dass die vorhandenen Traversenkästen freiliegen und die Deckel abgetrennt werden können.

Im Kappenbereich wird die Gesimstraverse unter Erhalt der Bestandsbewehrung freigelegt, danach werden sämtliche beweglichen Bauteile der Dehnfuge in kleinere Einheiten getrennt und ausgebaut.



Abbildung 3-32: Offene Traversenkästen (Quelle: Fa. Maurer Söhne)

Die neue Dehnfuge wird inklusive der Kästen und der inneren Dichtprofile in einem Stück geliefert, in die sanierten Kastenaussparungen eingehoben, ausgerichtet und mit den bestehenden Randprofilen verschweißt.



Abbildung 3-33: Dehnfugeneinbau (Quelle: Fa. Maurer Söhne)

Im Anschluss werden die Zwischenräume in den Traversenkästen mit Vergussmörtel verfüllt und die beiden äußeren Dichtprofile eingeknüpft. Abschließend werden die Abdichtungs- und Asphaltarbeiten in der Fahrbahn und der Betonersatz in den Kappen durchgeführt.

3.7.4 Passive Schutzeinrichtungen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 6 Abschnitt 9 Rückhaltesysteme,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau
  - DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke,
  - Anlage 3 – Verkehrslasten auf Brücken,
- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe 2023/12,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- Nachrichtlich:
  ARS 28/2010: Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS 2009) und Einsatzfreigabeverfahren für Fahrzeug-Rückhaltesysteme, eingeführt durch:
  ARV Nr. 40 der HA 4,
  Geritex Formular 114405 (Baubeschreibung) und 114407 (Baubeschreibung Funktionalausschreibung)
  ARS 15/2017: Technische Kriterien für den Einsatz von Fahrzeug-Rückhaltesystemen in Deutschland (Link zu den TK , Link zu BASt-Listen).
  ARS 21/2017 mit Ergänzungen nach ARS 27/2023: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (ZTV-FRS 2013, Fassung 2017),
  ARV Nr. 4 des Ref.4.

Zu den Passiven Schutzeinrichtungen werden u. a. Fahrzeug-Rückhaltesysteme und auch Geländer und auch Fahrzeug-Rückhaltesysteme gezählt.

Geländer

Allgemeines

Geländer dienen dem Schutz des Fußgängers vor Abstürzen und sind ggf. Bestandteil von Absturzsicherung von Straßenfahrzeugen. Sie gehören damit zu den passiven Schutz-einrichtungen.

Bei Straßenbrücken und anderen Ingenieurbauwerken an Straßen mit einer Länge zwischen den Flügelenden ab 20 m ist daher auch im Hinblick auf die Sicherung der Integrität von Geländern im Anprallfall immer im Handlauf ein Drahtseil gemäß RiZ-ING anzuordnen.

Feuerverzinkte Schutzeinrichtungen auf Brücken sind zur Vermeidung von Kontaktkorrosion grundsätzlich mit ebenfalls feuerverzinkten Verbindungsmitteln und nicht mit Verbindungsmitteln aus nichtrostendem Stahl zu befestigen.

Die konstruktive Ausbildung von Geländern erfolgt gemäß den Festlegungen nach ZTV-ING und RiZ-ING. Bei der Festlegung der Geländerteilung ist das Stützweiten- und Fugenraster der Überbauten zu beachten.

Tabelle 3-10: Mindestabmessungen Geländer [ZTV-ING 6-9]

Geländerhöhen		
bei Absturzhöhen < 12,00 m	≥	1000 mm
bei Absturzhöhen ≥ 12,00 m	≥	1100 mm
jedoch bei Radwegen und Geh- und Radwegen[1])	≥	1300 mm
Pfostenabstände		
bei Füllstab- und Holmgeländern und bei Geländern mit Drahtgitterfüllung		2000 bis 2500 mm
bei Kurzpfosten-Füllstabgeländern	≤	2000 mm
bei Rohrgeländern		1500 bis 2000 mm
Handlaufbreite		
bei Straßen- und Wegbrücken	≥	120 mm
bei Geh- und Radwegbrücken	≥	80 mm
bei Rohrgeländern an Betriebswegen	≥	60,3 mm
Lichter Abstand der Füllstäbe	≤	120 mm
Lichter Abstand zwischen Fußholm und Gesims	≤	120 mm
bei Kurzpfosten-Füllstabgeländern		80 mm
bei Geländern mit Drahtgitterfüllung		50 bis 120 mm
Abstand zwischen Achse des Pfosten und der Fuge oder des Flügelendes	≥	250 mm
Überstand des Handlaufs (Unterteil) über Endpfosten		50 mm

[1]) Geländerhöhen von ≥ 1,20 m stellen im Bestand keine Nutzungseinschränkung für den Radverkehr dar.

Wird am Außenrand einer Brücke eine Schutzeinrichtung angeordnet, so gilt für die Ermittlung der Mindestgeländerhöhe einschließlich Übersteigschutz folgende Formel:

$h_{Gel+Ü} \geq h_{SE} + h - b - 0{,}05 \geq h_{min}$

Erläuterungen und weitere Festlegungen siehe ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 9.

Bemessung

Für Geländer sind die Lastannahmen aus DIN EN 1991-2 maßgebend. Im Regelfall wird in Oberkante Geländer eine horizontal nach außen wirkende Linienkraft von 1,0 kN/m anzusetzen sein.

Im Sonderfall begehbarer Verkehrszeichenbrücken, die nur zu Kontroll- und Reparaturzwecken betreten werden, wird gemäß ZTV-ING Teil 8 Abschnitt 3 eine verringerte Linienlast in Holmhöhe von 0,5 kN/m angesetzt.

Sonderformen

Für Geländer, die aus gestalterischen Gründen von den Richtzeichnungen abweichen, sind entsprechende Nachweise zur Tragfähigkeit zu erbringen.

Fahrzeug-Rückhaltesysteme

Allgemeines

Fahrzeug-Rückhaltesysteme dienen auf dem Bauwerk der Absturzsicherheit von Verkehrsteilnehmern bzw. unter dem Bauwerk als Anprallschutz für tragende Bauteile. Schutzeinrichtungen auf dem Bauwerk können auf Grund ihrer Ausbildung und Wirkweise sowie ihres Eigengewichts die Kappenbreite und die Kragarmausbildung der Brücke beeinflussen.

Schutzeinrichtungen können sowohl aus Stahlbeton (Betongleitwände) als auch aus Stahl (Schutzplanken) bestehen und als Fertigteil oder monolithische Konstruktion aufgebaut sein.

Anlage-REBI-RPS enthält ein **Formblatt zur Abstimmung des Schutzsystems** mit dem Referat Verkehr, das den Entwurfsunterlagen beizufügen ist.

Regelwerk

In Zusammenhang mit der RPS 2009 sind die folgenden Informationen der BASt zu beachten, welche auf deren Homepage in jeweils aktueller Fassung zur Verfügung gestellt werden:

- Technische Kriterien für den Einsatz von Fahrzeug-Rückhaltesystemen in Deutschland,
- Technische Übersichtsliste für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in Deutschland.
- Einsatzempfehlungen für Fahrzeugrückhaltesysteme

Für Brücken, Tunnel und sonstige Ingenieurbauwerke sind ergänzend die folgenden Hinweise zu beachten:

Im ARS 28/2010, Abschn. IV wird der Geltungsbereich der RPS 2009 sowohl für Neubau als auch für die grundhafte Erneuerung von Schutzeinrichtungen auf Bauwerken, z.B. infolge der Erneuerung von Brückenkappen, festgelegt. Wegen der besonderen Schwierigkeiten, die eine Anwendung der RPS 2009 auf vorhandene Landstraßen mit schmalen Querschnitten,

mit Hindernissen nahe am Fahrbahnrand, mit der dichten Folge von Zufahrten usw., bereiten kann, kann hier in begründeten Einzelfällen, z.B. bei Vorliegen einer unkritischen Unfallsituation, auf die Anwendung der RPS 2009 verzichtet werden.

Da Schutzeinrichtungen schon zur Aufstellung des Vorentwurfes mit allen Abhängigkeiten auf Bauwerken, an der Kontaktstelle Strecke - Bauwerk sowie im Bereich von Tunnelportalen lange vor einer Ausschreibung festgelegt werden, ist eine frühzeitige Abstimmung hinsichtlich der Wahl der Schutzeinrichtungen erforderlich.

Als Wirkungsbereich auf Brücken ist in der Regel die Stufe W 4 (≤ 1,30 m) vorzusehen. Infolgedessen wurde die Kappenbreite auf 2,05 m erhöht. Gemäß RPS 2009 Ziffer 3.5.1.2 können auch Schutzeinrichtungen mit einer größeren Wirkungsbereichsklasse zugelassen werden, wenn sich aus den Prüfungen gemäß DIN EN 1317 ergibt, dass Fahrzeuge dennoch aufgehalten werden. Geländer mit eingebautem Drahtseil sind im diesem Fall Bestandteil der Schutzeinrichtung.

Bei Einbauten auf der Regel-Kappe wie z.B. eine Lärmschutzwand oder eine Berührungsschutzwand nach RiZ Elt 2, ist der Wirkungsbereich W 4 einzuhalten.

Bei grundhaften Brückeninstandsetzungen mit Kappenerneuerungen ist die Aufnahme einerseits der Anpralllasten nach DIN EN 1991-2 Kapitel 4 Abschnitt 4.7.3.3 Tab. 4.9, durch die Kragarme und andererseits der 1,25-fachen Einwirkungen aus dem lokalen charakteristischen Tragwiderstand der Schutzeinrichtung [DIN EN 1991-2 4.7.3.3 (2)] durch den Kappenanschluss nachzuweisen.

Für den Kappenanschluss an Bestandsbauwerken liegen zurzeit noch keine allgemeingültigen Angaben vor, werden aber derzeit erarbeitet. Nach der Prüfung und Verabschiedung der entsprechenden Lösungen in den Fachgremien ergeht hier zum entsprechenden Zeitpunkt eine gesonderte Verfügung. Bis zur Einführung dieser Verfügung werden für die zu wählenden Schutzeinrichtungen auf Bestandsbauwerken Auswahlkriterien nach Tabelle 3-11: Erforderliche Aufhaltestufen auf Brücken [RPS 2009] *empfohlen:*

Tabelle 3-11: Erforderliche Aufhaltestufen auf Brücken [RPS 2009]

Anprallheftigkeitsstufe	≤ B
Anpassungsfaktor „ f „	1
Systemhöhe über Fahrbahnoberkante	≤ 90 cm
Wirkungsbereich	W4 oder W5

Im Bereich von Arbeitsstellen gelten die ZTV-SA. Für die Bereiche mit filigranen Stützkonstruktionen unmittelbar neben der Fahrbahn, die nicht auf Anpralllasten bemessen werden können, z.B. Stützen und Joche für Traggerüste oder Behelfsbrücken, sind in ZTV-SA Kapitel 6.11. (Bild 2 und Tab. 5) die Anforderungen an die transportablen Schutzeinrichtungen angegeben.

Für Schutzeinrichtungen an und im Bereich von Tunnelportalen sind die Einsatzempfehlungen der BASt zu beachten. Da die Gestaltung von Zufahrten zu Betriebsgebäuden in Portalnähe und zu Notrufeinrichtungen im Bereich von Tunnelportalen mit erheblichen Aufwendungen verbunden sein kann, sind die vorzusehenden Schutzeinrichtungen an und im Bereich von Tunnelportalen frühzeitig mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

Gemäß ARS Nr. 28/2010 Kap. IV, sind Umrüstungen der Schutzeinrichtungen erforderlich, wenn vorhandene Fahrzeug-Rückhaltesysteme erheblich von den Regelungen der RPS 2009 abweichen, z.B. um mehr als eine in den RPS 2009 definierten Aufhaltestufe und gleichzeitig besondere Verkehrsgefährdungen vorliegen, z.B. Bereiche mit vermehrtem Abkommen von Fahrzeugen von der Fahrbahn.

Die Neufassung der RPS fußt auf der Einführung der DIN EN 1317, die 8 Teile mit den folgenden Regelungen umfasst:

- *Teil 1: Terminologie,*
- *Teil 2: Leistungsklassen und Prüfverfahren von Schutzeinrichtungen,*
- *Teil 3: Leistungsklassen und Prüfverfahren für Anpralldämpfer*
- *Teil 4: Anfangs-, End-, Übergangskonstruktionen,*
- *Teil 5: Anforderungen an die Produkte, Konformitätsverfahren*
- *Teil 6: Fußgängerrückhaltesysteme, Brückengeländer,*
- *Teil 7: Leistungsklassen, Annahmekriterien für Anprallprüfungen und*
- *Teil 8: Rückhaltesysteme für Motorräder.*

DIN EN 1317 enthält wesentliche Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Fahrzeug-Rückhaltesystemen, die in die RPS 2009 eingeflossen sind.

Fahrzeug-Rückhaltesysteme auf Brücken

- **Aufhaltestufe**

*Der Einsatz von Fahrzeugrückhaltesystemen auf Brücken (ebenso auf der Strecke) ist gemäß o. g. Regelung an nachzuweisende Aufhaltestufen gebunden (*Tabelle 3-12*).*

Entsprechend der Tabelle 3-12 *gelten bei Brücken über zweibahnigen Straßen und bei Stützwänden im Zuge von Straßen mit* $v_{zul} \leq 50$ *km/h Schrammborde mit einer Höhe von 15 cm und maximal 20 cm im Zusammenwirken mit Geländer mit Seil nach RiZ-ING i. d. R. als ausreichend.* Für Brücken im Zuge von forst- und landwirtschaftlichen Wegen gelten die gleichen Anforderungen.

Die geforderte Aufhaltestufe ist mit auszuschreiben.

Tabelle 3-12: Erforderliche Aufhaltestufen auf Brücken [RPS 2009, Tab. 5]

Gefahrenbereich unterhalb der Brücke bzw. Stützwand	Straßen mit			
	V_{zul} > 100 km/h und Autobahnen und autobahnähnliche Straßen mit V_{zul} ≤ 100 km/h	V_{zul} ≤ 100 km/h und DTV(SV) > 500 Kfz/24h	V_{zul} ≤ 100 km/h und DTV(SV) ≤ 500 Kfz/24h	V_{zul} ≤ 50 km/h
Gefährdungsstufe 1: besondere Gefährdung Dritter (z. B. explosionsgefährdete Chemieanlagen, intensiv genutzte Aufenthaltsbereiche, Schnellbahnstrecken mit zugelassenen Geschwindigkeiten > 160 km/h, zweibahnige Straßen)	H4b	H2	H2	H1
Gefährdungsstufe 2 bis 4: andere Fälle	H2	H2	H1	Schrammborde mit einer Höhe von 0,15 m bis 0,20 m und Geländer mit Seil gemäß RiZ-ING

- **Wirkungsbereich**

*Beim Anprall an eine Schutzeinrichtung verformt sich diese dynamisch (dynamische Durchbiegung (D)). Als Wirkungsbereich (W) gilt dabei der Abstand zwischen der Vorderkante des Rückhaltesystems und der maximalen dynamische Auslenkung des Systems (*Abbildung 3-34: Dynamische Durchbiegung (D) und Wirkungsbereich (W) gemäß DIN 1317-2:1998 bzw. RPS 2009*).*

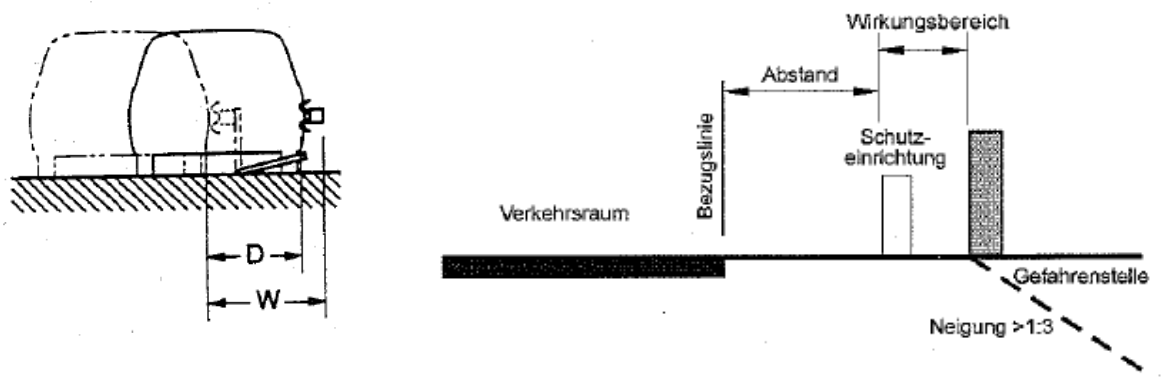


Abbildung 3-34: Dynamische Durchbiegung (D) und Wirkungsbereich (W) gemäß DIN 1317-2:1998 bzw. RPS 2009

Die Wirkungsbereiche sind in Klassen eingeteilt, die in Tabelle 3-12 wiedergegeben sind. Mittels des Wirkungsbereichs können die geometrischen Aufstellbedingungen für jede Schutzeinrichtung bestimmt, sowie die Abstände, die vor Hindernissen bzw. Gefahrenstellen zu berücksichtigen sind, festgelegt werden, damit das System die Anforderungen erfüllen kann.

Der geforderte Wirkungsbereich ist mit dem System auszuschreiben.

Der Abstand der Vorderkante der Schutzeinrichtung von der Bezugslinie, i. d. R. Rand der befestigten Fläche inkl. Seitenstreifen, sollte dabei mindestens 50 cm betragen. Eine Unterschreitung des Maßes ist in begründeten Fällen möglich.

Tabelle 3-13: Stufe des Wirkungsbereichs [DIN EN 1317-2:1998 bzw. RPS 2009]

Klassen des Wirkungsbereichs	Stufe des Wirkungsbereichs in [m]
W1	W ≤ 0,6
W2	W ≤ 0,8
W3	W ≤ 1,0
W4	W ≤ 1,3
W5	W ≤ 1,7
W6	W ≤ 2,1
W7	W ≤ 2,5
W8	W ≤ 3,5
Anmerkung: Eine Klasse des Wirkungsbereichs unter W1 darf festgelegt werden	

- **Anprallheftigkeit**

Die Anprallheftigkeit ist eine theoretische Größe (ASI-Wert) und beschreibt die Wirkung eines Anpralls (Stärke der negativen Beschleunigung) auf die Fahrzeuginsassen. Sie dient der Abschätzung der körperlichen Beanspruchung, aber auch der Verletzungsschwere oder Tötungsgefahr von PKW-Insassen und wird hauptsächlich durch die Form und den Aufbau (Steifigkeit) der Schutzeinrichtung bestimmt. Im Rahmen der Zulassungsversuche müssen die Rückhaltesysteme enge Grenzen einhalten und werden gemäß RPS 2009 anhand von Messungen in Anprallheftigkeitsstufen A, B und C eingeteilt.

Die Anprallheftigkeit ist ein Systemwert und ist ggf. mit dem System auszuschreiben.

Je kleiner die Anprallheftigkeit eines Systems (A < B < C), desto glimpflicher sind die Auswirkungen auf die Insassen bei einem Anprall.

- **Längen von Schutzeinrichtungen**

Bei der Anfahrt an ein Fahrzeugrückhaltesystem wirkt dieses wie ein Zugband. Die Kräfte werden entweder auf viele einbezogene Verankerungen verteilt oder die Schutzeinrichtung wirkt durch ihr Eigengewicht und ist dadurch i. d. R. in der Lage, das Fahrzeug vor einem Absturz von der Brücke zu bewahren.

Diese Schutzwirkung soll bereits am Brückenanfang möglich sein. Da zur Aktivierung der Aufhaltewirkung eine gewisse Länge der Absturzeinrichtung erforderlich ist, wird das Rückhaltesystem in gleicher Aufhaltestufe um ein Drittel der im Versuch geprüften

Systemlänge (Prüflänge L1) über das Brückenende hinaus in die Strecke verzogen (Abbildung 3-35: Erforderliche Länge der Schutzeinrichtungen auf Brücken). Zusätzlich soll verhindert werden, dass Fahrzeuge, die vor einer Brücke von der Fahrbahn abkommen, die Brücke erreichen und abstürzen. Deshalb sind dort, wo ein Hinterfahren möglich ist oder das Aufgleiten verhindert werden muss, zusätzliche Längen gemäß Abbildung 3-35: Erforderliche Länge der Schutzeinrichtungen auf Brücken (siehe auch Tabelle 4 der RPS 2009) zu berücksichtigen.

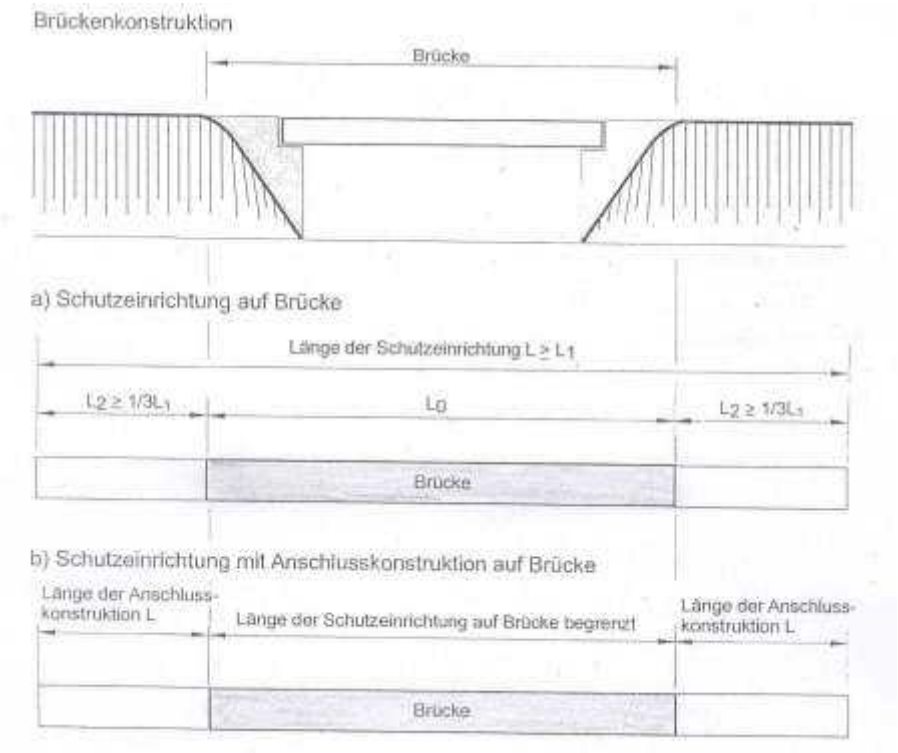


Abbildung 3-35: Erforderliche Länge der Schutzeinrichtungen auf Brücken

- **Anschlusskräfte für den Kragarm**

Während der Anprallprüfung werden die Kräfte, die vom Bauwerk aufzunehmen sind, gemessen. Die gemessenen Kräfte werden auf eine theoretische Anpralllast als Einzelkraft umgerechnet. Anhand dieser Anpralllast werden die Fahrzeug-Rückhaltesysteme einer Anforderungsklasse nach DIN EN 1991-2 Kapitel 4 Abschnitt 4.7.3.3 zugeordnet und klassifiziert (Tabelle 3-13).

Tabelle 3-134: Empfohlene Werte für durch Fahrzeugrückhalte-Systeme übertragene Horizontalkräfte (DIN EN 1991-2 Kapitel 4 Abschnitt 4.7.3.3 Tab. 4.9)

Anforderungsklasse	Horizontalkraft
A	100
B	200

C	400
D	600

Die angreifende Horizontalkraft entsprechend der Anforderungsklasse nach DIN-EN 1991-2, 4.7.3.2 für das gewählte Schutzsystem ist als außergewöhnliche Einwirkung 10 cm unter Oberkante Schutzeinrichtung, mindestens jedoch 1,0 m über der Fahrbahn bzw. Gehweg wirkend anzuordnen und nachzuweisen. Der Nachweis erstreckt sich lediglich auf die Sicherheit des Gesamttragwerks und den Kragarm, z.B. für die Dimensionierung der Kragarmbewehrung. Versatzmomente sind zu beachten. Eine zusätzliche Vertikallast inklusive eines Anpassungsfaktors f zur Berücksichtigung einer Radlast ist anzusetzen. Die Querverteilung der Anpralllast auf eine mitwirkende Breite b_m erfolgt in Abhängigkeit von der Kragarmgeometrie gemäß Abbildung 3-36: Querverteilung der Horizontalkraft.

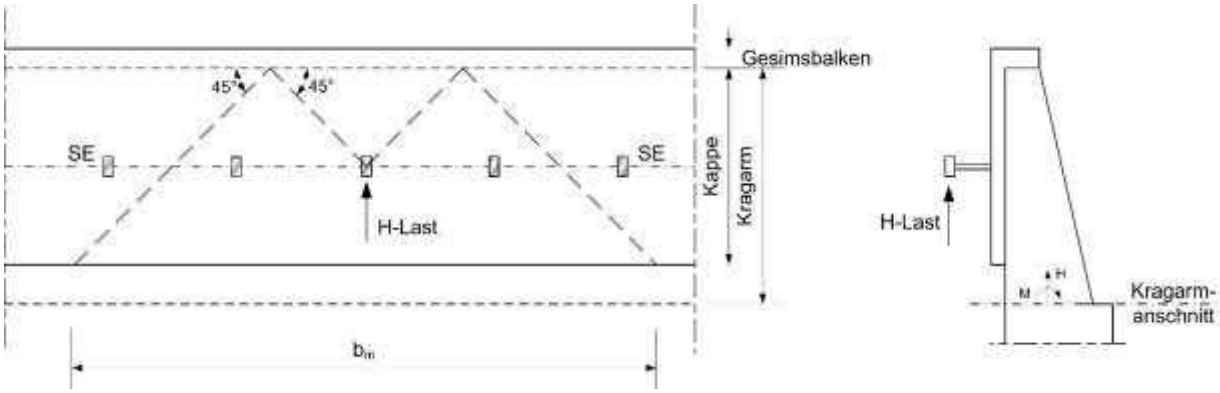


Abbildung 3-36: Querverteilung der Horizontalkraft

Die Anprallkräfte der zur gewählten Schutzeinrichtung zugehörigen Anforderungsklasse gemäß DIN EN 1991-2 bzw. Tabelle 3-13 sind im Bauwerksentwurf zu berücksichtigen. Vom Bauherrn ist daher die erforderliche Anforderungsklasse nach DIN EN 1991-2 Kapitel 4 Abschnitt 4.7.3.3 Tab. 4.9 bzw. nach Angabe der Einsatzfreigabeliste vorzugeben und der Ausschreibung zusätzlich zur Aufhaltestufe und zum Wirkungsbereich beizufügen und auf den Planunterlagen darzustellen. Da es gemäß der Liste „Technische Kriterien für den Einsatz von FRS in Deutschland“ nur Schutzeinrichtungen gibt, die Anprallkräfte nach DIN EN 1991-2 bis zur Anforderungsklasse „C“ reichen, sollte im Planspiegel in der entsprechenden Zeile „Klasse Anpralllast FRS DIN EN 1991-2“ „C“ gewählt werden. Damit können alle am Markt befindlichen FRS-Systeme auf einem Brückenbauwerk angeordnet werden und ein späterer Ersatz des FRS ist problemlos möglich.

Die Anpralllasten sind nicht mit dem Lastfall Wind zu überlagern.

- **Anschlusskräfte für die Kappe**

Für die Dimensionierung der Kappenanschlussbewehrung ist dagegen nicht die Horizontalkraft gemäß DIN EN 1991-2 Kapitel 4 Abschnitt 4.7.3.3 (1) anzusetzen, sondern der 1,25-fache lokale charakteristische Tragwiderstand des einleitenden Bauteils (entspricht

lokalem Widerstand der Schutzeinrichtung). Darunter ist der Pfosten oder die Pfostenverankerung der Schutzeinrichtung zu verstehen, der die Anpralllasten in die Kappe einleitet.

Die Tragfähigkeit des Pfostens ist vom verwendeten Querschnitt und dem Material abhängig, aber auch vom betrachteten statischen System und der Pfostenverankerung. Bei der Wahl des statischen Systems ist die stützende Wirkung des horizontalen Zugbandes (Holm) aus der räumlichen Tragwirkung zu berücksichtigen. Daraus resultiert ein verschränkter Momentenverlauf (Abbildung 3-37: Momentenverlauf und Verformungsfigur), dessen Grenzwert die plastische Biegetragfähigkeit (M_{pl}) ist. Die zugehörige Querkraft wird in der Regel über den Ansatz 2 × M_{pl} und die Anprallhöhe h_1 ermittelt.

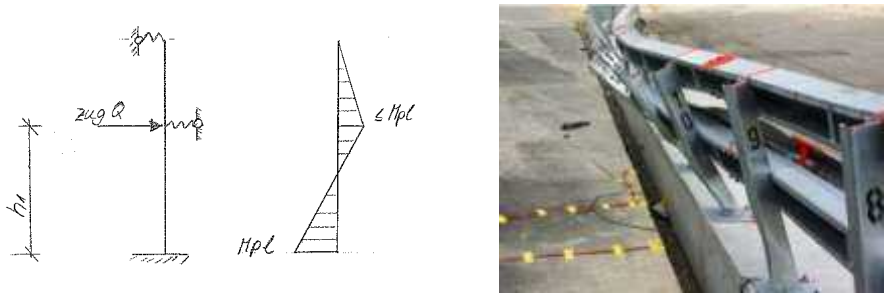


Abbildung 3-37: Momentenverlauf und Verformungsfigur

Das Anschlussmoment und die zugehörige Querkraft werden in Höhe der OK Kappe wirkend angenommen. Dadurch wird die Exzentrizität des Anschlusses, bezogen auf die Lage der oberen Bewehrung, bei der Ermittlung der Zugkraft in den Bewehrungsstäben berücksichtigt. Als mitwirkende Breite zur Ermittlung der Kappenanschlussbewehrung ist der einfache Pfostenabstand anzunehmen. Diese Annahme ist statisch ungünstig und liegt auf der sicheren Seite.

Allgemein ist festzustellen, dass die Anschlussbewehrung der Kappen gemäß RPS 2009 höher ausfällt als bisher.

Die erforderliche Kappenanschlussbewehrung für die in der Einsatzfreigabeliste geführten Schutzsysteme wurde für die Aufhaltestufen H2 und H4b mit folgendem Ergebnis berechnet:

- Aufhaltestufe H2: d_s = 12 mm; a = 20 cm und
- Aufhaltestufe H4b: d_s = 14 mm; a = 20 cm.

Um in der Ausschreibung und auch für den Fall einer Aufrüstung in der Aufhaltestufe von H2 auf H4b flexibler zu sein, wird die erforderliche Kappenanschlussbewehrung in den Kap - Richtzeichnungen zentral mit **Ø14 – 20** angegeben.

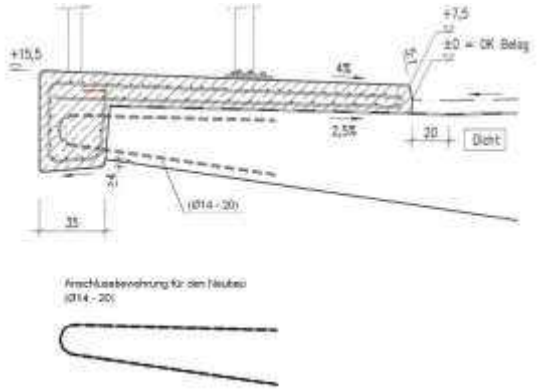


Abbildung 3-38: Anschlussbewehrung für H2- und H4b- Systeme

Die Anschlussbewehrung ist mit voller Verankerungslänge auszubilden. Die restliche Bewehrung in den Kappen (Längs- und Querbewehrung) ist davon unberührt.

Die o. g. Angaben gelten für den Brückenneubau. Für die Nachrüstung bei Brückeninstandsetzungen sind die Angaben in der REBI ING Teil III - Instandsetzung und Erhaltung maßgebend.

- **Rechtliche Anforderungen**

Es dürfen nur Systeme zum Einsatz kommen, welche die Anforderungen der Technischen Kriterien für den Einsatz von Fahrzeug-Rückhaltesystemen in Deutschland erfüllt haben und in der Technischen Übersichtsliste für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in Deutschland enthalten sind. Einbau und Aufstellung müssen identisch zum Anfahrversuch erfolgen. Wenn das Geländer Teil des geprüften Systems war und das Geländer im Versuch mit zum Aufhalten des Fahrzeugs beitrug (Geländer wurde vom Fahrzeug berührt), ist es somit auch bei Baumaßnahmen zu errichten, selbst dann, wenn das gewählte System zur Mittelstreifenabtrennung genutzt werden soll. Im Übrigen ist der Leitfaden „Mittelstreifengestaltung“ des Referats Bautechnik des Betriebssitzes zu beachten.

Auf der anderen Seite sollten in der Praxis keine Betonschutzwände mit Erdhinterfüllung eingesetzt werden, wenn der Anfahrversuch mit nicht hinterfüllten Betonschutzwänden absolviert wurde.

Sofern keine positiv geprüften Systeme vorliegen, die den Einsatzfall umfänglich abdecken, können behelfsweise positiv geprüfte Systeme eingesetzt werden, die den tatsächlichen Einbaubedingungen ähnlich sind.

- **Dilatation**

Schwachpunkt von Schutzeinrichtungen auf Bauwerken sind Dilatationstöße. Die bisher übliche Unterbrechung von Ortbetonschutzwänden gemäß RiZ-Ing, Kap 11 ist nicht mehr anzuwenden.

- **Übergangsregelungen**

Es sei an dieser Stelle betont, dass Brücken i. d. R. mit Geländer auszustatten sind und diese Geländer stets mit einem Seil im Handlauf gemäß RiZ-ING auszurüsten sind.

- **Plandarstellung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen**

Für eine ggf. systemneutrale Darstellung für Schutzeinrichtungen (SE) auf Bauwerksplänen sind mindestens die in Abbildung 3-39: Entwurf RiZ Kap mit Schutzeinrichtung dargestellten Sachverhalte einzutragen. Anzugeben sind die Aufhaltestufe und der Wirkungsbereich, die im Brückenbereich i. d. R. H2 W4 oder H4b W4 betragen. Zusätzlich ist die Anforderungsklasse für Horizontalkräfte und ggf. die Anprallheftigkeitsstufe anzugeben. Aktuell sollte im Planspiegel unter „Klasse Anpralllast FRS nach DIN EN 1991-2“ „C“ eingetragen werden.

Hinsichtlich der Art und Ausrüstung mit Schutzeinrichtungen sind frühzeitig Abstimmungen mit der Planung sowie Betrieb und Verkehr herbeizuführen, so dass möglichst wenig Systemwechsel zwischen Schutzeinrichtungen auf Bauwerken und in der Strecke erforderlich werden. In diesen Fällen sind die Systeme in den Planunterlagen zu benennen.

Die Wirkungsklasse W4 entspricht dem im Anfahrversuch gemessenen Wirkungsbereich von ≤ 1,30 m. Durch die Freihaltung eines Notgehwegs von 75 cm Breite weist die Standard-Außenkappe eine Breite von 2,05 m auf (Abbildung 3-39: Entwurf RiZ Kap mit Schutzeinrichtung).

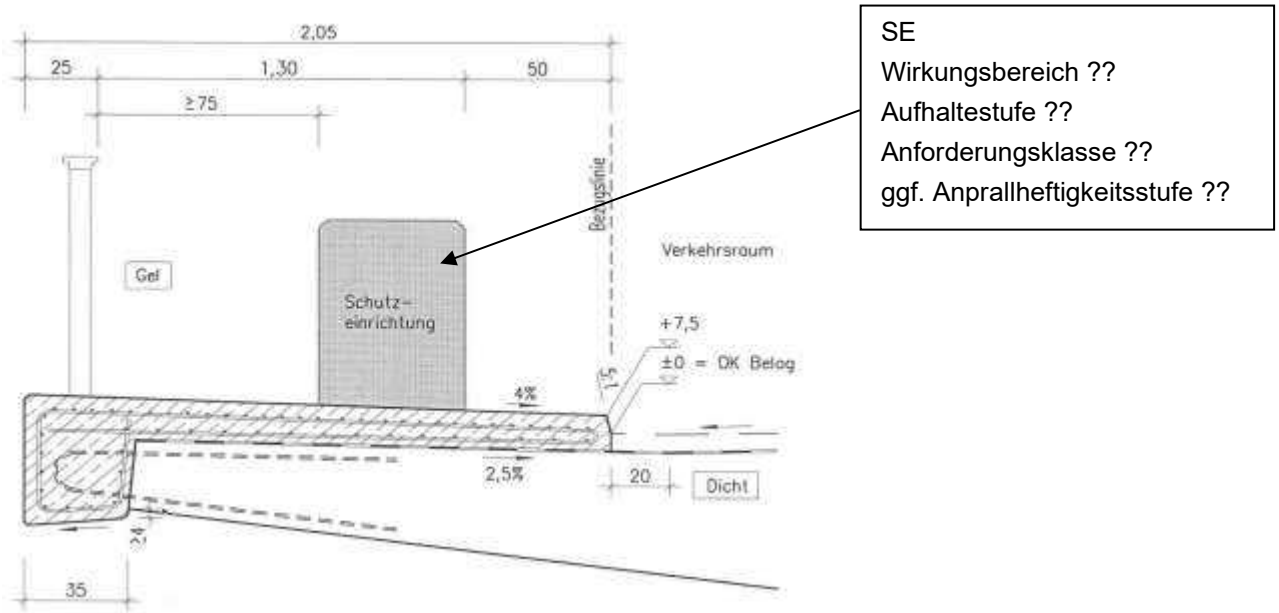


Abbildung 3-39: Entwurf RiZ Kap mit Schutzeinrichtung

Darüber hinaus kann es insbesondere bei sehr hohen Fahrzeug-Rückhaltesystemen (SE-Höhe > 80 cm) zu Forderungen nach höheren Geländern kommen, um Personenabstürze

über das Geländer beim Übersteigen der Schutzeinrichtung in Unfallsituationen zu verhindern.

Bezüglich der Geländerhöhen bzw. der Anordnung eines Übersteigschutzes an Geländern bzw. dessen Höhe ist ZTV-ING Teil 8 Abschnitt 4 Nr. 3.3 zu beachten.

Fahrzeug-Rückhaltesysteme bei Ersatzneubauten zweibahniger Straßen.

In Zusammenhang mit der Planung und Ausführung von Ersatzneubauten zweibahniger Straßen kam es in jüngster Zeit vermehrt zu Fragen bezüglich der Schutzeinrichtungen auf den Bestandsbrücken bzw. auf den neuen Überbauten, insbesondere in den Mittelstreifen. In Zusammenarbeit mit dem Sachgebiet Verkehrstechnik/Klassifizierung des Betriebssitzes wurde folgende Regelung festgelegt.

Die folgenden Fälle sind zu unterscheiden:

1. <u>Zwei Überbauten nebeneinander:</u>

Wird ein Überbau im Rahmen des Ersatzneubaus der Brücke abgerissen und neu gebaut, wird die bisherige Mittelkappe mit der vorhandenen Schutzeinrichtung zur Außenkappe.

Für die Schutzeinrichtung gilt hier folgende Unterscheidung:

<u>Schutzeinrichtung auf Außenkappe</u>

Diejenige Schutzeinrichtung, die auch zuvor schon auf der Außenkappe lag, unterliegt dem Bestandsschutz und kann für die Bauzeit bestehen bleiben (außer es sind Arbeiten an der Kappe erforderlich).

<u>Schutzeinrichtung auf Mittelkappe; bauzeitlich auf Außenkappe</u>

Für die Schutzeinrichtung, die bislang auf der Mittelkappe stand, die nun bauzeitlich zur Außenkappe wird, gilt nicht die RPS 2009 in Verbindung mit ARS Nr. 28/2010, sondern die ZTV-SA 97.

In den ZTV-SA 97 ist keine gesonderte Regelung für den Einsatz von Schutzeinrichtungen auf Brücken in Verkehrsführungen für Arbeitsstellen enthalten. Deshalb ist hier der Abschnitt 6.11.2 (2), 2. Spiegelstrich der ZTV-SA 97 “Absturzsicherungen für Fahrzeuge“ heranzuziehen. Nach den Regelungen dieses Abschnitts wären Stahlschutzplanken, ein Verbau oder transportable Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe T3 oder H1 gemäß DIN EN 1317-2 an der neuen Brückenaußenseite vorzusehen. In Verkehrsführungen für Arbeitsstellen auf Brücken im Zuge von Autobahnen sind als Absturzsicherung i.d.R. Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe H2 vorzusehen. Die Anordnung der Schutzeinrichtungen erfolgt nur konstruktiv ohne statischen Nachweis.

Die mittlerweile über 20 Jahre alte Regelung der ZTV-SA 97 wurde mit Mail von Herrn Vasmer vom 04.10.16 für den Bereich der Autobahnen gemäß der obigen Regelung angepasst.

Zur Gewährleistung der Absturzsicherheit ist zusätzlich ein provisorisches Geländer oder eine Wand als Sichtschutz anzuordnen. In einem Handlauf (h ≤ 1,10 m) ist ein Stahlseil gemäß RiZ Gel 10 und RiZ Gel 11 anzuordnen.

Auf dem neuen Überbau können die Schutzeinrichtungen für den Endzustand montiert werden. Für den Bauzustand „Beseitigung und Neubau des 2. Überbaues“ ist auf dem neuen Überbau ein provisorisches Geländer oder eine Wand als Sichtschutz anzuordnen.

Ein Handlauf mit Seil nach RiZ Gel 10 und Gel 11 ist vorzusehen.

2. Einteiliger Überbau, Ersatzneubau einer FR in Seitenlage:

Bauwerk/ Überbau neu wird in Seitenlage gebaut.

Für die auf dem Bestandsbauwerk befindlichen Fahrzeug-Rückhaltesysteme besteht Bestandsschutz (außer es sind Arbeiten an der Kappe erforderlich).

Auf dem neuen Überbau in Seitenlage können die Schutzeinrichtungen für den Endzustand montiert werden. Für den Bauzustand „Beseitigung des Bestandsbauwerkes und Neubau der zweiten FR“ ist auf dem neuen Überbau ein provisorisches Geländer oder eine Wand als Sichtschutz anzuordnen. Ein Handlauf mit Seil nach RiZ Gel 10 und Gel 11 ist vorzusehen.

3. Einteiliger Überbau, Auftrennung entlang der Mittelachse, Ersatzneubau einer FR:

Für die Schutzeinrichtungen gelten die Hinweise zu Ziffer 1., d.h. auf Autobahnen Aufhaltestufe H2.

Zur Absturzsicherheit ist zusätzlich ein provisorisches Geländer oder eine Wand als Sichtschutz anzuordnen. In einem Handlauf (h ≤ 1,10 m) ist ein Stahlseil gemäß RiZ Gel 10 und RiZ Gel 11 anzuordnen.

Auf dem neuen Überbau können die Schutzeinrichtungen für den Endzustand montiert werden. Für den Bauzustand „Beseitigung und Neubau des 2. Überbauteiles“ ist auf dem neuen Überbau ein provisorisches Geländer oder eine Wand als Sichtschutz anzuordnen. Ein Handlauf mit Seil nach RiZ Gel 10 und Gel 11 ist vorzusehen.

Fahrzeug-Rückhaltesysteme unter Brücken (Anprallschutz)

Auch unterhalb von Brücken müssen ggf. Schutzvorkehrungen als Anprallschutz für Pfeiler oder Widerlager vorgesehen werden. Diese Forderung gilt sinngemäß auch für Hänger-anschlüsse von seil- oder hängergestützten Fahrbahnen auf Brücken.

Schutzeinrichtungen unter einer Brücke werden dann erforderlich, wenn die am Straßenrand oder im Mittelstreifen einer Autobahn stehenden Pfeiler oder Widerlager gefährliche

Hindernisse darstellen und die kritischen Abstände gemäß Bild 2 bis 4 der RPS 2009 unterschritten werden.

Die Abgrenzung „einsturzgefährdet“ gegenüber „nicht einsturzgefährdet“ erfolgt gemäß DIN EN 1992-2 NA (D) nach der Anprallgefährdung. Eine Bemessung gegenüber Anprall ist nicht erforderlich, wenn:

- Pfeiler durch ihre Lage geschützt sind,
- die Mindestabmessungen des Pfeilers gegeben sind:
  - massive Stahlbetonpfeiler oder –scheiben mit einer Länge *l* in Fahrtrichtung und einer Breite b quer zur Fahrtrichtung:
    $b = 1{,}6 – 0{,}2\ l \geq 0{,}90\ m$ und $l \geq 1{,}60\ m$
  - volle runde oder ovale Stahlbetonstützen:
    $b = 1{,}6 – x \geq 1{,}20\ m$ und $l \geq 1{,}60\ m + x$
    mit x in den Grenzen $0 < x \leq 0{,}70\ m$ frei wählbar
  - Stahlbetonhohlpfeiler mit einer Mindestwandstärke von 0,60 m.

Hinweise zur Ausschreibung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen

Der Ausschreibung ist eine Beispielplanung für die Kalkulation durch die Bieter beizufügen.

Zu den erforderlichen Angaben in der Ausschreibung gehören:

- Lageplan mit Darstellung von Gefahrenstellen gemäß RPS 2009 einschließlich deren Abstand zum Fahrbahnrand und der Länge der Gefahrenstelle,
- Darstellung des beispielhaft ausgewählten Fahrzeug-Rückhaltesystems.
- Vorhandener oder geplanter Untergrund im Bereich der Fahrzeug-Rückhaltesysteme,
- Vorhandene oder geplante Entwässerungseinrichtungen im Bereich der ausgeschriebenen Fahrzeug-Rückhaltesysteme.

Eine Einschränkung der ansonsten grundlegend vorzunehmenden systemneutralen Ausschreibung von Schutzeinrichtungen kann erforderlich werden, wenn eine Minimierung der Lagerhaltung zur Reduzierung künftiger Reparaturkosten notwendig ist, gestalterische und/oder baustatische Gründe (z.B. Höhe der Anprallkräfte) die Festlegung auf ein Fahrzeug-Rückhaltesystem bedingen und/oder die Einheitlichkeit von Fahrzeug-Rückhaltesystemen auf zusammenhängenden Strecken gewahrt werden soll.

In diesen Fällen sind die Planungen mit entsprechend ausgewählten Systemen durchzuführen. Im Leistungsverzeichnis sind die auszuführenden Fahrzeug-Rückhaltesysteme vollständig, einschließlich aller Längen, Übergangskonstruktionen sowie Anfangs- und Endkonstruktionen entsprechend dem STLK für FRS und Leiteinrichtungen in der jeweils gültigen Fassung vorzugeben. In die Baubeschreibung ist eine entsprechende Begründung für den Verzicht auf eine systemneutrale Ausschreibung aufzunehmen. Auf die Regelungen zu FRS in der Musterbaubeschreibung (Geritex 114405 und 114407), wird verwiesen.

3.7.5 Kappen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 8 Abschnitt 9 Absturzsicherungen,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke,
  - Anlage 3 - Verkehrslasten auf Brücken,
- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe 2023/12,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12.
- Nachrichtlich:
  Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS 2009) und die Einsatzfreigabeverfahren für Fahrzeug-Rückhaltesysteme:
  eingeführt durch ARS 28/2010,

In diesem Abschnitt werden Stahlbetonkappen behandelt, die auf Betonbrücken und Verbundbrücken hergestellt werden. Auf Kappen, die auf Stahlbrücken aufgelagert sind, wird nicht eingegangen.

Betonkappen werden aus Luftporen-Beton (LP-Beton) hergestellt, der widerstandsfähig gegen Frostangriff mit Taumitteln ist.

Zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit können Kappen durch das Aufbringen eines Oberflächenschutzsystems OS-A hydrophobiert werden. Das Hydrophobierungsmittel dringt in die offenen Betonporen ein, kleidet diese aus und verhindert auf diese Weise die Saugwirkung des Betons. Allerdings müssen für eine ordnungsgemäße Herstellung die in den ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 4 und in den Verarbeitungsvorschriften festgelegten Umgebungsbedingungen eingehalten werden. Gefordert werden u. a. günstige Witterungsbedingungen und ein saugfähiger (trockener und von schädlichen Verunreinigungen befreiter) Beton. Jedoch sind die Witterungsbedingungen mit Hinblick auf den Ausführungszeitpunkt meist nicht planbar. Darüber hinaus sind bei neu hergestellten Kappen die Poren im Beton i. d. R. noch wassergefüllt, sodass das Hydrophobierungsmittel nicht in die Poren eindringen kann und eine einwandfreie Hydrophobierung zumindest behindert wird.

Aus den genannten Gründen wird empfohlen, ein Oberflächenschutzsystem OS-A nur dann auszuschreiben, wenn absehbar ist, dass die notwendigen Randbedingungen planmäßig eingehalten werden können. Von Tiefenhydrophobierungen wird generell abgeraten.

Das Nennmaß der Betondeckung an den nicht betonberührten Flächen der Brückenkappen beträgt gemäß ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 2 Nr. 8.2 (2) **nom *c* = 50 mm**.

Den Richtzeichnungen „Kap“ kann die äußere Form und die Bewehrung einschließlich der Anschlussbewehrung entnommen werden. Die Kappenabmessungen, insbesondere die Schrammbordhöhe und die Kappenbreite, müssen auch den Richtlinien bzw. Einsatzbedingungen für die passiven Schutzeinrichtungen genügen. Die Standard-Außenkappe weist aufgrund der Schutzeinrichtungen eine Breite von 2,05 m auf (siehe Kap. 3.7.4 Passive Schutzeinrichtungen).

Für die Kappenverankerung sind mindestens die Anpralllasten auf das Schrammbord bzw. die Anschlusskräfte gemäß der gewählten Schutzeinrichtung (Tabelle 3-134: Empfohlene Werte für durch Fahrzeugrückhalte-Systeme übertragene Horizontalkräfte (DIN EN 1991-2 Kapitel 4 Abschnitt 4.7.3.3 Tab. 4.9)*)* zu berücksichtigen. Vom Bauherrn ist die erforderliche Anforderungsklasse nach DIN EN 1991-2 Kapitel 4 Abschnitt 4.7.3.3 Tab. 4.9 vorzugeben, auf den Plänen darzustellen und der Ausschreibung beizufügen (siehe Kap. 3.7.4 Passive Schutzeinrichtungen). Die Kappenverankerung ist gemäß RiZ auszuführen.

Können zusätzliche Lasten, z.B. aus Lärmschutzaufbauten, nicht allein über die Bewehrung von der Kappe in die tragenden Bauteile eingeleitet werden, so kann dies durch den Einsatz von Tellerankern erfolgen. Wenn möglich sollte jedoch auf Telleranker verzichtet werden.

Telleranker müssen allseits verschieblich sein, um Zwängungen aus dem unterschiedlichen Dehnungsverhalten von Kappe und Überbau zu vermeiden. Die Verschieblichkeit soll durch Prüfzeugnis nachgewiesen werden und darf nicht auf der Dichtungsschicht erfolgen.

Bei allseits verschieblichen Tellerankern dürfen die zulässigen Ankerkräfte (Zugkräfte) voll ausgenutzt werden

Bei zusätzlichen Lasten muss die Lastweiterleitung innerhalb der Kappe bzw. die Tragfähigkeit der Kappe als Bauteil nachgewiesen werden.

Kappen sollen im Allgemeinen ohne trennende Querfugen hergestellt werden.

Leerrohre sollen in Kappen nur bei konkretem Bedarf und zu Lasten des Nutzers der zu verlegenden Leitungen eingebaut werden. Näheres hierzu siehe Kap. 3.7.9 Sonstige Ausstattung und Leitungen.

3.7.6 Korrosionsschutz

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 05/2021: Richtlinien für die Erhaltung von Ingenieurbauten (RI-ERH-ING),
- ARS 04/2026: Fortschreibung der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Ingenieurbauten (TL/TP-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 4 Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten,
  Teil 6 Abschnitt 5 Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 4 Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten,
  Teil 6 Abschnitt 5 Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl,
- Richtlinien für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten (RI-ERH-KOR),
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 15 des REF 3: Informationen zur abfallrechtlichen Überwachung.

Allgemeines

Ein ausreichender Korrosionsschutz von Stahlbauten wird durch Beschichtungen, metallische Überzüge (z.B. Feuerverzinken) oder durch Auswahl geeigneter Stähle (wetterfeste Baustähle gemäß DIN EN 10025-5 oder nichtrostende Stähle, siehe Kap. 2.4 Baustahl) gewährleistet.

Die Überbauten von Stahl und Verbundbrücken werden fast immer durch die Applikation eines Beschichtungssystems gegen Korrosion geschützt.

Erhalten metallische Überzüge zusätzlich eine oder mehrere Beschichtungen spricht man von Duplex-Systemen. Diese werden z.B. für Brückengeländer verwendet.

Wetterfeste Baustähle werden in Deutschland nur relativ selten verwendet, da dann die Möglichkeit der Farbgebung durch die Beschichtung entfällt. In Bereichen in denen eine Korrosionsschutzerneuerung nur schwierig ausführbar ist (z.B. über Bahngleisen) ist die Verwendung wetterfester Baustähle jedoch eine geeignete Alternative (siehe Kap. 2.4 Baustahl).

Nichtrostende Stähle werden nur für die Brückenausstattung eingesetzt.

Grundlegende Regelwerke für den Korrosionsschutz durch Beschichtungen und Überzüge. Für den Korrosionsschutz von Brücken gelten die ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3. Diese basieren im Wesentlichen auf den folgenden Grundnormen:

- DIN EN ISO 12944-1 bis -8: Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme,
- DIN EN ISO 1461: Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken),
- DIN EN 1090-2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken.

Weitere wichtige Korrosionsschutznormen sind in ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3 aufgeführt.

Für Beschichtungsstoffe gelten die Technischen Lieferbedingungen (TL KOR-Stahlbauten) und die Technische Prüfvorschriften (TP KOR-Stahlbauten) für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten.

Planung des Korrosionsschutzes

Beim Neubau von Stahl- und Verbundbrücken sind bei der Erstellung des Bauwerksentwurfs die folgenden Gesichtspunkte zu beachten:

- **Richtlinien in ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3**

  Bei der Planung des Korrosionsschutzes für Neubauten und bei Instandsetzungsmaßnahmen sind die Richtlinientexte gemäß Abschnitt 2 Planung und Konstruktion beim Bauwerksentwurf und bei der Ausschreibung zu beachten. Die Festlegungen sind in die Entwurfs- und Ausschreibungsunterlagen zu übernehmen.

- **Korrosionsschutzgerechte Gestaltung**

  Auf eine gute Zugänglichkeit aller Bauteile zur Oberflächenvorbereitung und Beschichtung ist zu achten. Die Bauteile sind so zu gestalten, dass Wasser- und Schmutzansammlungen möglichst vermieden werden.

  Da die planmäßige Lebensdauer der Beschichtungssysteme kürzer ist als die Nutzungsdauer der Brücken, ist durch eine entsprechende korrosionsschutzgerechte Gestaltung die grundsätzliche Erneuerbarkeit bereits beim Neubau zu berücksichtigen.

- **Auswahl geeigneter Beschichtungssysteme**

  Anhang C von ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3 enthält eine Reihe von Planungshilfen zur Auswahl geeigneter Beschichtungssysteme.

  Anhang A von ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3 enthält für die meisten Bauteile von Stahlbauten im Zuge von Verkehrswegen Vorschläge für geeignete Beschichtungssysteme.

Für die Deckbeschichtung sollen möglichst eisenglimmerhaltige Beschichtungsstoffe (DB-Farbtöne) verwendet werden.

Die Applikation aller Schichten soll in der Regel durch Spitzen erfolgen.

- **Luftdichtverschweißte Hohlkästen**

  Es gelten ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3 Nr. 2.2 und RE-ING Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 1.4.1. Die Planungshilfen DHK 1-4 aus Anhang A der RE-ING sind in der Regel anzuwenden.

  Betonbauteile (z.B. die Fahrbahnplatte von Verbundbrücken) gelten nicht als luftdicht. Deshalb müssen die Hohlkästen zusätzlich einen Obergurt aus Stahl erhalten.

  Aussteifungen im Inneren von luftdicht geschweißten Kästen sind auf ein technisch und wirtschaftlich sinnvolles Mindestmaß zu beschränken. Bei der Konstruktion ist besonders auf eine ermüdungsgerechte Gestaltung zu achten.

- **Zwischenreinigung**
  Wenn das Beschichtungssystem teilweise im Werk und teilweise auf der Baustelle appliziert wird, ist eine Zwischenreinigung vorzusehen. Die Zwischenreinigung ist als gesonderte LV-Position auszuschreiben. Das Zwischenreinigungsverfahren ist in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad und von den gewählten Beschichtungsstoffen nach Wahl des AN festzulegen. Sweepen ist nicht zulässig.

- **Klarlacke**

  Klarlacke sind in der Regel nicht erforderlich und nur in Abstimmung mit dem Betriebssitz zu verwenden.

- **Duplex-Systeme**
  Zur Haftverbesserung müssen die feuerverzinkten Flächen vor dem Beschichten häufig gesweept werden. Dafür ist eine gesonderte LV-Position vorzusehen.

- **Korrosionsschutzplan**
  Die Darstellung der geplanten Korrosionsschutzmaßnahmen für alle Bauteile erfolgt in Form eines Korrosionsschutzplanes. Ein Korrosionsschutzplan ist bereits für den Bauwerksentwurf zu erstellen. Er enthält üblicherweise die folgenden Angaben:

  - Oberflächenvorbereitung (z.B. Strahlen Sa 2½),
  - Beschichtungssysteme mit Angabe der Beschichtungsstoffe, Schichtdicken und Farbtöne,
  - Art der Applikation der Beschichtungsstoffe (z.B. Airless-Spritzen, Streichen, Rollen),
  - Ort der Applikation der Beschichtungsstoffe (Werk oder Baustelle),
  - Angaben zu eventuellen Zwischenreinigungen,
  - Ausführung des Korrosionsschutzes in Sonderbereichen (z.B. Baustellenstöße),

- Festlegungen zu Anzahl und Ort der Kontrollflächen,
- ggf. Festlegungen zur Nummerierung/Beschriftung von Bauteilen,

Die RAB-ING enthalten ein Muster für einen Korrosionsschutzplan.

- **Farbgebung**
  Die Farbgebung durch den Korrosionsschutz bietet bei Stahl- und Verbundbrücken eine einfache aber wirkungsvolle Gestaltungsmöglichkeit. Auf die Auswahl einer an die Umgebung angepassten Farbgebung ist deshalb im Bauwerksentwurf zu achten. Sofern nicht besondere Gestaltungsanforderungen dies erfordern, sind Farbtöne entsprechend Anhang H der TL KOR-Stahlbauten (Farbtonkarten) zu verwenden. Die oben gemachten Anmerkungen zur Auswahl geeigneter Beschichtungssysteme sind zu beachten.

  Im Inneren von begehbaren Hohlkästen sind zur Erleichterung von Brückenprüfungen helle Farbtöne (z.B. RAL 9002) zu verwenden.

3.7.7 Lager

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1991 Verkehrslasten auf Brücken,
  - Anlage 3 – Verkehrslasten auf Brücken,
- DIN EN 1990 NA, Änderung A1, Anhang NA.E: Grundlegende Anforderungen an Lagerungssysteme von Brückentragwerken,
- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe 2023/12,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01.

Allgemeines

Um die Lasten und Verschiebungen aus dem Brückenüberbau in die Unterbauten, d. h. Pfeiler und Widerlager, weiterzuleiten, werden zwischen Über- und Unterbauten im Allgemeinen Lager angeordnet. Durch die Wahl des Lagerungssystems können die Tragwirkung und die Verformung einer Brücke maßgeblich beeinflusst werden. Je nach Verschieblichkeit wird zwischen unverschieblichen bzw. festen Lagern, einachsig beweglichen und allseits beweglichen Lagern unterschieden. In Abhängigkeit vom erforderlichen Lagertyp müssen sowohl Relativverschiebungen zwischen benachbarten Bauteilen als auch Kipp- und Drehbewegungen des gesamten Überbaus ermöglicht oder ausgeschlossen werden können.

Grundsätze

Das Lagerungssystem muss so entworfen werden, dass die ermittelten Bauwerksbewegungen mit geringsten Reaktionskräften ermöglicht werden. Dabei sind abhebende Lagerkräfte möglichst auszuschließen, damit verbundene Zuglager nicht erforderlich werden.

Die Lager sind so zu entwerfen, dass die Bauteile inspiziert, gewartet und ausgewechselt werden können. Darüber hinaus muss die Lagerkonstruktion auch so beschaffen sein, dass der Ausfall eines Verschleißteiles nicht zum Versagen des Lagers oder gar zu Standsicherheitsproblemen des Bauwerks führt.

Die Verwendung verschiedener Lagertypen in einer Lagerachse vom Überbau ist zu vermeiden. Nur in technisch begründeten Ausnahmefällen ist dies möglich, wenn die unterschiedliche Steifigkeit und Verformung der verschiedenen Lager erfasst werden.

Für einen Austausch eines Lagers oder einzelner Lagerteile ist das Tragwerk so auszulegen, dass es mit Pressen um ein festgelegtes Maß (i. d. R. 1 cm) angehoben werden kann. Der Austausch eines Lagerverschleißteiles oder eines ganzen Lagers ist daher als eigenständiger Lastfall in der Statik einer Brücke zu berücksichtigen. Auch sind am Überbau und an den Unterbauten im Bereich der Lager Aufstandsflächen für Pressen zum Anheben des Überbaus für den Lageraustausch vorzusehen (siehe RiZ Lag 6). Eine entsprechende Anhebeanweisung mit Angabe der erforderlichen Anhebekräfte bzw. Pressenkräfte für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit und der gegebenenfalls erforderlichen Hilfskonstruktionen zur Aufnahme der Horizontalkräfte bei querfesten bzw. allseits festen Lagern ist im Rahmen der Ausführungsplanung aufzustellen und zur Prüfung vorzulegen.

Die Einbaubedingungen für die Lager mit Einzelheiten zum Bauablauf sind bereits beim Bauwerksentwurf festzulegen.

Weil die Lager mit einem gleichmäßigen Kontakt sowohl zum Überbau als auch zum Unterbau hergestellt werden müssen, sind die Kontaktflächen mit entsprechend engen Toleranzgrenzen vorzubereiten und die Lager zu vergießen oder zu verpressen. Hierzu ist eine entsprechende Arbeitsanweisung zu erstellen und bei großen Lagern gegebenenfalls ein Baustellenversuch (z.B. mit Plexiglasplatte, die die Lagerabmessungen besitzt) für das Untergießen bzw. Verpressen erforderlich. Bei Lagern mit planmäßiger Übertragung von Längskräften ist die Verdübelung unter den unteren Lagerplatten und die Bewehrung in den Lagersockeln so auszubilden, dass die Kopfbolzendübel unter Berücksichtigung von Toleranzen beim Lagerverguss ausreichend tief in die Bewehrung eingreifen.

Alle Bewegungslager sollen mit Bewegungsanzeigen ausgestattet sein, die den zulässigen Bewegungsbereich und vor allem die Bewegungsendstellung markieren.

Der Einbau von Lagern erfolgt durch eine „Fachkraft für Lager“ mit nachgewiesener Qualifikation.

Normative Regelungen

Für die Lager ist DIN EN 1337 zu beachten, die gemäß Abbildung 3-40: Systematik von DIN EN 1337 strukturiert ist.

Teil 8 der europäischen Norm wird für die Gleitpaarung Stahl – Stahl bei Festhaltungen um DIN 4141-13: 2010-01 ergänzt.

Da Gleitteile keine eigenständigen Lager sind, sondern nur als Bestandteil eines nach DIN EN 1337 Teil 3 bis Teil 8 gefertigten Lagers hergestellt werden, gelten Gleitteile nicht als eigenständiges Bauprodukt und der Teil 2 nicht als Produktnorm.

Lager, die nach DIN EN 1337 hergestellt wurden, besitzen eine CE-Kennzeichnung (Konformitätsbescheinigung) und dürfen in Deutschland nur unter Beachtung der nationalen Anwendungszulassung des DIBt (Ü-Zeichen) verwendet werden.

Während in der Produktnorm DIN EN 1337 alle für das Lager als Bauteil wichtigen Festlegungen, jedoch keine Anwendung etc. geregelt sind, sind in der ergänzenden deutschen Anwendungszulassung alle für den Einbau, die Verwendung und Wartung maßgeblichen Regelungen zu Ausstattungselementen, wie z.B. Korrosionsschutz der Lagerbauteile, die bisher maßgeblich durch nationale Zulassungen oder LAG-Richtzeichnungen geregelt waren, enthalten. Darüber hinaus sind in der Anwendungszulassung alle Anforderungen an die direkt mit dem Lagerbauteil in Verbindung stehenden Anschlussbauteile, wie z.B. Lagerplatten, definiert. In der Kombination der europäischen Produktnorm mit der deutschen Anwendungszulassung wird derselbe technische Qualitätsstandard wie vor Einführung der europäischen Harmonisierung im Bereich der Brückenlager erreicht.

Eine Liste der Brückenlager mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung nach DIN EN 1337 existiert beim DIBt und wird ständig aktualisiert. Die Liste ist im Intranet zu finden (Abt. *Technik und Umwelt / Konstruktiver Ingenieurbau / Neubau und Erhaltung, Bauwerksmanagement / Fachthemen / DIBT- Verzeichnisse der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen)*.

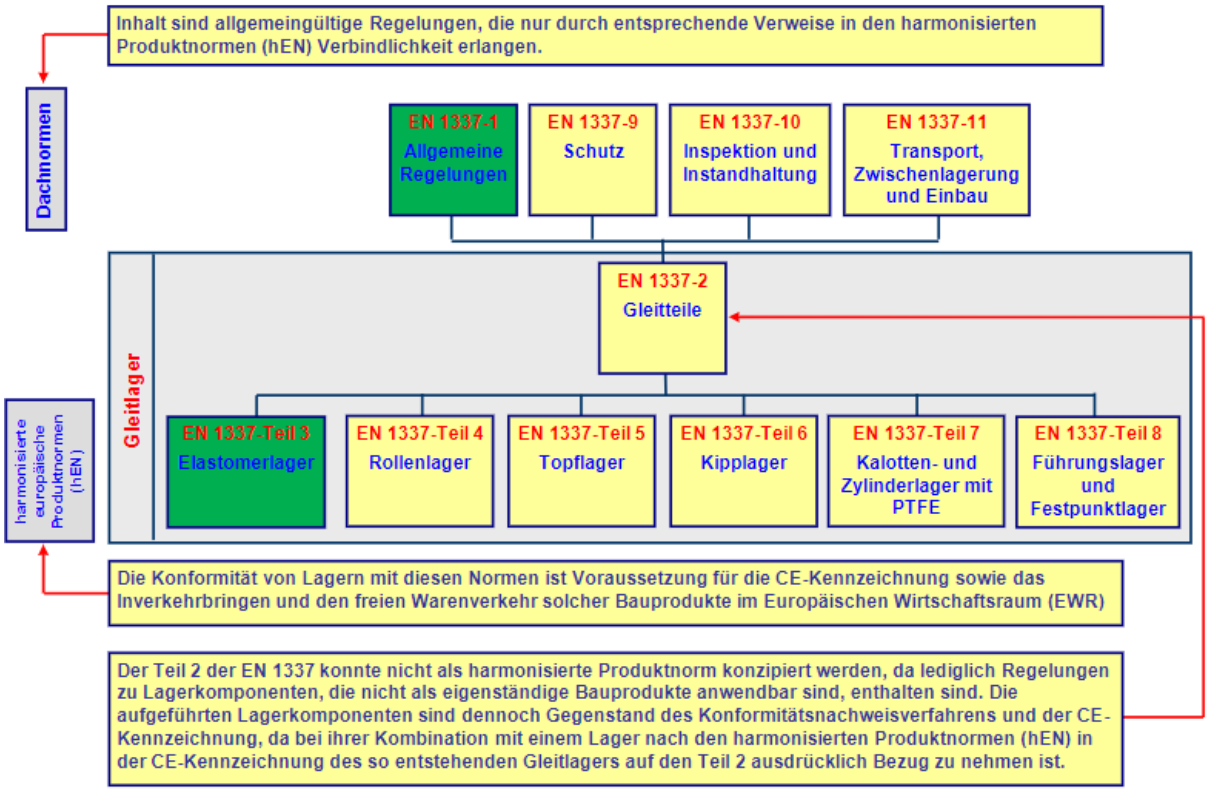


Abbildung 3-40: Systematik von DIN EN 1337

Lagerungssysteme

Überbauten können mit einer Festhaltekonstruktion (Festlager) oder als elastisch gelagertes Bauwerk in Brückenlängsrichtung ausgeführt werden.

Bei schmalen und nicht zu langen Brücken kann es sinnvoll sein, den Festpunkt auf einem der Widerlager anzuordnen. Hier werden dann in Längsrichtung die Brems- und Anfahrlasten und die Lagerrückstellkräfte übertragen. Die Abtragung der Windlasten und die Lastanteile aus exzentrischem Bremsen und Anfahren werden über die querfesten Lager in den Widerlagerachsen abgetragen. Mit Rücksicht auf evtl. Zwängungen infolge horizontaler Verformungen sollte nur ein Festpunktlager angeordnet werden. Ansonsten sind genauere Untersuchungen unter Berücksichtigung des Lagerspiels und der Nachgiebigkeit der Unterbauten erforderlich.

Längere, durchlaufende oder im Grundriss gekrümmte Brückensysteme sind in der Regel statisch unbestimmt gelagert. Hier ist in Längs- und/oder Querrichtung sowohl eine elastische Lagerung (Verformungslager) oder die Ausbildung eines Festlagers auf einem der Widerlager, auf Pfeilergruppen oder ggf. auf einem einzelnen Pfeiler möglich. Zur Aufnahme der Windlasten ist auf einzelnen Pfeilern oder auf den Widerlagern in der Regel ein Lager

querfest auszubilden. Wenn möglich, sollte auf eine statisch unbestimmte Lagerung in Querrichtung verzichtet werden, um Zwängungen vorzubeugen.

*Die Verwendung von bewehrten Elastomerlagern ist in der Regel die einfachste und wirtschaftlichste Lösung. Bei der elastischen Lagerung in Längsrichtung ohne Festhaltepunkte oder Anschläge (schwimmende Lagerung) stellt sich der Bewegungsnullpunkt (Verformungsruhepunkt) eines Bauwerkes bei einer Längenänderung der Brücke aus Temperatur in Abhängigkeit von Steifigkeiten der Lager und Unterbauten automatisch ein (*Abbildung 3-41: Festpunkt- und elastische Lagerung*).*

Bezüglich der Anordnung von Querfesthaltungen bei elastischer Lagerung sind die ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 8 Nr. 2.3 (9) zu beachten.

Um die auftretenden Bewegungen an beiden Brückenenden aufzunehmen, sind an beiden Widerlagern entsprechend große Fahrbahnübergänge erforderlich. An der Aufnahme von Horizontalkräften beteiligen sich alle Lager entsprechend der aufgezwungenen Verzerrung und Verdrehung unter Berücksichtigung der Pfeilersteifigkeiten. Dadurch bedingt entstehen entsprechende Rückhaltekräfte und/oder Rückstellmomente, die an die Unterbauten weitergegeben werden und dort in der Bauteilbemessung berücksichtigt werden müssen.

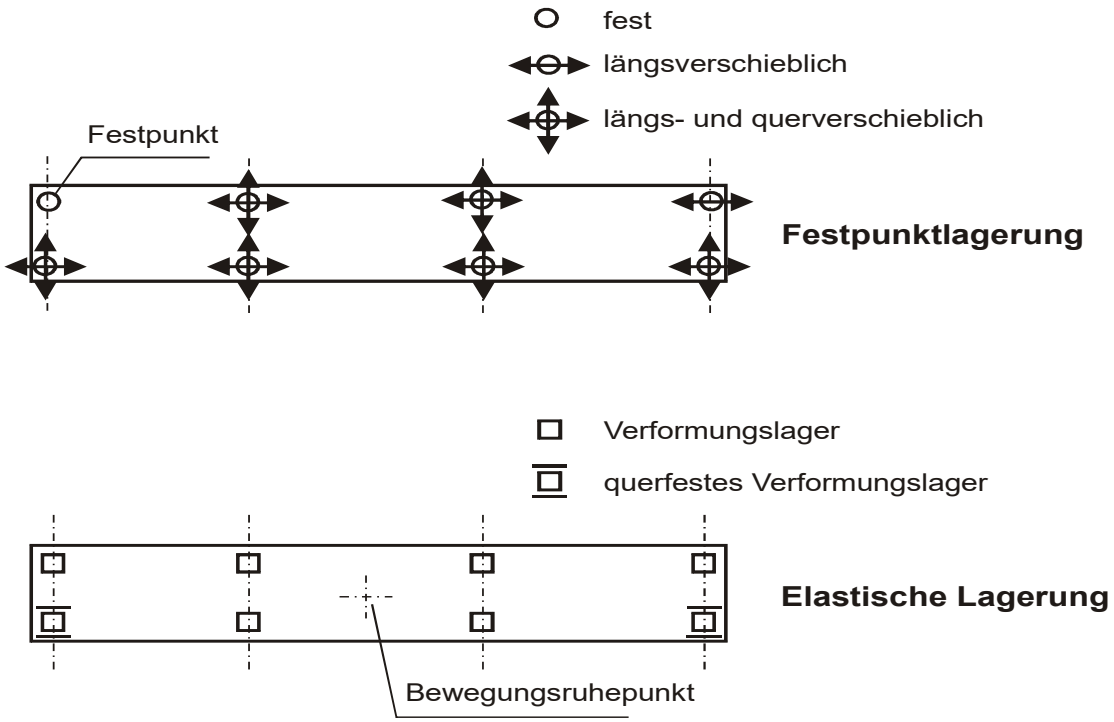


Abbildung 3-41: Festpunkt- und elastische Lagerung

Sind bei einer durchlaufenden gekrümmten Brücke die Verschiebungsrichtungen auf einen Festpunkt orientiert, spricht man von einer ***Polstrahllagerung*** *(*Abbildung 3-42: Lagerungsarten *a)). Während Temperatur- oder Schwindverformungen ohne Zwängungen aufgenommen werden, erzeugt die Polstrahllagerung Zwängungen aus Vorspannung und Kriechen, weil diese Verformungsanteile mit der Polstrahllagerung nicht verträglich sind.*

Der Fahrbahnübergang am beweglichen, schiefen Brückenende ist bei Polstrahllagerung auf Verschiebungsmöglichkeiten in Brückenachse sowie rechtwinklig dazu auszulegen.

Erfolgt die Aufnahme der Verschiebungen längs zur Brückenachse, spricht man von einer ***tangentialen Lagerung*** *(*Abbildung 3-42: Lagerungsarten *b)). Hierbei sind Zwangschnittgrößen infolge Temperaturänderung und Schwinden zu berücksichtigen. Die Zwangbeanspruchungen können an den inneren Lagerachsen durch allseits bewegliche Lager, Pendelstützen oder Verformungslager verringert werden. Die Tangentialverschiebungen am beweglichen Brückenende müssen vom Fahrbahnübergang aufgenommen werden können.*

Sind auf einer Brücke Gleise von Schienenbahnen anzuordnen, dürfen nur Bewegungen in Gleisachse auftreten. Dies kann nur durch eine Tangentiallagerung erreicht werden.

Bei hohen, schlanken Pfeilern im Mittelbereich einer Brücke kann ggf. eine Festpfeilergruppe angeordnet werden. Auf Grund der geringen Biegesteifigkeit der schlanken Pfeiler nehmen diese die auftretenden Bewegungen elastisch über Biegung auf und behindern dadurch kaum die Überbauverformung in horizontaler Richtung.

Pfeilerkopfverschiebungen infolge ungleicher Fundamentsetzungen, Fundamentverdrehungen, Wind und einseitiger Sonneneinstrahlung sind zu beachten und i. d. R. zu berücksichtigen.

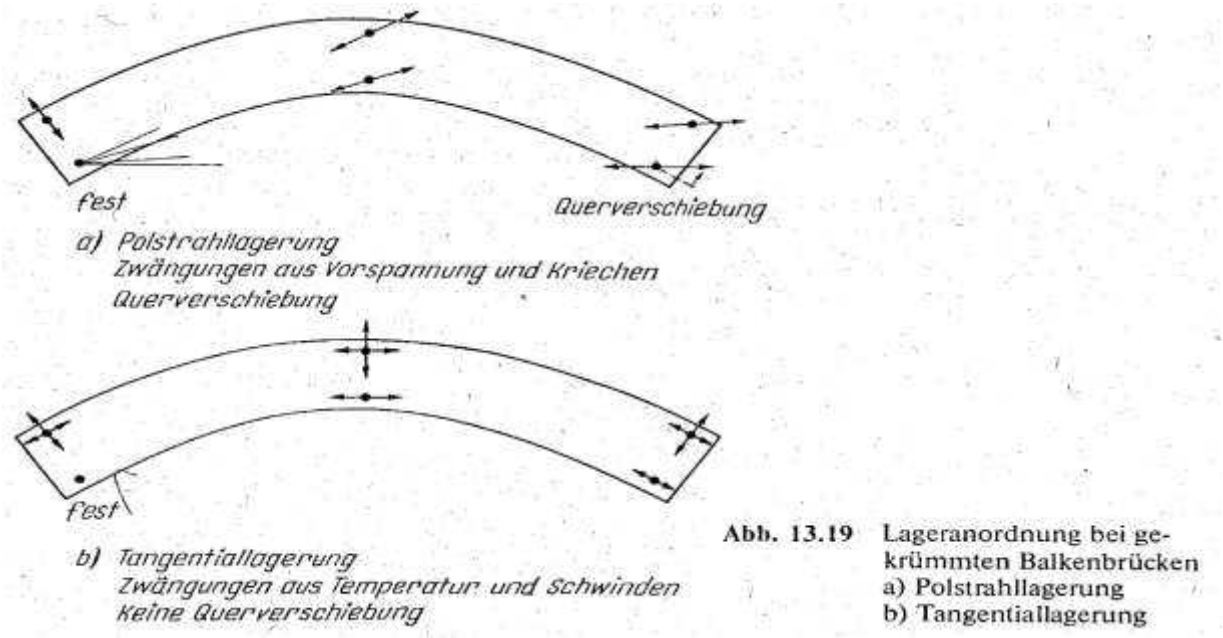


Abb. 13.19 Lageranordnung bei gekrümmten Balkenbrücken
a) Polstrahllagerung
b) Tangentiallagerung

Abbildung 3-42: Lagerungsarten

Ermittlung der Lagerkräfte und Lagerbewegungen

Die Ermittlung der für die Lagerbemessung maßgeblichen charakteristischen Lagerkräfte und Lagerbewegungen erfolgt nach DIN EN 1990 / NA.E über die charakteristische (seltene)

Einwirkungskombination. Dieselbe Kombinationsvorschrift wird auch für die Ermittlung der bemessungsrelevanten Bewegungen des Überbaus zur Dimensionierung der Fahrbahnübergänge angewandt.

Durch Einführung von Teilsicherheitsfaktoren werden die charakteristischen Größen der Lagerkräfte und Lagerbewegung in Bemessungsgrößen des Grenzzustandes der Tragfähigkeit (Designwerte) überführt, für welche die Lager in Verbindung mit DIN EN 1337, DIN 4141-13, ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 8 und die jeweiligen nationalen Ausstattungszulassungen des DIBt zu dimensionieren sind.

Bei Brücken mit Nord-Südausrichtung ist darüber hinaus bei der Ermittlung der horizontalen Lagerkräfte der horizontale Temperaturunterschied im Überbau nach DIN EN 1990 / NA.E zu berücksichtigen.

Bei in horizontaler Richtung statisch unbestimmt gelagerten Stahlüberbauten sind bei der Bemessung der Lager auch die Auswirkungen aus dem Einbau des Asphaltbelages, insbesondere eines einseitigen Einbaus, zu berücksichtigen.

Die Darstellung der relevanten Lagerdaten erfolgt in den bautechnischen Unterlagen (Entwurfsunterlagen) mittels Lagerungsplan und Lagerlisten.

Hinweise dazu finden sich in der RAB-ING, bzw. in der RE-ING.

Angaben zu Lagern in den Entwurfsunterlagen

In den Entwurfsunterlagen ist ein Lagerungsplan (Zeichnung des Lagerungssystems) anzugeben, der folgende Angaben enthalten muss:

1) eine vereinfachte Grundrissdarstellung, auf der die Lager inkl. ihrer Koordinatenachsen zu erkennen sind und die einen eindeutigen Rückschluss auf die Lagerungsart der Tragkonstruktion erlaubt,
2) Angabe der Bewegungsrichtung der Lager,
3) eine eindeutige Bezeichnung des Lagertyps an jedem Lagerungspunkt,
4) eine Tabelle, in der die Anforderungen an die Lager (vertikale und horizontale, maximale und minimale Lagerkräfte und Verformungen) aufgelistet sind (Lagerliste),
5) Pressenkräfte im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) (nach geltender DIN EN 1337 noch erforderlich) und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) zum Anheben des Überbaus für einen Lagerwechsel.

In der später folgenden Ausführungsplanung sind die o. g. Angaben um die speziellen Anforderungen für jedes Lager sowie Details zum Lagerwechsel zu ergänzen. Diese Detailfragen betreffen u. a. die maximal zulässigen Werte für das Anheben des Tragwerks, die Details der Pressenansatzpunkte, die Angaben zu den Pressenkräften und zur Anordnung der Pressen sowie die Erläuterungen zum Austausch der Lager. Weil die Unter- und Überbauten so zu

dimensionieren sind, dass bei jeder Lagerstellung die Hubpressen auf den Unterbauten abgesetzt werden können und damit die Lager Einfluss auf die Gestaltung der Pfeilerköpfe bzw. Widerlagerbänke haben, sollten die Angaben zu den Pressenkräften und Pressenaufstellflächen bereits im Entwurfsstadium erarbeitet und im Lagerungsplan angegeben werden. Die entsprechenden Richtzeichnungen „Lag“ sind zu beachten.

Darüber hinaus wird der Vollständigkeit halber erwähnt, dass in der späteren Ausführungsplanung auch ein Lagerversetzplan anzufertigen ist, der Angaben zum Lagertyp, Lagerabmessungen und verwendete Werkstoffe, Details der Lagerungspunkte (z.B. Aussparungen und Bewehrung), Befestigungsdetails und Angaben zum Lagerverguss, Einbauhöhen, Neigungen in Längs- und Querrichtung, Keilplattenabmessungen, Toleranzanforderungen sowie Angaben zur Lagervoreinstellung in Abhängigkeit von der Bauwerkstemperatur beim Einbau der Lager enthalten muss. Der Lagerversetzplan darf mit dem Lagerungsplan kombiniert werden.

Lagertabelle

Lagerkräfte und Lagerbewegungen sowie Bewegungen an den Fahrbahnübergängen für die Grundkombination nach DIN EN 1990/NA Anhang NA.E

	Achse ->	10	20	30
Symbol für Bewegungsrichtung, Lagerungsart/-typ nach DIN EN 1337-1	Reihe			
	1			
	2			
	Lager-Typen	 allseits fest	 längs fest	 quer fest	 allseits beweglich
Lagerkräfte				
Vertikalkräfte in [MN] im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)				
max. N_{Sd}	1			
	2			
min. N_{Sd}	1			
	2			
Horizontalkräfte in [MN] im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)*)				
max. $\lvert V_{x,Sd} \rvert$				
max. $\lvert V_{y,Sd} \rvert$				
charakteristische Vertikalkräfte in [MN] im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)				
ständige Einwirkung max. N_{Sk}	1			
	2			
Lagerbewegungen[1]				
Verschiebung in [mm] im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)				
max. $\lvert v_{x,d} \rvert$				
max. $\lvert v_{y,d} \rvert$				
Verdrehung in [mrad] im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)				
max. $\lvert \alpha_{x,d} \rvert$				
max. $\lvert \alpha_{y,d} \rvert$				
Bewegung am Fahrbahnübergang[2]				
Verschiebung in [mm] im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)				
max. $\Delta \lvert v_{x,d} \rvert$				
max. $\Delta \lvert v_{y,d} \rvert$				

Bei den Bewegungen sind die Bewegungszuschläge sowie die Mindestbewegungen nach DIN EN 1337-1 nicht berücksichtigt.
Formelzeichen und Symbole gemäß DIN EN 1337-1. Lokale Koordinaten der Lager sind anzupassen.
*) Bei Verformungslagern: ohne Berücksichtigung von Rückstellkräften;
bei Gleitlagern: ohne Berücksichtigung der Lagerreibung

[1] Unter „Lagerbewegungen" werden in der Lagertabelle nur die maximalen Werte als Betrag (ohne Angabe eines Vorzeichens) eingetragen.
[2] Unter „Bewegung am Fahrbahnübergang" werden die Differenz-Beträge (ohne Angabe eines Vorzeichens) eingetragen. Differenz soll heißen, Summe aus positivem und negativem Wert.

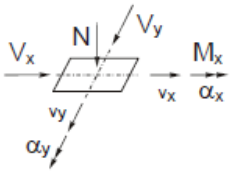
Abbildung 3-43: Lagertabelle nach RAB-ING

Im Rahmen der Ausführungsplanung seitens des Lagerherstellers werden genauere Werte benötigt, z.B. bei größeren und komplexeren Bauwerken, bei Festpfeilergruppen, bei Brücken mit abhebenden Lagerkräften (Zuglager) oder bei Brücken in Erdbebengebieten. Die veränderlichen Einwirkungen, jeweils die einzelnen extremalen Lagerkräfte mit den

zugehörigen weiteren Kräften und Bewegungen sowie die einzelnen extremalen Bewegungen mit den zugehörigen Kräften und weiteren Bewegungen sind gemäß DIN EN 1990, NAE anzugeben (Abbildung 3-44: Typische Lagerliste für Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und Abbildung 3-45: Typische Lagerliste für Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)).

Bauvorhaben:

Lager Nr.:



Diese Liste beinhaltet alle Reaktionen und Bewegungen im Endzustand. Werden Lager während der Bauphase eingebaut und überschreiten dann die Reaktionen und Bewegungen die Werte des Endzustandes, müssen die maßgebenden Werte im Bauzustand separat ausgewiesen werden.

zugehörige Bemessungswerte der Lagerkräfte und Bewegungen

	N_d	$V_{x,d}$	$V_{y,d}$	$M_{x,d}$	$v_{x,d}$	$v_{y,d}$	$\alpha_{x,d}$	$\alpha_{y,d}$
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[mrad]	[mrad]
Lagerkräfte und Bewegungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit								
Lagerkräfte für die Grundkombination nach DIN Fb 101 Anhang O								
1.1	max N_d							
1.2	min N_d							
1.3	max $V_{x,d}$							
1.4	min $V_{x,d}$							
1.5	max $V_{y,d}$							
1.6	min $V_{y,d}$							
1.7	max $M_{x,d}$							
1.8	min $M_{x,d}$							
Bewegungen für die Grundkombination nach DIN Fb 101 Anhang O								
2.1	max $v_{x,d}$							
2.2	min $v_{x,d}$							
2.3	max $v_{y,d}$							
2.4	min $v_{y,d}$							
2.5	max $\alpha_{x,d}$							
2.6	min $\alpha_{x,d}$							
2.7	max $\alpha_{y,d}$							
2.8	min $\alpha_{y,d}$							

Bei den Bewegungen sind die Bewegungszuschläge nach DIN EN 1337-1, 5.4 sowie die Mindestbewegungen nach DIN EN 1337-1, 5.5 nicht berücksichtigt. Die Bezeichnungen erfolgten gemäß DIN EN 1337-1; lokale Koordinaten des Lagers sind anzupassen.

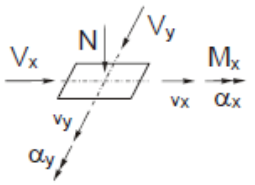
Abbildung 3-44: Typische Lagerliste für Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Die grau hinterlegten Felder in der Diagonale entsprechen einer Lagerbemessung mit Überlagerung rein extremaler Größen ohne Berücksichtigung zugehöriger Kräfte und Bewegungen. Falls notwendig, ist die Lagerliste für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit,

*die außergewöhnliche Kombination oder für die maßgebenden Kombinationen bei Erdbebenbelastung zu erweitern (*Abbildung 3-45: Typische Lagerliste für Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)*).*

Bauvorhaben:

Lager Nr.:



Diese Liste beinhaltet alle Reaktionen und Bewegungen im Endzustand. Werden Lager während der Bauphase eingebaut und überschreiten dann die Reaktionen und Bewegungen die Werte des Endzustandes, müssen die maßgebenden Werte im Bauzustand separat ausgewiesen werden.

		zugehörige Bemessungswerte der Lagerkräfte und Bewegungen							
		N_k	$V_{x,k}$	$V_{y,k}$	$M_{x,k}$	$v_{x,k}$	$v_{y,k}$	$\alpha_{x,k}$	$\alpha_{y,k}$
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[mrad]	[mrad]
Lagerkräfte und Bewegungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit									
Lagerkräfte für die charakteristische (seltene) Kombination nach DIN Fb 101 Anhang O									
3.1	max N_k								
3.2	min N_k								
3.3	max $V_{x,k}$								
3.4	min $V_{x,k}$								
3.5	max $V_{y,k}$								
3.6	min $V_{y,k}$								
3.7	max $M_{x,k}$								
3.8	min $M_{x,k}$								
Bewegungen für die charakteristische (seltene) Kombination nach DIN Fb 101 Anhang O									
4.1	max $v_{x,k}$								
4.2	min $v_{x,k}$								
4.3	max $v_{y,k}$								
4.4	min $v_{y,k}$								
4.5	max $\alpha_{x,k}$								
4.6	min $\alpha_{x,k}$								
4.7	max $\alpha_{y,k}$								
4.8	min $\alpha_{y,k}$								

Bei den Bewegungen sind die Bewegungszuschläge nach DIN EN 1337-1, 5.4 sowie die Mindestbewegungen nach DIN EN 1337-1, 5.5 nicht berücksichtigt. Die Bezeichnungen erfolgten gemäß DIN EN 1337-1; lokale Koordinaten des Lagers sind anzupassen.

Abbildung 3-45: Typische Lagerliste für Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Besonderheiten bei der Bemessung und baulichen Ausbildung von bewehrten Elastomerlagern

Bewehrte Elastomerlager ermöglichen eine zwängungsarme horizontale Lagerung, indem Überbauverschiebungen durch Verformungen des Elastomers aufgenommen werden. Daher

werden Elastomerlager auch als Verformungslager bezeichnet. Die Verwendung von Elastomerlagern ist begrenzt durch die Verformungskapazität der Verformungslager.

Bei der elastischen Lagerung erfolgt die Berechnung des Ruhepunktes, desjenigen Punkts des Überbaus, der rechnerisch bei temperaturbedingter Längenänderung unter Beachtung aller Federsteifigkeiten in Ruhe bleibt, sowie der Rückstellkräfte und Rückstellmomente aus Bremsen, Anfahren und Wind etc. über die Federsteifigkeit je Achse.

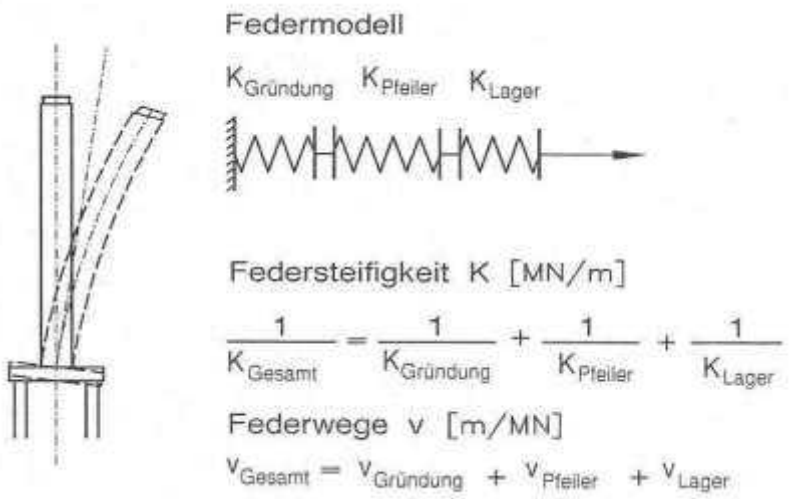


Abbildung 3-46: Federsteifigkeit der Einzelachse

Die Gesamtfedersteifigkeit ergibt sich aus der Summe der Steifigkeiten der Einzelachsen.

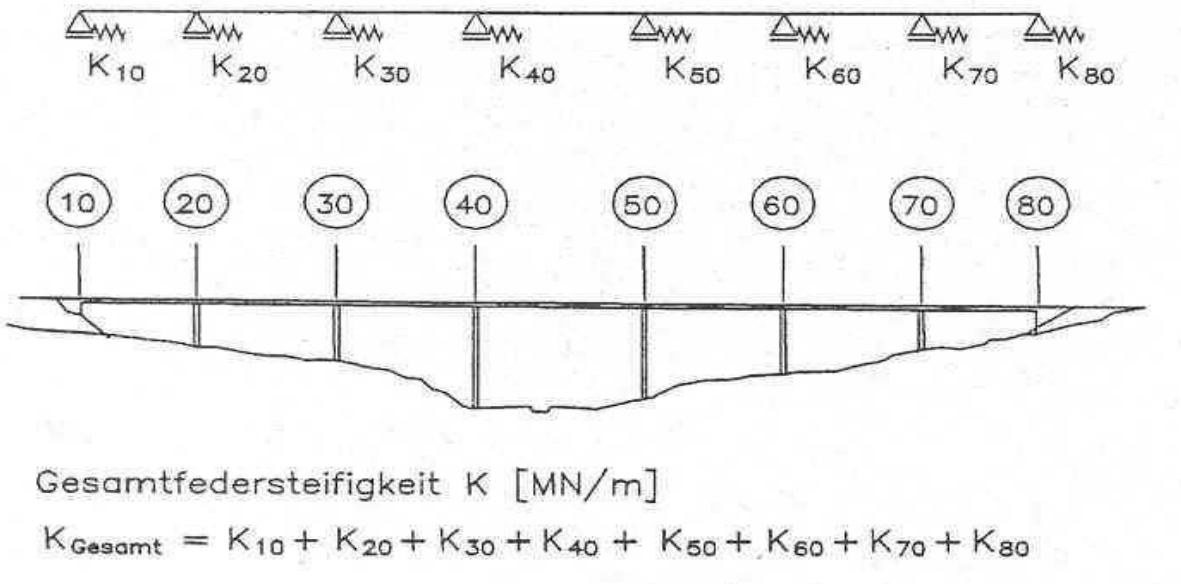


Abbildung 3-47: Gesamtfedersteifigkeit

In Sonderfällen können bewehrte Elastomerlager gleichzeitig mit anderen zugelassenen Lagertypen verwendet werden. Im Regelfall sollte man davon absehen. Wichtig ist hierbei, zu beachten, dass auch kleine Bewegungen in Gleitlagern Lagerreibungskräfte verursachen, die berücksichtigt werden müssen.

In den Widerlagerachsen sollte je ein Lager mit Anschlägen in Querrichtung ausgestattet werden. Ggf. sind Futterplatten zur nachträglichen Höhenjustierung vorzusehen. In jedem Falle sind Ankerplatten anzuordnen, die Ebenheitsanforderungen entsprechend den nationalen Ausstattungszulassungen einhalten müssen.

Lagertypen

Verformungslager

Die Wirkungsweise der Verformungslager beruht auf der hohen elastischen Verformbarkeit des Elastomers. Proportional zur Verschiebung bzw. Verdrehung treten Widerstandskräfte (Rückstellkräfte) und Drehwiderstandsmomente (Rückstellmomente) auf, die primär von der Lagergröße und Lagerhöhe sowie vom Schubmodul des Elastomers und zusätzlich von der Umgebungstemperatur und von der Belastungsgeschwindigkeit abhängig sind.

Die Rückstellkräfte und Rückstellmomente sind in die Unterkonstruktion weiterzuleiten.

Elastomerlager gewährleisten eine flächenhafte Kraftübertragung, können aber auch Bauwerksbewegungen, wie z.B. Verschiebungen oder Verdrehungen, mit relativ geringem Widerstand folgen.

Werden die Verschiebungswege zu groß, kommen ggf. Elastomerlager mit Gleitteilen als Verformungsgleitlager zur Anwendung.

Im Brückenbau sind nur bewehrte Elastomerlager zugelassen (Abbildung 3-48: Arten von Elastomerlagern, Typ B bis E). Durch einvulkanisierte, 2 bis 5 mm dicke Stahlbleche wird dabei die Querdehnung des Elastomers behindert und die Tragfähigkeit erhöht.

Elastomerlager müssen am Bauwerk gegen seitliches Verschieben gesichert werden (Abbildung 3-48: Arten von Elastomerlagern, Typ C). Konstruktive Halterungen sind entbehrlich, wenn ständig genügend große Lagerpressungen vorhanden sind, die ein Verschieben durch Reibschluss zur Anschlusskonstruktion verhindern. Andernfalls ist eine Sicherung mittels eingelegter Dübelscheiben erforderlich.

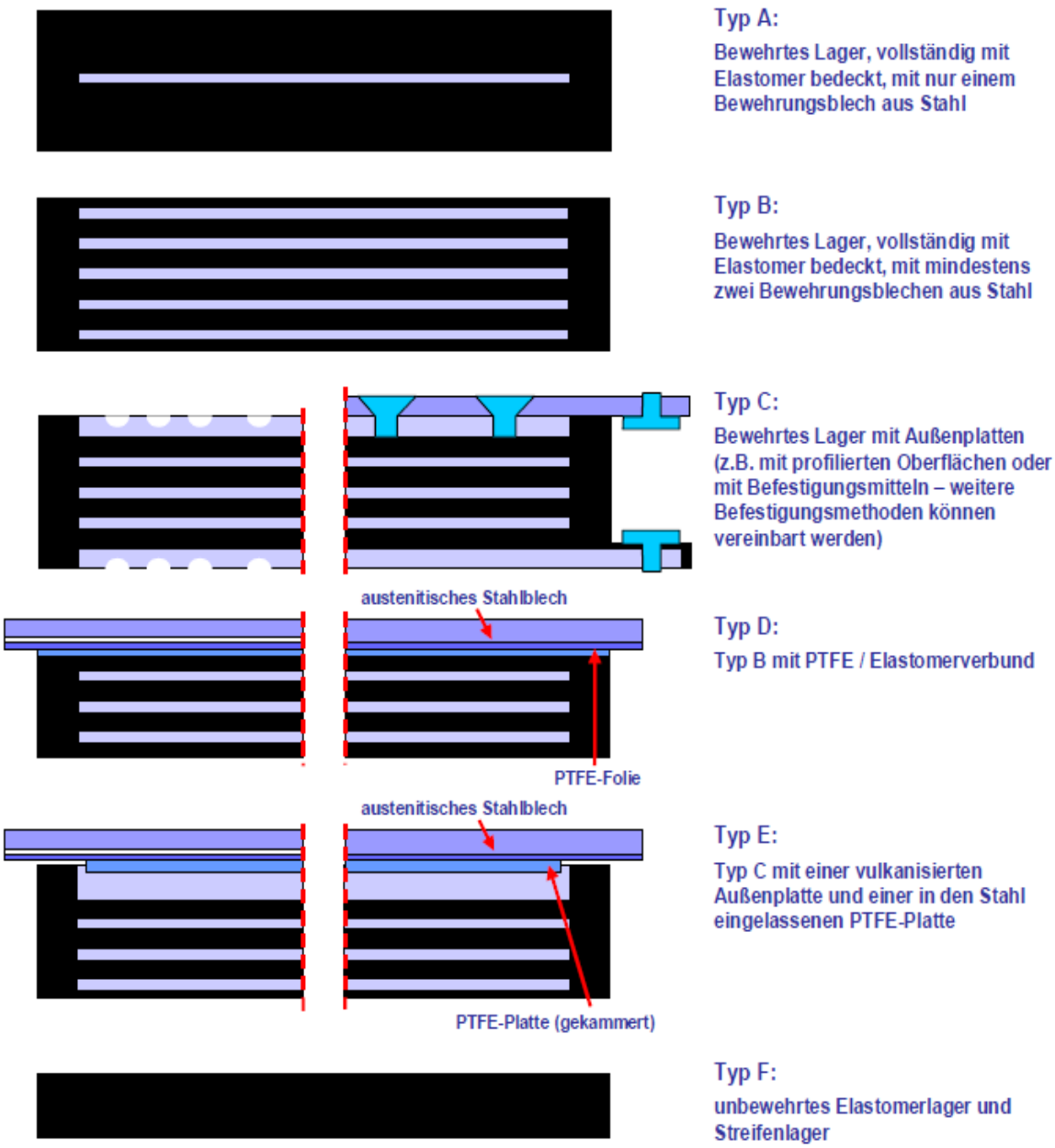


Abbildung 3-48: Arten von Elastomerlagern

Elastomerlager sind prinzipiell allseits elastisch bewegliche Lager. Durch entsprechende Halteeinrichtungen an der Lagerkonstruktion in Form von Anschlägen können sie aber auch in einer oder in beiden Richtungen die Bauwerksverschiebung begrenzen oder verhindern und entsprechend planmäßig Horizontalkräfte übertragen.

Gleitlager

Gleitlager werden je nach Ausbildung als Kalotten-, Topf- und Verformungsgleitlager ausgeführt. Die horizontalen Bewegungen werden von einer Gleitfläche aufgenommen und

gegebenenfalls durch Führungen unterbunden. Für die Gleitflächen werden u. a. polierte Edelstahlbleche mit PTFE (Polytetrafluorethylen) oder UHMWPE (Ultra-high-molecular-weight polyethylene), z.B. MSM (Fa. Maurer) und Silikonfett verwendet. Zugelassen für seitliche Anschläge sind aber auch Hartchrom- und Aluminiumbleche sowie als Schmierpart Verbundwerkstoffe mit Bronzerücken oder –gewebe.

Die PTFE- bzw. MSM Platten müssen je nach Länge 4,5 bis 6,0 mm dick sein und 2,0 bis 3,0 mm tief in die Stahlplatte eingelassen (gekammert) werden. Das Silkonfett wird in Schmiertaschen (Vertiefungen in der Gleitfläche) gekammert. Der Reibbeiwert ist von der Pressung abhängig. Seine Bestimmung erfolgt nach DIN EN 1337-2.

Kalottenlager

Kalottenlager werden dort eingesetzt, wo hohe Lasten zu übertragen sind. Vorteilhaft bei dieser Lagerart sind die großen zulässigen Neigungswinkel und die geringeren Kipp-momente, sowie die daraus resultierenden kleinen Lagerexzentrizitäten.

*Bei Kalottenlagern gleitet eine Kalotte in einem konkaven Lagerunterteil (*Abbildung 3-49: Schema eines Kalottenlagers*). Zur Verminderung der Reibung ist die Lagerpfanne mit einer PTFE- bzw. UHMWPE-Scheibe ausgekleidet und die Kalotte erhält eine hartverchromte und polierte Oberfläche. Da der Drehpunkt des theoretischen Brückenauflagers nicht mit dem Kalottenmittelpunkt zusammenfällt, bewirken Auflagerverdrehungen auch Verschiebungen der Kalotte. Zur Vermeidung von Zwängungen wird daher über der Kalotte eine weitere Gleitfläche erforderlich. Zur Verringerung der Reibung werden die Gleitteile mit Silicon gefettet.*

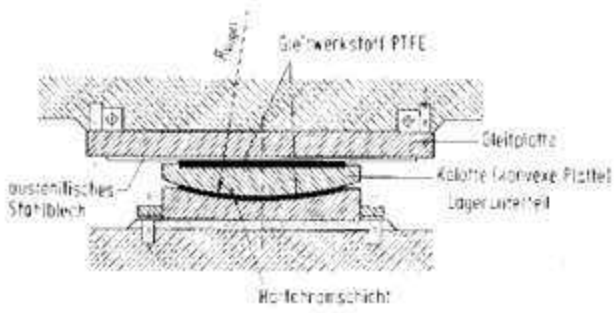


Abbildung 3-49: Schema eines Kalottenlagers

Durch Anordnung von Führungsleisten können aus allseits verschieblichen Lagern auch einseitig verschiebliche oder durch entsprechende Halterungen auch feste Lager (Punktkipplager) werden.

Weil die Funktionsfähigkeit des Gleitteils bei Verschmutzung gefährdet ist, sind die Lager durch Faltenbälge zu schützen.

Topflager

*Die in der Vergangenheit häufig eingebauten Topflager eignen sich besonders als feste Punktkipplager. Sie bestehen aus einem runden Stahltopf, in welchen ein Elastomerkissen mit einer Höhe von ca. h = D/15 eingelegt wird. Den Abschluss bildet ein Deckel, der in den Topf eingreift, so dass Horizontalkräfte übertragen werden können. Bei hohem Druck verhält sich das Elastomer quasi-hydrostatisch. Durch einen Dichtungsring muss das Ausquetschen des Elastomers verhindert werden (*Abbildung 3-50: Topflager*). Die Dauerhaftigkeit dieser Dichtung ist für die Funktionsfähigkeit des Topflagers entscheidend.*

Aus der zulässigen mittleren Elastomerpressung ergibt sich für eine gegebene Auflast die erforderliche Lagergröße. Durch Zwischenschalten von Gleitteilen wird aus einem festen Lager ein einseitig oder allseits verschiebliches Lager. Entsprechende Führungsleisten sind dann erforderlich.

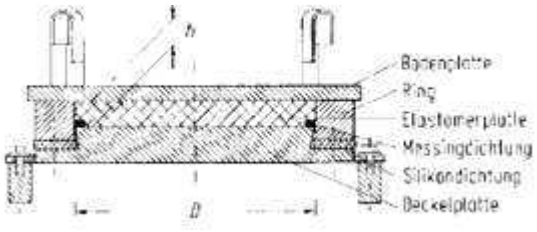


Abbildung 3-50: Topflager

Betongelenk

Bei kurzen Brücken mit einer Stützweite bis 15 m können die Überbauten mittels Betongelenk an die Unterbauten angeschlossen werden. Die auftretenden Verformungen des Überbaus werden elastisch oder durch Drehung im Betongelenk aufgenommen. Mit dieser Konstruktion können auch bei großen Lasten wartungsaufwändige Lager vermieden werden.

Ein Betongelenk ist die einfachste und kostengünstigste Art einer quasi-drehbaren Lagerung. Zur Gewährleistung der beabsichtigten Gelenkwirkung wird die Betonfläche im Gelenkhals möglichst weit eingeschnürt.

Die dann in den anschließenden Bereichen auftretenden Spaltzugkräfte müssen durch Bewehrung aufgenommen werden. Die Kraftübertragung zwischen Über- und Unterbau erfolgt durch die Schubfestigkeit des Betons; darüber hinaus sind Schubdübel oder Bewehrungsschlaufen einzulegen.

Eine alternative Ausführungsart zu den Betongelenken ist die Ausbildung eines Linienlagers durch einbetonierte U-Profile. Die in Abbildung 3-51: Linienkipplager (Angaben zu Schweißnahtdicken und Bewehrungsangaben nur zur Orientierung) *dargestellten Angaben zu Schweißnahtdicken und Bewehrungsstählen dienen nur der Orientierung und müssen im Einzelfall rechnerisch nachgewiesen werden.*

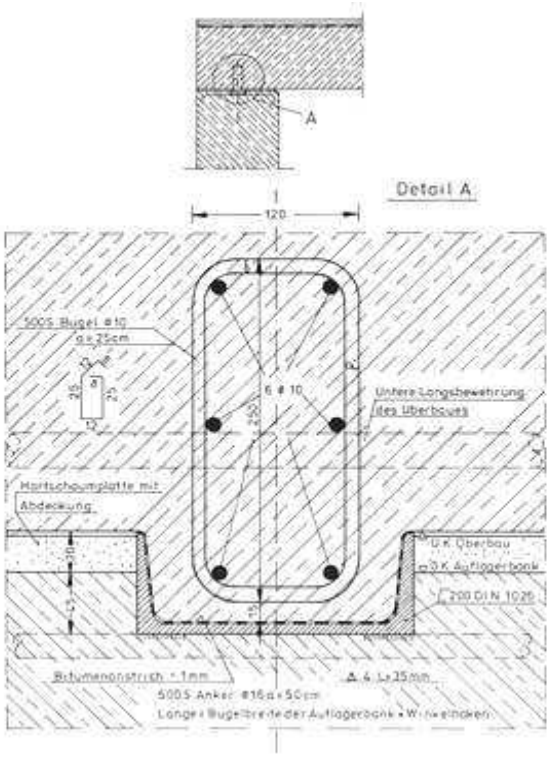


Abbildung 3-51: Linienkipplager (Angaben zu Schweißnahtdicken und Bewehrungsangaben nur zur Orientierung)

3.7.8 Lärmschutz

Regelungen zu Lärmschutzwänden auf Brücken siehe Abschn. 8 Lärmschutzwände.

3.7.9 Sonstige Ausstattung und Leitungen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- DGUV-R 114-015: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz; Sicherheitsregeln Brücken-Instandhaltung (DGUV = Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung).

Leitungen

Es wird an dieser Stelle unterschieden zwischen Ausstattung und nicht zur Ausstattung gehörenden Leitungen. Letzteres sind Leitungen, die nicht der Brücke dienen.

Bei Neubauten sowie Umbauten und Instandsetzungen, die mit einer Kappenerneuerung verbunden sind, dürfen nur im nachweislich konkreten Bedarfsfall und mit Zustimmung des zuständigen Baulastträgers in die Außenkappen von Brücken maximal je 2 Leerrohre aus PE (Außendurchmesser 75 mm, Wandstärke 2 mm) für die Überführung von Elektro-, Steuer-, Nachrichtenkabeln u. ä. eingebaut werden. Im Konstruktionsbeton tragender Bauteile sind keine Leerrohre zulässig.

Bei Nutzung der Leerrohre durch Dritte ist ein Gestattungsvertrag abzuschließen. Der Einbau der Rohre kann aus Platzgründen in der Regel nur im Gesimsbalken der Kappen erfolgen. Sie sind mit Ziehband zu versehen und an den Enden wasserdicht zu verschließen. Die vorstehende Regelung ist nur für Überbaulängen bis 50 m anzuwenden, da Kabelziehschächte in Kappen gemäß RE-ING nicht zugelassen werden können. Bei Überbaulängen > 50 m ist weiterhin im Bedarfsfall eine nachträgliche Anbringung der Leitungen vorzunehmen.

Im Bereich der sonstigen Ausstattung sind die Richtzeichnungen Elt „Berührungsschutz an Brücken über Oberleitungsanlagen“ und Ves „Vogel-Einflugschutz“ in der jeweils gültigen Fassung zu beachten.

MLC-Beschilderung

Die Neuaufstellung der MLC-Beschilderung sind durch die Referate Betrieb und Verkehr des Betriebssitzes geregelt. Hierbei ist zu beachten, dass die Straßenbauverwaltungen mit Schreiben vom 20.10.2008 vom Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) gebeten wurden, ab sofort und künftig generell auf die Beschilderung und Kennzeichnung von Brücken nach STANAG 2010 (MLC-Beschilderung) zu verzichten und noch bestehende Beschilderung nach und nach abzubauen (Protokoll der Bund-Länder Dienstbesprechung vom 24./25.03.09; S 18/7192.60/10-1068439 vom 30.07.09).

3.8 Bauverfahren und Behelfsbrücken

3.8.1 Bauverfahren

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 5 Bauverfahren, Baubehelfe.

Bauverfahren und ihre Anwendung

Die wichtigsten Bauverfahren für die Herstellung von Überbauten sind:

- *Herstellung auf Traggerüst siehe unten*
- *Kranmontage*
  Zur Herstellung des Überbaus werden vorgefertigte Bauteile mit Kränen in ihre endgültige Lage gehoben. Mögliche Kranstandorte sind bereits beim Bauwerksentwurf zu untersuchen. Ebenso ist auf einen möglichen Konflikt mit Leitungen zu achten.
- *Taktschiebeverfahren*
  Die Herstellung des Überbaus erfolgt abschnittsweise im Taktkeller hinter einem Widerlager der Brücke. Aus dem Taktkeller wird der Überbau in mehreren Schritten (Takten) in die endgültige Position verschoben. Zur Minimierung des Kragmomentes wird der Überbauquerschnitt für den Verschubzustand mit einer leichten Verschubhilfe – dem sogenannten Vorbauschnabel ausgerüstet.
  Das Taktschieben ist ein vorteilhaftes Herstellungsverfahren für parallelgurtige Querschnittsformen. Es eignet sich gleichermaßen für Massiv-, Stahl- und Verbundüberbauten. Es können nur gerade bzw. im Grundriss kreisförmig verlaufende Brückenträger eingeschoben werden. Das Bauverfahren ist für lange Brücken über schwierig zugänglichem Gelände geeignet. Die Bauzustände können für die Bemessung relevant sein und müssen bereits in der Entwurfsplanung beachtet werden
- *Einfahren mit Schwerlasttransporten*
  Bei diesem Montageverfahren werden einzelne Bauteile oder ganze Überbauten mit speziellen Schwerlastfahrzeugen (SPMT) von einem Vormontageplatz aus in die endgültige Lage transportiert. Dies ermöglicht kurze Bauzeiten.
- *Freivorbauverfahren*
  Das Herstellen des Überbaus erfolgt durch das symmetrische Anbetonieren einzelner, frei auskragender Segmente an bereits vorhandene Überbauabschnitte, ausgehend von einer Stütze.
  Das Freivorbauverfahren ist vorteilhaft für Überbauten mit gevoutetem (Hohlkasten-) Querschnitt. Es kann auch bei Stahl- und Verbundüberbauten angewendet werden.

Problematisch ist die Herstellung der Endfelder, hier wird meist eine konventionelle, bodenständige Rüstung eingesetzt.

- *Feldweise Vorbauverfahren*
  Die Herstellung des Überbaus erfolgt mittels eines selbstfahrbaren Fachwerkbinderers mit angehängten oder aufliegenden Lehrgerüsten. Die feldweise Herstellung von Durchlaufträgern erfolgt bis zum Momentennullpunkt (= Koppelfuge) des folgenden Feldes.
  Das Herstellungsverfahren wird für Spannbetonüberbauten mit beliebigem, jedoch gleichbleibendem Querschnitt angewendet.
- *Litzenhubverfahren*
  Beim Litzenhubverfahren werden die Bauteile des Überbaus aus dem Tal oder von einem Gewässer aus mit Litzenhebern in die endgültige Position gehoben.

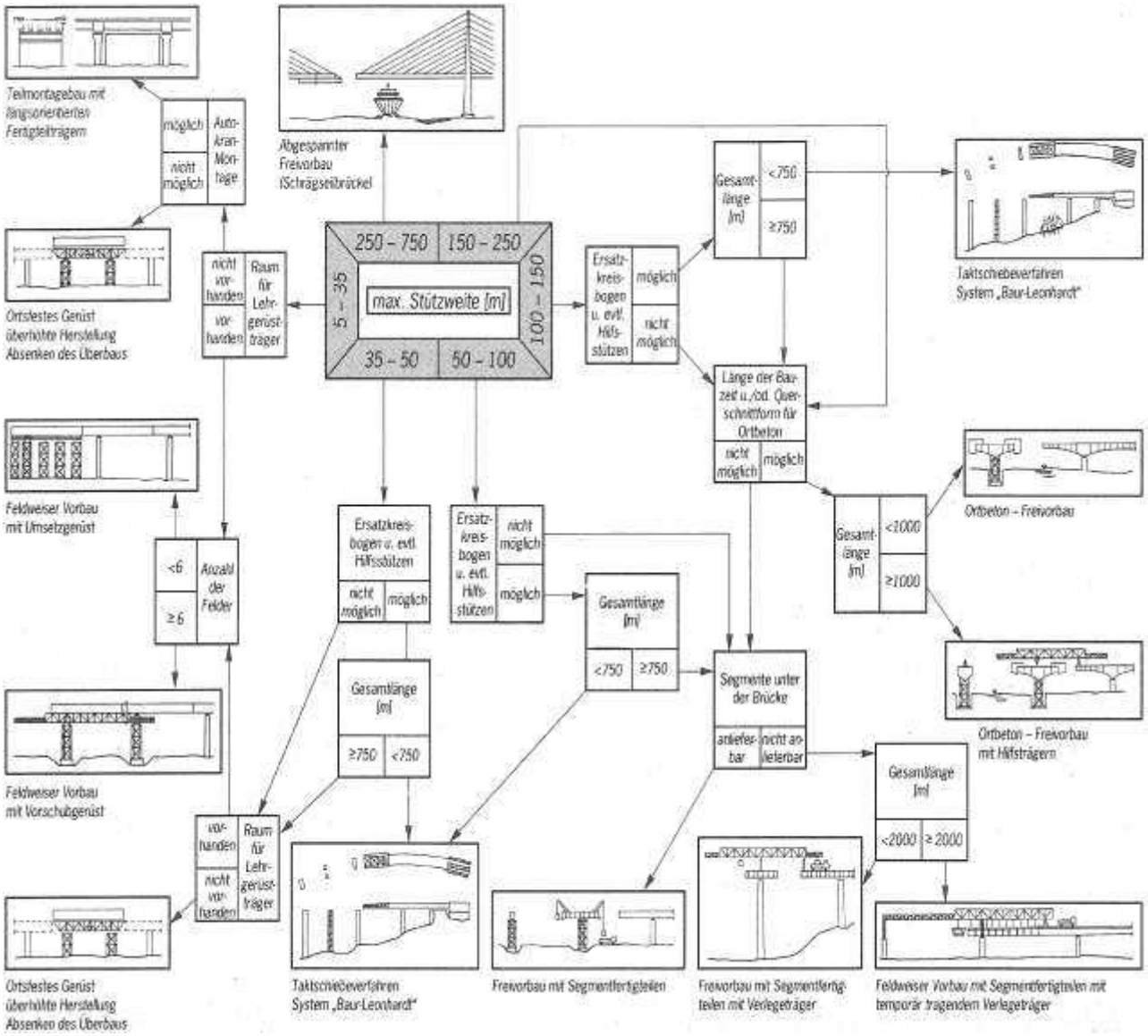


Abbildung 3-52: Übersicht der Brückenbauverfahren ausgehend von der vorhandenen Stützweite [BK 97/II]

Traggerüste

Es gilt ZTV-ING Teil 5 Abschnitt 1.

Die Bemessungsklassen nach DIN EN 12812 lauten:

- **Bemessungsklasse A** (ehemals Gerüstgruppe I nach DIN 4421):
  - Traggerüste für einfache Konstruktionen mit eingeschränkten Abmessungen (nicht für Brücken und vergleichbare Ingenieurbauwerke),
  - Die Bemessung muss den Anforderungen der Abschnitte 6 und 7 entsprechen.
- **Bemessungsklasse B**

- Für Traggerüste der Bemessungsklasse B ist eine vollständige Bemessung auf der Grundlage der Eurocodes durchzuführen. Die Bemessungsklasse B gliedert sich in die Unterbereiche B1 und B2, für die es jeweils zusätzliche Randbedingungen und Spezifikationen gibt. Bemessungsklasse B2 verwendet ein einfacheres Bemessungsverfahren als Bemessungsklasse B1. Die Sicherheitsniveaus sind jedoch, durch Berücksichtigung ergänzender Randbedingungen, vergleichbar.

- **Bemessungsklasse B 1**:
  - Gerüste des Großbrückenbaues in Stahl- oder in Ingenieurholzbauausführung sowie Vorschub- und Freivorbaurüstung.
  - Es ist eine „Technische Dokumentation“ mit umfangreichen Angaben erforderlich.
  - Beim Nachweis werden hohe Anforderungen an die rechnerische Erfassung des tatsächlichen Tragverhaltens gestellt.
  - Es müssen detaillierte Zeichnungen analog zu den Anforderungen für Dauerbauwerke rechtzeitig bereitgestellt werden.
- **Bemessungsklasse B 2** :
  - Alle übrigen Lehrgerüste für Brücken.
  - Die Bemessung kann nach vereinfachten Verfahren gemäß DIN EN 12812 erfolgen.
  - Die erforderliche zeichnerische Darstellung kann sich auf den vollständigen Grundriss und die Ansicht mit möglichen detaillierten Ausschnitten beschränken.

Die statischen Unterlagen für alle Klassen müssen die folgenden Informationen enthalten:

- Montageablauf,
- Demontageablauf,
- örtliche Verhältnisse,
- Höhenangaben,
- Umgebung,
- besondere Windangriffsverhältnisse,
- Leitungsbestand im Einflussbereich,
- Sicherheitsanforderungen an die Arbeitsfolge und
- Informationen über den Baugrund.

Die Planunterlagen müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Plandarstellung muss die Örtlichkeit zutreffend wiedergeben,

- Konstruktion muss komplett dargestellt werden,
- Regeldetails müssen maßstäblich dargestellt werden und
- die Montier- und Demontierbarkeit müssen bereits beim Konstruieren beachtet werden.

Notwendige Randbedingungen und Ablaufvorgaben sind in Montage- und Betriebsanleitungen festzuhalten.

Die kompletten Unterlagen müssen von einem unabhängigen Prüfer in statischer Hinsicht geprüft werden und die montierte Konstruktion muss einer qualifizierten Kontrolle unterzogen werden. Hierbei wird der Prüfer nicht vom AN, sondern vom Landesbetrieb Straßenbau NRW beauftragt. Bei der Auswahl des Prüfingenieurs und bei der Honorarberechnung sind die Richtlinien ZTV-ING Teil 5 Abschnitt 1 Nr. 5 (2) und (3) anzuwenden. Die Belastung eines Traggerüstes darf erst nach Vorliegen aller notwendigen Unbedenklichkeitsbescheinigungen erfolgen. Die Benutzungsfreigabe wird auf Grundlage des Überwachungsberichtes gemäß Formblatt A 6.1.2 der ZTV-ING durch den Auftraggeber erteilt.

Zusätzlich zum Traggerüst können weitere Gerüste wie Arbeits- oder Schutzgerüste erforderlich sein.

Stehen Trag- und Schutzgerüste bzw. deren Stützen unmittelbar am Fahrbahnrand oder auf der Fahrbahn, ist für den Schutz gegen Anprall die ZTV-SA anzuwenden. Insbesondere unter Ziffer 6.11 der ZTV-SA sind die Anforderungen an die transportablen Schutzeinrichtungen aufgeführt. Mögliche geprüfte und zugelassene Konstruktionen sind in den Listen auf der Internetseite der BASt aufgeführt.

Weiterführende Literatur

[1] Schäfer, H., Kaufeld, K.: Massivbrücken. In: Beton-Kalender 1997, Teil 2, S. 443 – 527, Berlin: Ernst & Sohn 1993

[2] Krebs und Kiefer (Hrsg.): Check-Liste Traggerüste, 4. Auflage, Darmstadt: 2002

[3] Check-Liste für Planung, Berechnung, Konstruktion, Prüfung und Überwachung von Traggerüsten ist erhältlich gegen Schutzgebühr (ca. 24 €) bei Krebs und Kiefer, Hilpertstraße 20, 64295 Darmstadt, Tel. 06151/885135, Fax 06151/885150

[4] Empfehlung der Prüfingenieure für die Prüfung von Traggerüsten. In: Der Prüfingenieur (2002), Heft 21 (www.bvpi.de)

[5] Nather, F.: Gerüste. Beton-Kalender 1996, Teil 2, S. 689 - 779, Berlin: Ernst & Sohn 1996

[6] DIN EN 12812:2004 Traggerüste – Anforderungen, Bemessung und Entwurf

3.8.2 Behelfsbrücken

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 16/2025: Einführung der Richtlinien für militärische Infrastruktur und Zivile Verteidigung im Straßen- und Ingenieurbau (MIZ), Ausgabe 2025/07,
- Nachrichtlich:
  Erlass des MUNV vom 06.07.2021: Anforderung von Festbrückengeräten des Bundes; Regelung der Zuständigkeit in NRW

Allgemeines

Über die Notwendigkeit Behelfsbrücken bei Ersatzneubau von bestehenden Brücken zur Aufrechterhaltung des Verkehrs während der Bauzeit einzusetzen, muss in Abhängigkeit von den Randbedingungen im Einzelfall entschieden werden.

Die Kosten für Behelfsbrücken sind im Bauwerksentwurf zu berücksichtigen.

Zuständigkeiten, Antragstellung

Seit dem 01.01.2021 obliegt die Verwaltung des bundeseigenen Brückenlagers bei der Autobahn GmbH.

Anträge werden durch die RNL erstellt und per E-Mail an das Referat KIB weitergeleitet. Für Anträge ist das entsprechende Formular gemäß der Anlage-REBI-Behelfsbrücken auszufüllen und an das Referat KIB (E-Mail: BS-Neubau-Erhaltung-Bauwerksmanagement@strassen.nrw.de) zu übermitteln. Hierbei ist zu beachten, dass sämtliche einzureichende Unterlagen vorzulegen sind.

Eine schematische Darstellung des Verfahrensablaufs bezüglich der Antragstellung einer Behelfsbrücke ist in der Anlage-REBI-Verfahrensablauf_Behelfsbrücken dargestellt.

Die Anträge werden durch das Referat KIB des Betriebssitzes an das Fernstraßen-Bundesamt übermittelt. Das MUNV wird nachrichtlich informiert.

Das Baurecht sollte bei Antragstellung vorhanden sein, sowie eine Übersicht über die Einsatz- bzw. Bauzeiten.

Wird ein Montagegerät benötigt, muss hierfür seitens der RNL direkt der Kontakt mit dem Brückenlager hergestellt werden (Zuständigkeit liegt nicht beim FBA).

Kontaktdaten

Autobahn GmbH (Lagerverwaltung)

Thomas Derrix
Abteilungsleiter
Willy-Brandt-Platz 2, 47805 Krefeld

Telefon: +49 (0) 173 208 32 05
E-Mail: behelfsbruecken@autobahn.de

Festbrückengerät

Bei Straßenbaumaßahmen sollen nach Möglichkeit die Brückengeräte des BMDV eingesetzt werden, wenn die entsprechenden Kriterien wie Breite, Mindestdurchfahrtshöhe, Stützweite usw. eingehalten werden. Mietkosten für das Brückengerät fallen in diesen Fällen nicht an. Im Besitz des BMDV stehen folgende 4 Typen von Festbrückengeräten zur Verfügung:

- **Bailey-Brückengerät** (Trogquerschnitt):
  Das Bailey-Gerät ist das älteste Gerät. Die Bailey-Brücke eignet sich besser für den Einsatz im Katastrophenfall, da sie einfacher montiert werden kann. Dieses Gerät wird aber nicht mehr so oft eingesetzt, da es nur maximal die Brückenklasse 24 und eine Stützweite unter 30 m erreicht.

- **D-Brückengerät** (Trogquerschnitt):
  Das D-Gerät gilt als Nachfolger des Bailey-Gerätes und wurde von der Fa. Krupp entwickelt. Die Vorteile der D-Brücke liegen in geringerem Durchhang, der zweispurigen Verkehrsführung und der geringeren Lärmemission unter Verkehr. Außerdem eignet sich die D-Brücke besser für eine längere Inanspruchnahme. Der Nachteil gegenüber dem Bailey-Brückengerät liegt vor allem in der aufwendigeren Montage. Die größeren Gewichte einzelner D-Brückenteile erfordern zur Montage Hebezeuge, wie z.B. Autokrane oder Gabelstapler. Die Montage der D-Brücke kann nur von fachkundigem Personal ausgeführt werden. Dieses Gerät ist zurzeit das meist eingesetzte Gerät, da es mit der möglichen Stützweite als Einfeldsystem (als Durchlaufträger sind noch längere Stützweiten möglich), seiner Brückenklasse und mit zusätzlich angebauten Gehwegen den heutigen Anforderungen entspricht.
  Die Bauanweisung (Handbuch) der D-Brücke ist dem Verkehrslastmodell LM 1 nach DIN-FB 101 und der Nachweisführung nach DIN-FB 103, 2009 entsprechend angepasst worden.

  Über die Internetseite der BASt kann die Beschreibung und Bauanweisung für die D-Brücke mit Flachfahrbahn heruntergeladen werden: BASt - Publikationen - Beschreibung und Bauanweisung für die D-Brücke mit Flachfahrbahn, Ausgabe 2024

- **S-Brückengerät** (Trogquerschnitt):
  Das S-Brückengerät ist das größte Festbrückengerät und entspricht der Brückenklasse 60/30 mit zusätzlichen Gehwegen bei einer Stützweite von max. 2 x 80,50 m. Weil es jedoch aus sehr vielen Einzelheiten besteht, die alle verschraubt werden müssen und diese Teile außerdem sehr schwer sind, ist der Einsatz dieses Gerätes eingeschränkt.

  Das Handbuch zur S-Brücke ist unter folgendem Link abrufbar: S-Brücke, Beschreibungen und Bausanierung, Ausgabe 2025

- **SB-30 Brückengerät** (Deckbrücke):
  Das SB-30 Gerät wird nur in den neuen Bundesländern vorgehalten und wurde durch die Nationale Volksarmee entwickelt. Dieses Gerät unterscheidet sich von den vorgenannten 3 Geräten in seinem Querschnitt, da es eine Deckbrücke und nicht wie die vorgenannten anderen Geräte einen Trogquerschnitt besitzt. Es entspricht einer Brückenklasse von 30/30 bei maximaler Stützweite von 30 m.

  Das Handbuch zur SB-30 Festbrücke ist unter folgendem Link abrufbar:

  Handbuch zur SB-30 Festbrücke

Darüber hinaus werden auch Behelfsbrücken von Firmen angeboten (z.B. die Janson-Brücke). Diese können dann verwendet werden, wenn Behelfsbrücken des Bundes nicht zur Verfügung stehen oder für den Anwendungsfall ungeeignet sind.

Lastannahmen

Bei Behelfsbrücken ist eine Anpralllast ggf. auch Schiffsanprall sowohl auf die Stützpfeiler, wenn diese erreichbar sind, als auch auf den Überbau zu berücksichtigen, wenn gewisse Randbedingungen gegeben sind.

Unterbauten für Behelfsbrücken

Die Stützweite der Behelfsbrücken ergibt sich aus der Örtlichkeit. Bei Anordnung der Lagerpunkte ist auf etwaige Beschädigung der noch vorhandenen Widerlager, z.B. Unterspülung, zu achten. Bei Lagerpunkten auf Dämmen oder innerhalb von Böschungen, deren Neigungen steiler als 1:2 sind, ist auf möglichen Geländebruch zu achten.

Die Ausbildung der Fundamente richtet sich nach vorhandenem Gelände und Größe der Stützweite.

Hinweise zur Ausschreibung

Der Einsatz dieser Geräte bei Straßenbaumaßnahmen des Bundes bringt einen wirtschaftlichen Vorteil, da hierfür keine Mietkosten anfallen. Aus diesem Grund sollte bei Bundesmaßnahmen die Verwendung dieser Geräte bevorzugt werden.

3.9 Grün-/Faunabrücken, Irritationsschutzwände und Überflughilfen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1991 Verkehrslasten auf Brücken,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken,
- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- ARS 15/2018: Merkblatt über Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen (M EBGS-Lsw),
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 29 HA 2 (ggf. aktuellere ARV des Ref 2) RS BMDV vom 18.05.2009 S13/7143.2/06/881651 Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen (MAQ 2008). Eine aktualisierte Version 2022 des MAQ liegt vor, ist aber aktuell (Mai 2024) noch nicht eingeführt. Das MAQ, Stand 2022 ist anzuwenden.

Allgemeines

Grün-/Faunabrücken, Irritationsschutzwände und Überflughilfen sind Querungshilfen für bestimmte Tierarten zur Minderung der Lebensraumzerschneidung, die durch den Straßenbau verursacht wird.

Als Grünbrücke wird eine Brücke mit einer Breite von mehr als 50 m bezeichnet. Unterhalb dieser Brückenbreite spricht man von Faunabrücken, die als Querungshilfe für einzelne Arten oder Artengruppen dienen. Eine vollständige Ausbildung des Lebensraumes ist i.d.R. nicht möglich.

Sofern nicht explizit gefordert, sollte eine Grünbrücke stets eine Breite von 50 bis unter 80 m aufweisen. Ab einer Breite von 80 m ist die Grünbrücke als Tunnel (Landschaftstunnel) anzusehen und es gelten die technischen Anforderungen an Straßentunnel (siehe Kap. 4.2 Tunnel).

Aus konstruktiven wie auch brückenprüftechnischen Gründen eignet sich für Grünbrücken die lagerlose integrale Bauweise. Hierzu sind Abstimmungen mit dem Referat KIB des Betriebssitzes notwendig.

Irritationsschutzwände/Überflughilfen

Irritationsschutzwände sind Wände vor allem im Bereich von Grünbrücken, ähnlich wie Lärmschutzwände, die den Tieren einen Schutz vor Lichtreflexionen und Lärm bieten und dadurch eine Scheuchwirkung durch den Verkehr vermindern.

Eine Überflughilfe ist eine Form der Tierquerungshilfe gem. MAQ. Hierbei handelt es sich um schmale, hohe Strukturen längs des Straßenrandes (z. B. Zaun ähnlich oder Anpflanzungen), die Vögeln, Fledermäusen und Insekten ein sicheres Überfliegen von Verkehrswegen ermöglichen.

Es ist zu empfehlen das Referat Straßenbau/Landschaftsbau (Umweltbaubegleitung) des Betriebssitzes bereits bei der Aufstellung des Brückenvorentwurfes nach RAB-ING Teil 2 zu beteiligen.

Gründung von Irritationsschutzwänden und Überflughilfen

Die Berechnung und Dimensionierung der Gründungselemente für Irritationsschutzwände und Überflughilfen ist nach dem Merkblatt über Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen (M EBGS-Lsw) durchzuführen. Für die Befestigung von Irritationsschutzwänden und Überflughilfen auf Bauwerken wird auf die Richtzeichnung LS 1 Blatt 1 bis 4 hingewiesen.

Vorlagegrenzen

Für Grünbrücken, Irritationsschutzwände und Überflughilfen gelten dieselben Vorlagegrenzen wie für Brückenentwürfe bzw. Entwürfe von Lärmschutzwänden (siehe Abschn. 1.1).

Lastannahmen

Die Regelungen der RE-ING sind zu beachten.
Überdeckungshöhen der Konstruktion sind in Orientierung an den Vorgaben des MAQ zu bemessen. Belastungsannahmen für Eislasten und Windlasten bei der Konstruktion von Irritationsschutzwänden und Überflughilfen sind ggfs. mit der Abt. KIB im Betriebssitz abzustimmen.

Beleuchtung bei Grünbrücken

Aufgrund der großen Bauwerksbreiten ist die Notwendigkeit einer Beleuchtung der unterführten Strecke abzuklären.

Hierfür ist das Referat Tunnel der Landesverkehrszentrale zuständig.

Das erforderliche Lichtraumprofil der unterführten Strecke ist einzuhalten.

Entwässerung von Grünbrücken

Liegt die zu überbauende Straße in einer Muldenlage, ist die Straßenentwässerung durch die Planung zu prüfen.

Abdichtung von Grünbrücken

Die Regelungen der RE-ING sind zu beachten.

Weiterführende Literatur

[1] Betonkalender 2004, Teil 1

[2] Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen (MAQ 2022)

4 Tunnel und Trogbauwerke

4.1 Entscheidungskriterien Einschnitt/Tunnel

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12;
  RE-ING 3-1 Anhang C - Leitfaden für die Planungsentscheidung Einschnitt oder Tunnel.

Tunnelbauwerke sind die in der Regel teuersten Abschnitte von Straßen. Deshalb muss in der Planungsphase eines Straßenbauprojektes sorgfältig überlegt werden, ob die Streckenführung nur mithilfe eines Tunnels verwirklicht werden kann. Der oben zitierte Leitfaden gibt erste Anhaltspunkte für eine wirtschaftliche Betrachtung des Problems.

Der Leitfaden untersucht anhand von acht Kriterien, die zur Diskussion stehen, die Varianten eines Streckenabschnittes.

Diese Kriterien sind:

- Kosten,
- Verkehr,
- Technik,
- Naturschutz und Landschaftspflege,
- Immissionsschutz, Gewässerschutz,
- Landwirtschaft und Forsten und
- sonstige Kriterien.

Zu den Merkmalen Kosten (hier besonders die Baukosten) und Technik (Bauverfahren, Baudurchführung, Baurisiko, Bauzeit, Massenausgleich) steht das Referat *KIB des Betriebssitzes beratend zur Seite.*

4.2 Tunnel

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 7 Tunnelbau,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken,
- Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h (EABT-80/100),
- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe 2023/12;
  insbesondere: RiZ T Abs, T Dicht, T Fug und T Was,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12;
  Teil 3-1 Anhang D Straßenquerschnitte in Tunneln,
- ARS 07/2017: Leitfaden für die Behandlung von zeitgebundenen Kosten (ZGK) im Tunnelbau,
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 49 der Abteilung Technik vom 05.01.2022: Radschnellverbindungen in NRW, Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb. Kapitel 3.6 Ingenieurbauwerke,
  ARV Nr. 54 der Abteilung Technik vom 22.09.2022: Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten, Ausgabe 2021 (H RSV). Kapitel 4.6.4 Planfreie Lösungen,
  Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010) Kapitel 5.3 Unter- und Überführungen,
  ARV Nr. 110 Abteilung Technik vom 27.01.2025: Einsatz von rostfreien und unlegierten Stählen bei der Betriebs- und Sicherheitsausstattung (BSA) in den Straßen- sowie Geh- und Radwegtunneln von Straßen.NRW.

Allgemeines

Planung, Bau und Betrieb von Straßentunneln erfordern eine enge Zusammenarbeit mit den betroffenen Referaten Planung, Bau und Betrieb / Verkehr in der Niederlassung und im Betriebssitz. Besonders die Forderung der RE-ING nach einem schon während der Linienbestimmung aufzustellenden Gesamtsicherheitskonzept, macht eine frühe und enge

Abstimmung unumgänglich. Hierfür ist das Kompetenzcentrum Tunnelsicherheit (KCT) in die Planungen einzubinden.

Definition

Als Beschreibung des Bauwerks Tunnel sei im Folgenden die DIN 1076 zitiert:

„Tunnel sind dem Straßenverkehr dienende Bauwerke, die unterhalb der Erd- oder Wasseroberfläche liegen und in geschlossener Bauweise hergestellt werden oder bei offener Bauweise länger als 80 m sind. Zu den Tunneln gehören auch die für Bau und Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, soweit sie baulich integrierte Bestandteile des Tunnelbauwerkes sind.

Weiterhin gelten folgende Bauwerke ab einer Länge von 80 m als Straßentunnel:

- Teilabgedeckte unter- oder oberirdische Verkehrsbauwerke (z.B. mit längs geschlitzten Decken, Rasterdecken),
- oberirdische Einhausungen von Straßen (z.B. Lärmschutzeinhausungen),
- Kreuzungsbauwerke mit anderen Verkehrswegen,
- Galeriebauwerke.“

Planungshilfen

Eine gründliche Einführung in die Planung und Konstruktion von Straßentunneln aus Sicht der Straßenbauverwaltung bietet die folgende Broschüre der hessischen Kollegen:

„Wirtschaftliche Aspekte bei Tunnelbauwerken in frühen Planungsphasen“; Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung; Heft 52 – 2006.

RAB-ING

Die RAB-ING sind für die Aufstellung des Bauwerksentwurfes zu befolgen. Neben allgemeine Hinweise enthalten sie im Teil 3, Abschnitte 6 Musterbeispiele für Tunnel in offener und geschlossener Bauweise. Die in den Musterbeispielen vorgeschlagenen Lösungen für die Konstruktion, sind auf jeden Fall mit den planenden Ingenieurbüros und dem Referat KIB zu diskutieren.

Ingenieurbüros

Vorentwürfe, Bauwerksentwürfe und Ausschreibungsunterlagen für Straßentunnel werden im Landesbetrieb in der Regel von Ingenieurbüros erstellt.

Diese werden in der Regel mittels eines VgV-Verfahrens beauftragt. Hier ist die Einbindung des Referats KIB des Betriebssitzes notwendig.

Regelungen der VOB

Insbesondere die ATV DIN 18312 Untertagebauarbeiten (und ggf. ATV DIN 18319 Rohrvortriebsarbeiten) liefert verbindliche Hinweise für die Planung von Tunnelbauwerken.

Beweissicherungsverfahren

Beweissicherungsverfahren dienen insbesondere beim Tunnelbau der Feststellung des Zustandes von Bauwerken im Einzugsbereich von Tunnelprojekten.

Mit deren Durchführung ist ein Sachverständiger für Bauwerksschäden zu beauftragen.

Entwässerung

Die Entwässerung von Straßentunneln weist einige Besonderheiten auf (siehe auch die Regelungen in ZTV-ING, RE-ING):

- Die Mindestlängsneigung ist mit 5 ‰ größer als bei der normalen Streckenentwässerung.
- Bei jedem Tunnel ist ein Havariebecken vorzusehen. Ausnahmen aufgrund örtlicher Gegebenheiten sind möglich und mit dem Referat KIB abzusprechen.
- Das in den Trögen anfallende Wasser ist vor den Portalen abzuschlagen und getrennt vom übrigen Tunnelwasser zu führen.
- Die Entwässerung im Tunnel erfolgt über Schlitzrinnen mit Tauchwänden oder Siphons.

Tunnelbetriebsgebäude

Tunnelbetriebsgebäude dienen der Aufnahme der Betriebstechnik (Elektro- und Maschinentechnik) für Straßentunnel.

Diese sind so zu planen, dass sie bei Unfällen und Bränden jederzeit von den Rettungs- und Betriebsdiensten gefahrlos angefahren, betreten und benutzt werden können.

Verkehrszeichenbrücken in Tunneln

Die statische Bemessung von Verkehrszeichenbrücken in Straßentunneln ist nicht erschöpfend geregelt. Auch fehlen eindeutige Regelungen zum Brandschutz und zur Befestigung dieser Konstruktionen.

Deshalb ist die Ausführung im Bedarfsfall mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

Querschnitte

Die Festlegung der Straßenquerschnitte in Tunneln orientiert sich in erster Linie an der Verkehrsbelastung und Verkehrszusammensetzung und ist deshalb primär Aufgabe der Verkehrsplaner (siehe hierzu unter anderem die Richtlinien für die Anlage von Autobahnen

RAA der FGSV). Für den Ingenieurbau sind die Einflussfaktoren Geologie, Hydrologie und gewähltes Vortriebsverfahren von entscheidender Bedeutung. Sich eventuell ergebende Erfordernisse des Tunnelbetriebs, wie zum Beispiel die Lüftungsart, nehmen außerdem Einfluss auf die Wahl des Querschnittes.

Alle genannten Fachgebiete müssen sich im Zuge der Linienbestimmung auf die wirtschaftlichste Lösung verständigen.

Die für Straßentunnel zugelassenen Regelquerschnitte finden sich in den RE-ING Teil 3. Bei der Anwendung dieser Querschnitte auf das konkrete Projekt sind die für Beleuchtung, Belüftung und die sonstigen Einbauten notwendigen Erweiterungen des Lichtraumprofils zu beachten. Auch für evtl. vorgesehene Lärmschutzelemente an Wänden und Decke sind die notwendigen Aussparungen zu berücksichtigen.

Beschichtungen der Wände

Tunnelwände sind nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 1und 2 Nr. 11.2 bis in eine Höhe von 3,0 m über den Notgehwegen zu beschichten.

PP-Fasern

Für einen erhöhten baulichen Brandschutz sind Tunnelwände und –decken, bzw. die Innenschalen aus Beton mit Polypropylenfasern herzustellen. Näheres regeln die ZTV-ING.

Temperaturabgesenkter Walzasphalt

Aus Gründen der Arbeitssicherheit sind Walzasphalte immer temperaturabgesenkt auszuschreiben. Näheres regeln die ZTV-ING.

Tunnel in offener Bauweise

Die Herstellung eines Straßentunnels in offener Bauweise bietet sich für oberflächennahe Gradienten an. Werden darüber hinaus keine Anwohner durch die Bauarbeiten beeinträchtigt, ist die offene Bauweise gegenüber der geschlossenen Bauweise in der Regel die wirtschaftlichere.

Soll ein Tunnel in offener Bauweise erstellt werden, sind unter anderen folgende Rand-bedingungen bei der Planung zu berücksichtigen:

- Welche Verbauart ist die wirtschaftlichste? Kann der Verbau im Baugrund verbleiben oder muss er entfernt werden? (siehe auch Kapitel 6, „Baugruben“)
- Sind Anker notwendig und in der Planfeststellung berücksichtigt? Liegen deren Längen innerhalb der Planfeststellungsgrenzen und innerhalb der Grunderwerbsgrenzen? Gibt es mit betroffenen Anliegern gesonderte Vereinbarungen?

- Ist der bei der Herstellung des Verbaus entstehende Lärm mit den Grenzwerten der AVV Baulärm (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm) verträglich? Sind die Grenzwerte für Erschütterungen nach DIN 4150 (Erschütterungen im Bauwesen), Teile 1 - 3, eingehalten?
- Steht im Bereich der Baugrube Grundwasser an? Wie kann dieses aus der Baugrube entfernt werden? Wurden hierzu im Planfeststellungsbeschluss Nebenbestimmungen zu den wasserrechtlichen Regelungen formuliert bzw. bestehen Auflagen der zuständigen Wasserbehörde?
- Reicht der zur Verfügung stehende Raum für eine Bauweise mit Arbeitsraum? Berücksichtigen die Verbauwände eventuell aus der Tunnelwand ragende Vorbauten (z.B. Notrufkabinen)?
- Kann der gewonnene Aushub im Rahmen des Massenausgleichs verwendet werden? Kann er für das Verfüllen des Arbeitsraumes und die Landschaftsgestaltung verwendet werden?
- Wie wird der Übergang Trog - Tunnel ausgeführt? Wie werden die unterschiedlichen Setzungen der Bauwerke angeglichen.

Wichtige Konstruktionsgrundsätze für Tunnel in offener Bauweise sind:

- Tunnel werden in der Regel mit Sohle ausgeführt. Dadurch kann auf eine außenliegende Drainage des Bauwerks verzichtet werden.
- Tunnel werden als wasserundurchlässige Betonkonstruktionen (WUB-KO) ausgeführt. Abdichtungen werden immer im Bereich querender Verkehrswege aufgebracht.
- Injektionsschläuche an den Fugenbändern und Arbeitsfugenblechen sind immer mehrfach verpressbar auszuführen. Die Verwahrkästen müssen auch nach Einbau der Notgehwege zugänglich sein.
- Der Straßenaufbau der anschließenden Strecke (Dicke: 70 cm) ist durch den Tunnel hindurch aufrecht zu halten.
- Brandschutzanforderungen sind zu beachten. Insbesondere wird auf die Nachweise zum konstruktiven Bandschutz gemäß ZTV ING Teil 5 Abschnitt 2 hingewiesen.

Weitere Vorgaben zur konstruktiven Gestaltung in offener Bauweise hergestellter Tunnel, dem notwendigen Baugrubenverbau und der Wasserhaltung finden sich in folgenden Regelwerken:

- ZTV-ING Teil 2 Grundbau,
- ZTV-ING Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 2 Offene Bauweise,

- ZTV-ING Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 4 Ausstattung und
- Richtzeichnungen für Brücken und andere Ingenieurbauwerke.

Tunnel in geschlossener Bauweise

Straßentunnel in geschlossener Bauweise sind komplexe Ingenieurbauwerke, bei denen die unterschiedlichsten Disziplinen des Ingenieurwesens zusammenwirken. Deshalb müssen von Beginn der Straßenplanung an alle an Planung, Bau und Betrieb beteiligten Stellen zusammenarbeiten.

In Nordrhein-Westfalen wurden die in geschlossener Bauweise ausgeführten Straßentunnel bisher in bergmännischer Bauweise ausgeführt. Das wird wohl auch in Zukunft so bleiben, denn die Geologie und die notwendigen Tunnellängen und -querschnitte sind für einen maschinellen Vortrieb unwirtschaftlich. Die bergmännische Bauweise zeichnet sich durch einen Vortrieb mittels Sprengen, Bagger oder Teilschnittmaschine aus. Die vorübergehende Sicherung der Tunnelröhre wird mit Spritzbeton, Betonstahlmatten, Ankern und Ausbaubögen ausgeführt. Die endgültige Sicherung wird von einer bewehrten Betoninnenschale (mit und ohne Sohle) übernommen.

Soll ein Tunnel in geschlossener Bauweise erstellt werden, sind u. a. folgende Randbedingungen bei der Planung zu berücksichtigen:

- Ist für die Zeit des Vortriebs mit Bergwasseranfall zu rechnen? Wie wird das Wasser abgeleitet?
- Liegen die Anker der vorübergehenden Sicherung und des Baugrubenverbaus (evtl. des Voreinschnitts) innerhalb der Planfeststellungsgrenzen und innerhalb der Grunderwerbsgrenzen? Gibt es mit betroffenen Anliegern gesonderte Vereinbarungen?
- Ist der beim Baubetrieb entstehende Lärm mit den Grenzwerten der AVV Baulärm (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm) verträglich? Ist es möglich, Abraum im Tunnel zwischenzulagern?
- Sind die Grenzwerte für Erschütterungen (beim Sprengvortrieb, aber auch bei Teilschnittmaschinen) nach DIN 4150 (Erschütterungen im Bauwesen), Teile 1 - 3, eingehalten?
- Kann der gewonnene Aushub im Rahmen des Massenausgleichs verwendet werden?
- Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden, um schädliche Setzungen klein zu halten?

Wichtige Konstruktionsgrundsätze für Tunnel in geschlossener Bauweise sind:

- Tunnel werden immer als wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WUB-KO) mit äußerer Kunststoffdichtungsbahn hergestellt.

- Die Blocklängen werden auf maximal 10 m festgesetzt.
- Injektionsschläuche an den Fugenbändern und/oder Arbeitsfugenblechen sind immer mehrfach verpressbar auszuführen.

Weitere Vorgaben zur konstruktiven Gestaltung in geschlossener Bauweise hergestellter Tunnel finden sich in folgenden Regelwerken:

- ZTV-ING Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 1 Geschlossene Bauweise,
- ZTV-ING Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 3 Maschinelle Vortriebsverfahren,
- ZTV-ING Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 4 Betriebstechnische Ausstattung,
- ZTV-ING Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 5 Abdichtung von Straßentunneln mit Kunststoffdichtungsbahnen und
- Richtzeichnungen für Brücken und andere Ingenieurbauwerke.

Radwegetunnel

Bestehende Tunnel im Zuge von Radwegen unterscheiden sich von den bisher beschriebenen Bauweisen erheblich. Sind sie doch fast ausschließlich ehemalige Eisenbahntunnel. Diese gemauerten Bauwerke im Hufeisenquerschnitt, ein- oder zweigleisig mit Schotterbett sind oft nicht nur um die 100 Jahre alt, sondern auch in einem Bauwerkszustand nahe 4,0. Besonders das Mauerwerk hat mechanische Schäden und oft tritt Bergwasser ungehindert in den Tunnelquerschnitt ein und behindert die sichere Benutzung. Alte Instandsetzungsmaßnahmen, oft mit Spritzbeton ausgeführt, verbessern den Zustand nicht. Oberflächenwasser aus möglicherweise vorhandenen Trögen dringt in das Bauwerk ein. Streckenentwässerungen fehlen, ebenso Regenklärbecken oder Havariebecken. Baulicher Brandschutz ist ebenfalls nicht vorhanden. Die Portale sind häufig durch Feuchtigkeit und Frost geschädigt. Es gibt keine Betriebsgebäude zur Aufnahme einer Tunnelausstattung. Solche historischen Tunnelbauwerke sind häufig auch Lebensstätten planungsrelevanter Arten (z.B. Reptilien, Amphibien, Fledermäuse). Um umweltrechtliche Konflikte zu vermeiden, sind die zuständigen Stellen des Betriebssitzes rechtzeitig zu beteiligen (s. Teil II Abschnitt 1.6.5).

Aus dieser vorab notwendigen Bestandsaufnahme ergeben sich Anforderungen der neuen Nutzung an das Bauwerk:

- *Trockene Fahrbahn*
- *Funktionierende Entwässerung*
- *(helle Wände)*
- *Möglichst wasserdichtes Bauwerk*
- *Keine (kleine) Risse im Mauerwerk*
- *Keine (kleine) Risse im Beton*

- *Querschnitt für Betriebsdienstfahrzeuge geeignet*
- *Handnahe Bauwerksprüfung möglich*
- *Nutzung vereinbar mit dem Naturschutz*

Planung, Ausschreibung und Instandsetzung von Radwegetunneln sind mit den zuständigen Referaten am Betriebssitz und dem Referat Tunnel der Landesverkehrszentrale abzustimmen. Entwürfe für Baumaßnahmen sind vom Referat KIB zu genehmigen.

Betriebstechnische Ausstattung

Die Grundsätze für die Planung der betriebstechnischen Ausstattung von Straßentunneln fällt im Wesentlichen in die Zuständigkeitsbereiche der Referate Betrieb und Verkehr des Betriebssitzes.

Die Betriebstechnische Ausstattung ist gemäß ARV NR. 59 Technik/Verkehr zu planen.

Da aber fast alle Einbauten direkte Auswirkungen auf Konstruktion und Bau des Tunnels haben, müssen diese bei der Planung berücksichtigt werden.

Die wichtigsten betriebstechnischen Ausstattungselemente sind:

- *Beleuchtung,*
- *Belüftung und*
- *Verkehrstechnische Einrichtungen (z.B. Verkehrszeichenbrücken).*

Die wichtigsten der Tunnelsicherheit dienenden baulichen Anlagen sind:

- *Seitenstreifen bzw. Pannenbuchten,*
- *Notausgänge, Flucht- und Rettungswege,*
- *Notgehwege,*
- *Entwässerung und*
- *Betriebsgebäude.*

Die letztgenannten Punkte fallen in den Aufgabenbereich des Referats KIB des Betriebssitzes, wobei eine enge Absprache mit dem Referat Verkehr notwendig ist.

Vorgaben zur Betriebstechnik in Straßentunneln finden sich in folgenden Regelwerken:

- ZTV-ING Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 4 Betriebstechnische Ausstattung,
- Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h (EABT-80/100),
- RE-ING Teil 3.

Weiterführende Literatur

[1] Tunnelbau; Werner Striegler

[2] Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Teile 1 und 2; Bernhard Maidl

[3] Tunnelbautaschenbuch; Jahrbuch mit Beiträgen zu allen Aspekten des Tunnelbaus

[4] Bauprozesse und Bauverfahren des Tunnelbaus; Gerhard Girmscheid

4.3 Trogbauwerke

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 2 Grundbau,
  Teil 7 Tunnelbau Abschnitt 2 Offene Bauweise,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 49 der Abteilung Technik vom 05.01.2022: Radschnellverbindungen in NRW, Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb. Kapitel 3.6 Ingenieurbauwerke,
  ARV Nr. 54 der Abteilung Technik vom 22.09.2022: Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten, Ausgabe 2021 (H RSV). Kapitel 4.6.4 Planfreie Lösungen,
  Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010) Kapitel 5.3 Unter- und Überführungen.

Trogbauwerke werden aus konstruktiver Sicht wie Tunnel in offener Bauweise behandelt. Deshalb gelten die dort genannten Regelwerke im Wesentlichen auch für Trogbauwerke.

Die Regelungen der RE-ING gelten sinngemäß.

Wichtige Abweichungen sind:

- Die Entwässerung von Trögen erfolgt nicht über Schlitzrinnen, sondern über Abläufe.
- Der Stoß der Trogblöcke erfolgt ggf. mittels Nut / Feder-Konstruktionen.
- Es wird kein PP-Faserbeton eingesetzt.

Als wichtige Konstruktionsgrundsätze sind zu nennen:

- Die Auftriebssicherheit wird ausschließlich über das Eigengewicht der Konstruktion sichergestellt. Dazu können auch Teile des Verbaus (z. B. Bohrpfähle) mit ihrem Eigengewicht herangezogen werden. Permanente Verankerungen sind nicht zulässig.
- Der Straßenaufbau der anschließenden Strecke (Dicke: 70 cm) ist durch den Trog hindurch aufrecht zu halten.
- Die Blocklängen werden auf maximal 10 m festgesetzt. Werden die Fugenabstände der Wände auf 7,50 m begrenzt, kann der Fugenabstand in der Sohle auf 15,00 m erhöht werden (ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 2 Nr. 7.2.3).

- Temperatureinwirkungen sind nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 2 Nr. 3.2.2.2 zu berücksichtigen.

5 Dauerhafte Stützkonstruktionen

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 8 Abschnitt 2 Stützkonstruktionen,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING Teil 4), Ausgabe 2024/12,
- ARS 11/2023: Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau,
  Ausgabe 2016/Fassung 2023 (TL GAB-StB 16/23)
- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING),
  Ausgabe 2023/12,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken,
- Nachrichtlich:
  RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.: Gabionen und Gabionenkonstruktionen, Gütesicherung RAL-GZ 612.

Allgemeines

Beim Bau von Straßen ergibt sich durch die vorhandene Topographie häufig die Notwendigkeit ober- oder unterhalb des Verkehrsweges das Gelände abfangen zu müssen. Dafür gibt es eine ganze Reihe von Konstruktionsmöglichkeiten.

Bei allen in diesem Kapitel aufgeführten dauerhaften Stützkonstruktionen handelt es sich um Sonderbauweisen, für die Bauwerksentwürfe anzufertigen und dem Referat KIB des Betriebssitzes zur Genehmigung vorzulegen sind. Dieses gilt auch für Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr bei Hangrutschungen.

Hang und Böschungssicherung

Zu unterscheiden sind folgende Konstruktionsarten:

- *Stützmauern:*
  - *Schwergewichtsmauern und*
  - *Winkelstützmauern.*

- *Stützwände:*
  - *Stahlspundwände,*
  - *Bohrpfahlwände und*
  - *Schlitzwände.*
- *Gestapelte Konstruktionen:*
  - *Gabionen, Blockschichtungen, Betonelemente und*
  - *Raumgitterwände.*
- *Rückverhängte Konstruktionen:*
  - *Bewehrte Erde, geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen und*
  - *Futtermauern und Spritzbetonkonstruktionen.*
- *Bodenvernagelungen und Ankerwände:*
  - *Bodenvernagelungen und*
  - *Ankerwände.*

Bei Konstruktionen mit Spundwänden oder Bohrpfählen ist ein vorheriger Geländeabtrag nicht notwendig. Für alle anderen Konstruktionen ist ein vorheriger Geländeabtrag erforderlich; erst dann wird die Stützkonstruktion erstellt und hinterfüllt.

Welche Konstruktionsart bei der gestellten Aufgabe die wirtschaftlichste und technisch beste Lösung ist, muss für jedes Projekt neu geklärt werden. Die Aspekte des Umweltschutzes und der optischen Einfügung in die Landschaft sind zu beachten.

Einige Anhaltspunkte können zur Lösungsfindung beitragen:

- Vorhandene Geländeform (gibt es schon eine Böschung?),
- Ansprechende Optik,
- Begrünbarkeit / mögliche Vegetation,
- Zwangspunkte und Lichtraumprofile,
- Zur Verfügung stehende Grundfläche (im Bau- und Endzustand),
- Vorgesehene Nutzung / Nutzungsanforderungen der Ober- und Unterlieger,
- Art und Größe der Verkehrslasten,
- Zulässige Verformungen des Bauwerkes und des Baugrundes,
- Scherfestigkeit und Wichte des anstehenden Bodens,
- Vorgaben zur Ausführung von Kopfbalken und Geländer,

- Bauzeit,
- Herstellung in einer oder mehreren Phasen,
- Verfügbare Baumaterialien,
- Eignung des anstehenden Bodens zur Aufnahme von Ankern,
- Aufnahme von Berg- und Oberflächenwasser,
- Berücksichtigung der kleinklimatischen Verhältnisse (Albedo, Aufheizen der Umgebung)
- Unterhaltung und Pflege der Hang- und Böschungssicherung.

Anregungen zu einer optisch ansprechenden Gestaltung der im Folgenden beschriebenen Bauweisen finden sich in den „Empfehlungen für die landschaftsgerechte Gestaltung von Stützbauwerken“ [8].

Nach Klärung der Randbedingungen kann zwischen einer Vielzahl von Einzellösungen gewählt werden. Diese werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Rückverhängte Konstruktionen, Bodenvernagelungen und Ankerwände sind immer in Abstimmung mit dem Referat KIB des Betriebssitzes zu planen und auszuführen.

Bei allen oben genannten Bauweisen können Anker (vorgespannt oder schlaff) als Sicherungsmittel zur Anwendung kommen. Anker sind Elemente, die unabhängig von einer Baugrundverformung über ihren Verpresskörper Zugkräfte in den Baugrund einleiten.

Die Verpressstrecken dieser Anker sollten möglichst nicht unter Verkehrsflächen (Straßen oder Schienenwegen) liegen. Lässt sich aufgrund geometrischer Randbedingungen keine andere Lösung finden, müssen Entwurfsverfasser und Sachverständiger für Geotechnik gemeinsam die Unschädlichkeit der gefundenen Ankerlagen nachweisen. Besonders die Unschädlichkeit der dynamischen Lasten auf die Anker und deren Dauerhaftigkeit sind zu belegen.

Stützmauern

Zu den Stützmauern gehören Schwergewichts- und Winkelstützmauern. Die Erddruckkräfte werden durch die Bodenpressung über die Sohle in den Untergrund abgeleitet.

In die Hinterfüllung von Stützmauern sollte so wenig Wasser wie möglich eindringen. Stauendes Wasser an der Rückseite von Schwergewichts- und Winkelstützmauern ist durch sorgfältige Ausbildung der Dränage zu vermeiden, da dadurch eine zusätzliche Belastung der Stützmauer infolge Wasserdruck auftritt.

Als wichtige Entwurfsgrundlage für die Stützkonstruktionen ist das „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllungen auf Bauwerke“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen anzuwenden. Die allgemeinen Anforderungen an Stützkonstruktionen nach

ZTV-ING Teil 8 Abschnitt 2 sind zu beachten. Dabei sind die Regelungen zur Beweissicherung einzuhalten.

Für die statischen Nachweise kann das Programm von Friedrich + Lochner (Frilo) benutzt werden. Hierfür gibt es eine Landeslizenz für den Landesbetrieb Straßenbau NRW.

- **Schwergewichtsmauern**

Schwergewichtsmauern werden oft als Trockenmauerwerk, Steinkästen und unbewehrter Beton hergestellt. Sie sichern einen Geländesprung allein durch ihr Eigengewicht.

Beim Entwurf muss man darauf achten, dass die Resultierende der ständigen Einwirkungen innerhalb der 1. Kernfläche der Schwergewichtsmauer liegt (Abbildung 5-1: Kernfläche für Kippsicherheit), damit die Wand als zugspannungsfreier Block ohne klaffende Fuge hergestellt werden kann.

Für die Zeit der Herstellung muss der Boden hinter dem Bauwerk standfest sein oder abgefangen werden.

Die Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind wie bei den Flachgründungen nach Abschnitt 3.6.3 durchzuführen.

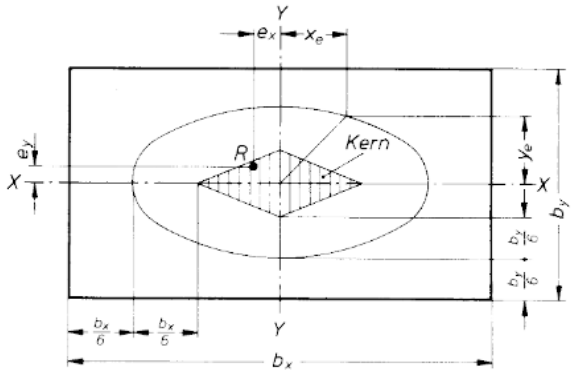


Abbildung 5-1: Kernfläche für Kippsicherheit

- **Winkelstützmauern**

Winkelstützmauern werden oft zur Sicherung von Dammschüttungen verwendet. Sie bestehen in der Regel aus einem vertikalen und einem horizontalen Schenkel. Der Boden hinter dem Bauwerk braucht nur wenig standfest zu sein, kann aber als Auflast auf dem horizontalen Schenkel zur Lastabtragung herangezogen werden.

Beim Entwurf ist ebenfalls darauf zu achten, dass die Resultierende der ständigen Einwirkungen innerhalb der 1. Kernfläche vom Fundament liegt (Abbildung 5-1: Kernfläche für Kippsicherheit), damit die Mauer ohne klaffende Fuge hergestellt werden kann.

Die statische Berechnung einer Winkelstützmauer beinhaltet die Standsicherheitsnachweise des Gesamtsystems (äußere Standsicherheit) und die Bemessung der einzelnen Schenkel (innere Standsicherheit). Die Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind wie bei den Flachgründungen nach Abschnitt 3.6.3 durchzuführen.

Stützwände

Zu den Stützwänden gehören Stahlspundwände, Bohrpfahlwände und Schlitzwände. Oberhalb des Einbindungsbereiches können die Stützwände durch Steifen bzw. durch rückwärtige Verankerung zur Einschränkung von Verformungen abgestützt werden. Die Erddruckkräfte und ggf. Wasserdruckkräfte werden über Querkraft und Biegemoment in den Baugrund oder in den Steifen bzw. Anker abgeleitet.

Anker sind vorgespannte Elemente, die unabhängig von einer Baugrundverformung über den Verpresskörper Zugkräfte in den Baugrund einleiten.

Beim Entwurf muss man immer darauf achten, dass eine ausreichende Einbindetiefe der Stützwände gewählt wird. Die eingeschränkte Verformungsmöglichkeit der Stützwand muss beim Erddruckansatz berücksichtigt werden.

- Stahlspundwände

Stahlspundwände erweisen sich in statischer und bautechnischer Hinsicht oft als geeignete Lösung für Stützwände. Sie sind extrem hoch belastbar. Die Lastabtragung erfolgt sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung.

Wegen des erforderlichen Spielraums in den Schlossverbindungen sind die Stahlspundwände nicht völlig wasserdicht. Bei Bedarf kann die Wasserdichtigkeit durch den Einsatz von besonderen Schlossverfüllungen oder der Schlossdichtung nach Angaben der Hersteller bzw. durch Verschweißen erreicht werden. Es ist trotzdem mit Sickerwasser zu rechnen.

Wenn die Spundwände vor Tausalz- und Brandeinwirkungen geschützt werden müssen, sind sie mit Vorsatzschalen auszustatten.

Bei der Wahl des Profils sind die technischen Daten der Hersteller zu beachten. Wichtige Kriterien für die Wahl des Profils und der Stahlgüte sind:

- Statische Erfordernisse unter Berücksichtigung der Beanspruchungen im Bau- und Betriebszustand,
- Vertretbare Durchbiegung,
- Kopfbalken und Geländer,
- Art des Einbringens unter den vorhandenen Verhältnissen und
- Wirtschaftliche Gesichtspunkte.

Bei der Bemessung von Stahlspundwänden ist aufgrund der Korrosionseinflüsse die Dickenabnahme des Spundwandprofils zu berücksichtigen, die ggf. zur Tragfähigkeitsabminderung führt. Bei Stahlspundwänden, die in natürlich gewachsene Böden einbinden, liegt die Abrostungsrate bei ca. 0,01 mm/Jahr, d. h. für eine Lebensdauer von 100 Jahren ist i. d. R. ein Abrostungszuschlag von 1 mm auf jeder Seite der Stahlspundwände anzusetzen.

Zur Ausführung der Stahlspundwände siehe auch Abschnitt 6.

- **Bohrpfahlwände**

Bohrpfahlwände zählen zu den steifen, verformungs- und setzungsarmen Wandarten. Ihre Hauptanwendung liegt auf dem Gebiet der Baugrubensicherung, besonders wenn der Verbau verformungsarm oder wasserundurchlässig sein soll. Sie werden daher bevorzugt zur Sicherung tiefer Baugruben neben bestehender Bebauung eingesetzt und können erschütterungsfrei und geräuscharm hergestellt werden. Je nach statischen bzw. konstruktiven Erfordernissen können Bohrpfahlwände platzsparend und anpassungsfähig als aufgelöste, tangierende oder überschnittene Wände ausgeführt werden.

Bohrpfahlwände werden normalerweise vertikal ausgeführt. Bei besonderen örtlichen Umständen sind sie auch bis zu einer Neigung von etwa 1:10 schräg ausführbar. Der Pfahldurchmesser liegt zwischen 0,30 und 1,50 m. Die maximale Tiefe ist i. d. R. mit 25 m durch die Wirtschaftlichkeit und die Genauigkeitsanforderungen begrenzt. Die Bohrpfahlwand ist evtl. als Gründung weiterverwendbar.

Bohrungen sind verrohrt durchzuführen (siehe ZTV-ING Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 3.1.3).

Nach ZTV-ING Teil 2 Abschnitt 1 darf bei der Bemessung von Bohlpfahlwänden eine höhere Betonfestigkeitsklasse als C30/37 rechnerisch nicht angesetzt werden.

- **Schlitzwände**

Schlitzwände sind wasserdicht und besonders verformungsarm. Sie werden hauptsächlich zur Sicherung von Baugruben und Schächten verwendet und werden vertikal ausgeführt. Die Herstellung ist erschütterungsfrei und geräuscharm. Die üblichen Wanddicken liegen zwischen 0,4 und 1,20 m. Die Breite der Schlitzwände hängt von der Bodenart, der Schlitztiefe, dem Grundwasserstand und der Wichte der Stützflüssigkeit ab. Der Vorteil der Schlitzwände gegenüber den Bohrpfahlwänden ist, dass kein erhärteter Pfahlbeton angeschnitten wird und sie über größere Breiten bewehrt werden. Schlitzwände können bis in große Tiefen hergestellt werden.

Der obere Rand des Schlitzes ist durch ausgesteifte Leitwände zu stabilisieren, weil der Stützdruck der Suspension sich erst mit wachsender Tiefe aufbaut.

Gleichzeitig dienen die Leitwände (Stahlbetonfertigteile) der Führung des Aushubwerkzeugs. Schlitzwände können ggf. als Umfassungsmauer oder Gründung weiterverwendet werden.

Die Herstellung der Bentonitsuspension auf der Baustelle führt zur hohen Herstellungskosten. Außerdem können Aussparungen für querende Leitungen und Kanäle zum Problem führen.

Die Schlitzwände sind nur in Abstimmung mit dem Referat KIB des Betriebssitzes auszuführen.

Gestapelte Konstruktionen

- **Gabionen, Blockschichtungen, Betonelemente**

Gabionen, Blockschichtungen und Betonelemente sind gestapelte Konstruktionen, die statisch wie Schwergewichtsmauern wirken.

Als Entwurfs- und Bemessungsgrundlage ist das Merkblatt über Stütz- und Lärmschutzkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen und Gabionen [4] zu beachten. Dabei sind insbesondere die Anforderungen an die Baustoffe und Füllmaterialien einzuhalten.

Die genannten Konstruktionen sind immer frostfrei zu gründen.

Die Fugen der Bauelemente sind versetzt anzuordnen. Die Nachweise der äußeren Standsicherheit sind sowohl für die Sohlfuge und als auch für alle maßgebenden Lagerfugen zu führen. Da der Nachweis der inneren Standsicherheit bisher nicht allgemein geführt werden kann, sind diese Konstruktionen auf eine maximale Höhe von 6 m zu begrenzen.

Bei gering durchlässigem Untergrund muss eine zuverlässige Sohlentwässerung hergestellt werden.

Es wird auf die Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (REwS) hingewiesen.

Gabionen dürfen nicht mittels Förderband auf der Baustelle verfüllt werden. Entsprechende Nebenangebote sind auszuschließen.

Gabionenfüllungen sind gemäß der Regelungen der TL Gab-Stb Bay11 auszuschreiben und zu überwachen.

Zur Vermeidung ungewollter Ausbauchungen sind Gabionen immer mit Abstützungen zu befüllen. Auf eine ausreichende Anzahl von Zugankern ist während der Bauausführung zu achten.

Für die Planung und Herstellung von Gabionen ist die RAL-GZ 612 „Gütesicherung Gabionen und Gabionenkonstruktionen“ eine wirksame Arbeitshilfe.

- **Raumgitterwände**

Als Entwurfsgrundlage ist das Merkblatt für Raumgitterkonstruktion [17] anzuwenden.

Raumgitterwände sind anspruchsvolle Ingenieurbauwerke und erfordern wegen der in der Regel geringen Bauteildicken, der Beanspruchung durch Erddruck auf der Rückseite und durch die Erdfüllung im Innern eine besondere Sorgfalt und Sachkenntnis beim Entwurf und bei der Bemessung.

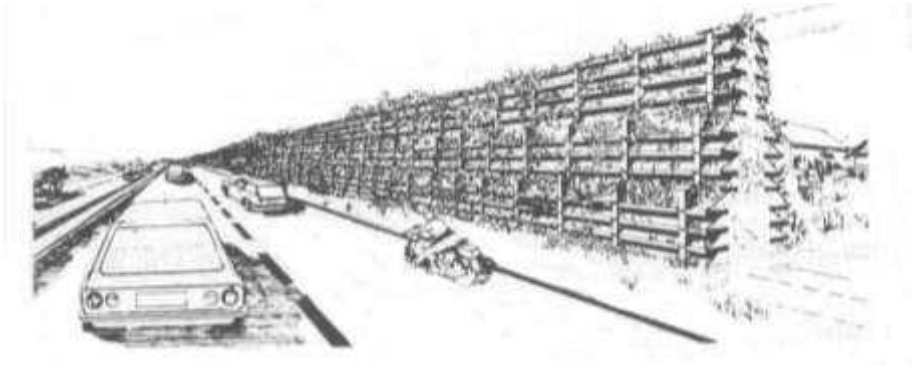


Abbildung 5-2: Raumgitterwand als Lärmschutzwand

Standsicherheitsnachweise für Raumgitterwände sind wie für Schwergewichtsmauern zu führen, wobei die Raumgitterwände als „quasimonolithische“ Konstruktionen mit Raumgewichten angesetzt werden, die aus den Gewichten der Elemente und der Füllmaterialien ermittelt werden. Standsicherheitsnachweise müssen sowohl für das Gesamtbauwerk, als auch für die Teilbauwerke und für die Raumgitterelemente selbst geführt werden.

Es ist sicherzustellen, dass sich weder hinter der Raumgitterwand noch bergseits der Hinterfüllung ein Staudruck aus Hangwasser aufbauen kann. Es ist für eine zuverlässige Sohlentwässerung zu sorgen.

Rückverhängte Konstruktionen

- **Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten und geokunststoffbewehrten Erdkörpern**

Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten und geokunststoffbewehrten Erdkörpern sind Verbundsysteme aus Zuggliedern und einem verdichteten Erdkörper. Sie werden bevorzugt als Dammaufschüttung neben der befahrbaren Straße gebaut, wo keine Böschung vorhanden ist.

Bei dem Verfahren „Bewehrte Erde“ werden Stahlbänder als Zugglieder verwendet.

Die Bewehrungselemente sind mit böschungsseitigen Anschlusselementen (Stahlbetonplatte, Stahlgitter, etc.) als Außenhaut zu verbinden.

Bei geokunststoffbewehrten Stützkonstruktionen werden Geokunststoffe als Zugglieder verwendet. Die Geokunststoffe werden dabei in der Regel auch als Außenhaut verwendet.

Die Tragfähigkeitsnachweise beinhalten sowohl die äußeren als auch die inneren Standsicherheitsnachweise. Die äußeren Standsicherheitsnachweise des Verbundsystems sind wie bei Schwergewichtsmauern zu führen. Gegen Versagen von Zuggliedern sind innere Stand-sicherheitsnachweise zu führen, dabei werden mögliche Bruchmechanismen der Zugglieder überprüft. Die Bemessung ist im Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern [9] geregelt.

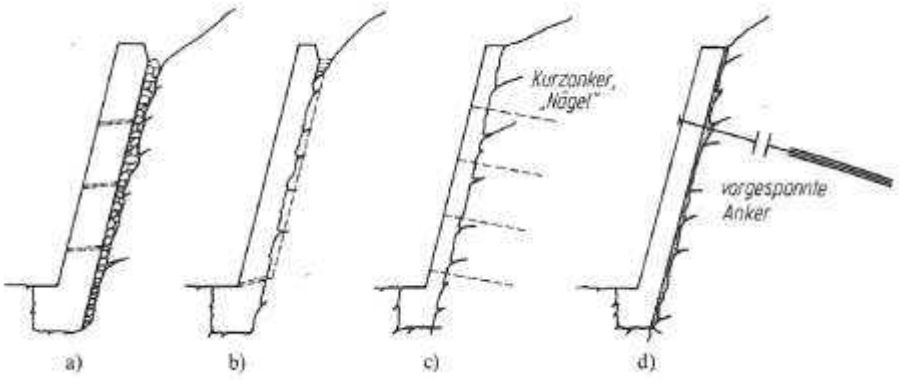
Eine dauerhaft wirksame Entwässerung der Rückseite ist vorzusehen.

Mit den beiden beschriebenen Bauweisen wurden mittlerweile eine ganze Reihe von Projekten als Straßendämme oder Stützkonstruktionen erstellt. Für Widerlager mit bewehrter Erde ist eine Z.i.E. zu beantragen. Solche Projekte sind mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

- **Futtermauern und Spritzbetonkonstruktionen**

Futtermauern und Spritzbetonkonstruktionen haben die Aufgabe, das Ausbrechen einzelner Steine bzw. Felspartien aus den Flächen einer an und für sich ausreichend standfesten Böschung zu verhindern. Es handelt sich dabei um Nachbrüche, welche unter dem Einfluss der Zeit, insbesondere der Frostwirkung, immer weiter schreiten würden.

Einen Überblick über grundsätzliche Konstruktionsformen der Futtermauer gibt Abbildung 5-3: Bauarten von Futtermauern im Fels.



a) vorgesetzt b) anbetoniert c) angeheftet d) verankert

Abbildung 5-3: Bauarten von Futtermauern im Fels

Sofern der Fels nicht zu sehr frostgefährdet ist und keine größeren Gleitkeile ausbrechen können, bilden Spritzbetonsicherungen eine wirtschaftliche Alternative zu Futtermauern. Die Dicke der Spritzbetonsicherung liegt zwischen 10-25 cm.

Sie sind ein- oder zweilagig mit Betonstahlmatten zu bewehren. Zur örtlichen Felssicherung und zur Befestigung der Bewehrung sind Felsnägel zu verwenden.

Um einen Staudruck zu vermeiden, ist eine dauerhafte Entwässerung der Rückseite zwingend vorzusehen.

Dies kann z.B. durch Entwässerungsöffnungen bzw. –schlitze in der Mauer, oder durch Filterbeton an der Rückseite der Mauer erfolgen.

Bodenvernagelungen und Ankerwände

- **Bodenvernagelungen**

Bodenvernagelungen sind ebenfalls Verbundkonstruktionen, die aus dem anstehenden Boden, den stabförmigen, aber nicht vorgespannten Zuggliedern (Bodennägel) und einer Oberflächensicherung (i. d. R. bewehrter Spritzbeton) bestehen.

Bei ausreichender Nageldichte verhält sich der bewehrte Boden näherungsweise wie ein monolithischer Körper.

Bei einer Bodenvernagelung ist die für das jeweilige System gültige allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik zu beachten, die vom Hersteller vorzulegen ist.

Im Regelfall werden Nägel mit einer Länge vom 0,5 - 0,7 fachen der Wandhöhe gewählt. Am Kopf der hergestellten Wand ist mit einer horizontalen Verformung von ca. 0,02 bis 0,04 % der Wandhöhe zu rechnen.

Damit sich infolge Schichten- und/oder Kluftwasser kein Wasserdruck auf die Oberflächensicherung einstellt, sollte eine ausreichende Anzahl von Entwässerungsöffnungen angeordnet werden. Die Oberflächensicherung ist entsprechend zu bemessen.

Die Bodenvernagelungen sind nur in Abstimmung mit dem Referat KIB des Betriebssitzes auszuführen.

- **Ankerwände**

Ankerwände werden auch als Elementwände bezeichnet. Sie werden bevorzugt als Stützkonstruktion für steile und rutschgefährdete Hänge verwendet. Die Ankerkräfte können anhand von Kontrollmessungen problemlos erhöht oder reduziert werden.

Grundlegende Voraussetzung hier ist die Verwendung vorgespannter Anker.

Die Vorteile der Ankerwände sind ihre große Flexibilität, die rasche Herstellung und die geringen Baukosten.

Die Ankerwände können als geschlossene oder aufgelöste Elementwände gebaut werden. Eine aufgelöste Ankerwand ist dann vorteilhaft, wenn die Seitendruckkräfte bzw. die Hangschubkräfte nicht so groß sind, dass eine geschlossene Ankerwand erforderlich wird.

Auf der Rückseite geschlossener Ankerwände muss ein mindestens 20 – 50 cm dicker Filterbeton eingebracht werden, um eine ausreichende Entwässerung des Hangfußes zu gewährleisten.

Weiterführende Literatur

[1] EAB - Empfehlung des Arbeitskreises „Baugruben“, 6. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2021

[2] EAU - Empfehlung des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen, 12. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2020

[3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, 2018

[4] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt über Stütz- und Lärmschutzkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen und Gabionen, 2019

[5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für Raumgitterkonstruktion, 2016

[6] Grundbau-Taschenbuch Teil 3, Ernst & Sohn Verlag

[7] Hoesch, Spundwand-Handbuch

[8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Empfehlungen für die landschaftsgerechte Gestaltung von Stützbauwerken, 1999

[9] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern, 2010

[10] Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau – Teil 1: Befüllmaterialien, Ausgabe 2012 (TL Gab-StB By 11 – Teil 1)

[11] RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.: Gabionen und Gabionenkonstruktionen, Gütesicherung RAL-GZ 612

6 Baugruben

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 2 Abschnitt 1 Baugruben Abschnitt 3 Wasserhaltung und Abschnitt 4 Stützkonstruktionen,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken,
  - Anlage 4 – Betonbrücken,
- DIN 4124, 2012-01: „Baugruben und Gräben“.

Regelungen

Die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sind beim Entwurf zu beachten.

Die statische Prüfung der Verbauten bzw. Baubehelfe ist durch den Landesbetrieb Straßenbau NRW zusammen mit der Prüfung des herzustellenden Hauptbauwerks zu vergeben.

Für die Vorbemessung von Trägerbohl- und Spundwänden steht den Niederlassungen des Landesbetriebs die Berechnungssoftware von Friedrich & Lochner zur Verfügung.

Laut VOB, ATV DIN 18303, ist die Wahl der Verbauart im Regelfall Sache des Auftraggebers. Viele Nebenleistungen im Zusammenhang mit den Verbauarbeiten sind „besondere Leistungen“.

Gemäß § 7 VOB/A ist hierfür eine eindeutige und erschöpfende Leistungsbeschreibung einschließlich der Berücksichtigung des Aufwands des AN für die technische Bearbeitung des Verbaus (Statik, Pläne) erforderlich.

Dieser Umstand ist bei Beauftragung eines Tragwerks- und Objektplaners zu berücksichtigen.

Allgemeines

Bei ausreichendem Platzangebot kann durch die Herstellung einer Böschung der bauliche Aufwand eines Verbaus vermieden werden.

Bzgl. der Böschungsneigung und weiterer Böschungsmerkmale, z.B. einer Versiegelung, ist das Baugrundgutachten zu beachten.

Ein Baugrubenverbau wird vor oder gleichzeitig mit dem Aushub erstellt.

Wenn der Verbau nach der Fertigstellung des Hauptbauwerks nicht mehr benötigt wird, kann er zurückgebaut und, wenn möglich, wieder verwendet werden.

In manchen Fällen kann der eingebaute Verbau auch nach Bauende im Boden verbleibend eine sinnvolle Funktion erfüllen, z.B. als Kolkschutz oder durch die tragende Funktion.

Aus Beton bestehende Verbauarten lassen sich nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand rückbauen. Bei der Entscheidung für eine Verbauart muss berücksichtigt werden, den Verbau aus dem genannten Grund möglicherweise im Boden belassen zu müssen.

Verbauten können mit Arbeitsraum entsprechend DIN 4124 Abs. 9, ausgeführt werden. Bei der Bauweise ohne Arbeitsraum wird das Bauwerk gegen die Baugrubenwand betoniert.

Das Spektrum für den Umfang und den Schwierigkeitsgrad der Verbaumaßnahmen im Ingenieurbau des Straßenwesens reicht von Grabensicherungen für die Leitungsverlegung bis zu aufwendigen Verbauten für den offenen Tunnelbau und tiefen Verbauten im Bereich des Grundwassers.

Für den Verbau und insbesondere für die Verankerungen sind bau- und wasserrechtliche Belange zu berücksichtigen.

Das Baugrundgutachten einer Baumaßnahme (siehe Abschnitt 1.3.3) muss derart beauftragt werden, dass es auch diejenigen Angaben enthalten soll, die für die in Frage kommenden Baugrubensicherungen bzw. –verbauten erforderlich sind.

Baugrubenverbau

- **Grabenverbau**

Gemäß DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ und der Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ darf ein Graben je nach Bodenbeschaffenheit und der Grabengeometrie höchstens bis 1,25 m bzw. 1,75 m Tiefe unverbaut bleiben. Wenn die Vorgaben oben genannter Vorschriften nicht erfüllt werden können, sind Gräben zu verbauen.

Bei standsicherem Boden, nicht zu tiefen Gräben und wenn Steifen nicht störend sind, ist ein waagerechter Grabenverbau zweckmäßig und wirtschaftlich. Er besteht aus waagerechten Holzbohlen, senkrechten Brusthölzern und Holzsteifen.

Der Boden darf nicht mehr als 1 bis 1,25 m frei ausgeschachtet werden und muss alsbald verbaut werden.

Bei größeren, unterhalb der Steifen notwendigen Arbeitsräumen oder bei nicht standfestem Boden bietet sich ein senkrechter Grabenverbau aus einzurammenden Kanaldielen an.

Steifen stützen die Konstruktion über waagerecht anzuordnende Gurte ab, die ihrerseits auf Konsolen befestigt oder abgehängt werden.

In nicht standfestem Boden muss das Einrammen der Kanaldielen mindestens 30 cm dem Aushub vorauseilen.

Bei größeren Grabentiefen können die Kanaldielen übereinander gestaffelt eingebaut werden.

Für den Grabenverbau können auch Fertigverbausysteme und mechanisierte Grabenverbaugeräte eingesetzt werden, wenn ihr nomineller Einsatzbereich den jeweils vorherrschenden Bedingungen und Anforderungen entspricht.

- **Stahlspundwände**

Wegen des großen Widerstandsmoments der Bohlen lassen sich mit Spundwänden relativ große Verbautiefen erreichen. Problematisch kann bei entsprechender Belastung die Schubübertragung in den Schlössern sein. In diesem Fall kann z.B. jedes zweite Schloss verschweißt werden oder es werden Doppelbohlen verwendet.

Die Aussteifung/Verankerung erfolgt über Gurte.

Beim Einbringen der Bohlen ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm-Geräuschemissionen (AVV-Baulärm) zu beachten.

Stahlspundwände sind annähernd wasserdicht (werkseitige Schlossdichtungen) und eignen sich besonders, wenn offenes Wasser abgehalten werden muss oder das Grundwasser nicht abgesenkt werden kann.

Spundwände können gezogen und wiederverwendet werden.

Für den Einsatz der Spundwände muss ein rammfähiger Boden vorliegen!

Hindernisse können die Bohlen aus dem Schloss werfen.

Spundwände sind relativ wenig anpassungsfähig an die örtlichen Gegebenheiten.

Vorhandene Leitungen müssen verlegt werden.

Kleinere Überbrückungen sind außerhalb des Grundwassers möglich.

- **Trägerbohlwände (Berliner Verbau)**

Diese Verbauart lässt sich nicht wasserdicht ausführen!

Die Verbauträger werden in der Regel in den Boden gerammt. Wenn Lärm und Erschütterungen vermieden werden sollen oder der Boden nicht rammbar ist, können die Träger auch in vorgebohrte Löcher gestellt werden. Der Trägerfuß wird in eine Betonplombe eingestellt und der Rest des Bohrlochs wird mit schluffigem Kiessand oder kalkvermörteltem rolligen Boden vor dem Baugrubenaushub wiederverfüllt.

Die Ausfachung mit Holzbohlen erfolgt Schritt haltend mit dem Aushub. Die Abstützung/Verankerung erfolgt über waagerecht angeordnete Gurte.

Die Verformungen des Erdreichs bei dieser aufgelösten Verbauart sind zwangsläufig größer als bei bereits vor dem Aushub vollständig geschlossenen Wänden.

Die Verformungen können reduziert werden, indem die Ausfachung mit Spritzbeton vorgenommen wird. Zwischen dem Spritzbeton und dem anstehenden Boden entstehen keine Hohlräume, die ein Verformungsrisiko darstellen.

Die Spritzbetonausfachung kann im Boden verbleiben.

Holzbohlen müssen und Träger sollten nach Abschluss der Baumaßnahme rückgebaut werden.

Trägerbohlwände weisen eine hervorragende Anpassungsfähigkeit an örtliche Gegebenheiten auf. Wenn ihre Nachteile verträglich sind, ist das die wirtschaftlichste Verbauart.

- **Schlitzwände**

Diese massiven Verbauwände können in sehr große Tiefen geführt werden. Harte Schichten werden durchmeißelt. Da Schlitzwände nicht gerammt werden, entstehen bei der Herstellung kein vergleichbarer Lärm und Erschütterungen.

Schlitzwände sind wasserdicht.

Aufgrund ihrer hohen Steifigkeit ist mit nur geringen Verformungen des Erdreichs zu rechnen.

Bei Anordnung der Querbewehrung und unter Nutzung der Verdübelungswirkung an den Lamellenfugen kann auf die Gurtung für Anker/Steifen verzichtet werden.

Es wird eine aufwändige Baustelleneinrichtung für die Aufbereitung der bei der Wandherstellung zu verwendenden Bentonit-Suspension benötigt.

Schlitzwände lassen sich nicht oder nur mit enormem Aufwand wieder beseitigen.

Schlitzwandverbauten sind konkurrenzfähig, wenn sie als tragende Bauteile in die zu erstellenden Hauptbauwerke integriert werden können, sonst nur bei besonderen örtlichen Verhältnissen.

- **Bohrpfahlwände**

Verbauten dieser Art können aus sich überschneidenden oder einander tangierenden Bohrpfählen oder auch in aufgelöster Bauweise hergestellt werden.

Bei aufgelösten Wänden werden die Bohrpfähle während des Aushubs durch eine Spritzbetonausfachung ergänzt.

Bohrpfahlwände sind für hohe Erddrucklasten geeignet. Einander tangierende sowie die sich überschneidenden Bohrpfähle erlauben die Einhaltung geringer Bodenverformungen.

Aufgelöste Bohrpfahlwände lassen größere Verformungen erwarten.

Die Baustelleneinrichtung ist weniger aufwändig als bei Schlitzwänden. Variabler einsetzbare Werkzeuge machen diese Verbauart beherrschbarer bei wechselnden Baugrundverhältnissen.

Wasserundurchlässig ist nur die überschnittene Bauweise.

Bohrpfahlwände weisen außerdem Vorteile auf, wenn sie dauerhaft z.B. als Teil des Bauwerks genutzt werden können und bei nicht allzu großen Wandtiefen.

- **Ankerwände und Bodenvernagelung**

Diese Bauweisen eignen sich für Verbauten bei Vorliegen von Bodenarten mit hoher Kohäsion.

Es wird die Standsicherheit des ungestützten Bodens während des Aushubs für eine relativ große Fläche, z.B. eines Beton-Fertigelements, genutzt.

Anschließend wird das zu verbauende Plattenelement mit einem vorzuspannenden Anker im Boden befestigt.

Alternativ können in einem standsicheren freigelegten Bodenabschnitt pro m^2 Fläche etwa ein bis zwei nicht vorgespannte Bodennägel untergebracht werden. Anschließend werden sie mit einer bewehrten Spritzbetonschicht an der zu schützenden Bodenfläche ergänzt und verbunden.

- **Dimensionierung von Baugrubenverbauten**

Abhängig von den Randbedingungen kann das Tragwerk eines Baugrubenverbaus

- *ohne Abstützung / Verankerung im Boden eingespannt,*
- *abgestützt / verankert und im Boden frei gelagert oder*
- *abgestützt / verankert und im Boden (auch teilweise) eingespannt sein.*

Gegebenenfalls zu berücksichtigende Verkehrslasten sind im Fall des Baustellenverkehrs der EAB zu entnehmen. Die Verkehrslasten aus Straßen- und Eisenbahnverkehr sind im Eurocode 1 Teil 2 angegeben.

Die Höhe des rechnerisch anzusetzenden Erddrucks steht mit der Steifigkeit und Verformbarkeit des Verbaus in Verbindung. Sind Bodenverformungen oberhalb der Baugrube unschädlich, reicht es gewöhnlich, den aktiven Erddruck anzusetzen. Befinden sich oberhalb des Verbaus dagegen setzungsempfindliche Bauwerke, dann sollte mindestens ein sog.

erhöhter aktiver Erddruck berücksichtigt werden. Durch den rechnerischen Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks ergibt sich ein verformungsärmerer Baugrubenverbau.

Bei Böden mit Kohäsion, die im oberen Wandbereich nur einen geringen oder gar negativen Erddruck aufweisen können, ist ein Mindesterddruck gemäß den EAB zu berücksichtigen.

Die Verankerung beeinflusst mit ihrer Vorspannung die Verteilung des belastenden Erddruckes.

Deshalb müssen Erddruckumlagerungen für verankerte Verbaue berücksichtigt werden.

Geeignete Erddruckfiguren können den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) entnommen werden.

Bei unverankerten, d. h. nur im Boden eingespannten Verbauten werden keine Erddruckumlagerungen angesetzt.

Es werden nur vorgespannte Anker verwendet. Spätestens vor der Bauvergabe muss für den Baugrund im Bereich der kompletten Ankerlänge das Baurecht vorliegen.

Die Planfeststellung ist zwingend zu beachten.

- **Wasserhaltung in Baugruben**

Wasserhaltungen sind unter Berücksichtigung der ZTV-ING Teil 2 Abschnitt 3 und des „Merkblattes über Wasserhaltungen bei Baugruben“ zu planen.

Um den Baubetrieb innerhalb der Baugrube zu ermöglichen, sei sie geböscht oder mit einem Verbau gesichert, muss die Baugrube wasserfrei gehalten werden. Neben einer funktionierenden Fassung und Beseitigung bzw. Versickerung des Niederschlagswassers sind insbesondere dann geeignete Maßnahmen zu ergreifen, wenn der zu erwartende Grundwasserstand nicht tief genug unterhalb der Baugrubensohle liegt.

Bei geringem Wasseranfall kann es ausreichen, durch innerhalb der Baugrube liegende Sümpfe oder Brunnen, evtl. ergänzt durch Flächenfilter aus Kies, das Wasser abzupumpen.

Der Höchstwasserstand des Grundwassers ist bei der Festlegung der zu gewährleistenden hydraulischen Leistungsfähigkeit der Anlagen zu berücksichtigen.

Bedingt z.B. durch ein Defizit erzielbarer Leistungsfähigkeit der Wasserhaltung kann sich die Notwendigkeit einer wasserdichten Verbauausführung ergeben. Geeignete Beispiele für diese Bauweisen sind z.B.:

1. *Stahlspundwände (wegen des Ineinandergreifens der Bohlen annähernd wasserdicht) und*
2. *überschnittene Bohrpfahlwände und Schlitzwände (im Allgemeinen wasserdicht).*

Anfallendes Restwasser ist zu fassen und abzuführen.

Die Wasserentnahme innerhalb der Baugrube kann wegen der einsetzenden Grundwasserbewegung eine Unterströmung des Baugrubenverbaus zur Folge haben. Dadurch bedingt entsteht eine Strömungskraft, die auf den Boden außerhalb und innerhalb der Baugrube zusätzliche und unterschiedliche Gewichteinwirkungen sowie ungünstig wirkende Drücke ausübt. In der Folge kann die Standsicherheit des Baugrubenverbaus beeinträchtigt werden, was im Regelfall zu einer Erhöhung der statisch erforderlichen Einbindetiefe der Wand im Boden führt.

Auch ohne eine Wasserentnahme kann das im Boden strömende Wasser hinter Baugrubenverbauten einen Wasserüberdruck aufbauen. Auf den Boden innerhalb und außerhalb der Baugrube wird zusätzlicher ungünstiger Druck ausgeübt, der bei genügend großem Strömungsdruck, d. h. bei genügend großem hydraulischen Gefälle, das Eigengewicht des Bodens in der Baugrube aufheben und damit die Baugrubensohle auflockern kann. Im ungünstigsten Fall und bei aufwärts gerichtetem Strömungsdruck wird der Boden mitgerissen, was als hydraulischer Grundbruch bezeichnet wird. Der hydraulische Grundbruch kann schlagartig auftreten, insbesondere dann, wenn ein ausreichender Wassernachschub, z.B. ein angrenzendes freies Gewässer, vorliegt.

Bei der Berechnung eines Baugrubenverbaus ist deshalb ein hydraulisches Gefälle zu berücksichtigen. Die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch ist nachzuweisen.

Die Gefahr des strömungsbedingten hydraulischen Grundbruchs darf insbesondere bei geringer durchlässigen Böden, wie z.B. bei Grobschluff oder Feinsand, nicht unbeachtet bleiben, weil das Schadensausmaß i. d. R. hoch ist.

Mögliche Maßnahmen dagegen sind das Aufbringen eines baugrubenseitigen Auflastfilters (Belastungsfilter) oder die Anordnung tiefer liegender Pump- oder Überlaufbrunnen innerhalb der Baugrube.

Wenn eine Wasserentnahme für den Zweck des Trockenhaltens der Baugrube nicht sinnvoll durchführbar ist oder wenn der Grundwasserspiegel nicht wesentlich beeinflusst werden darf, muss neben einer wasserdichten Verbauausführung auch für eine dichte Sohle gesorgt werden.

Nach der Trockenlegung der Baugrube kann die Wasserhaltung dann auf die Beseitigung des anfallenden so genannten Restwassers beschränkt bleiben.

Eine dichte oder teildichte Sohle kann entstehen:

- *durch die Einbindung der Verbauwand in einen natürlichen Wasserstauer,*
- *als eine tiefliegende Düsenstrahlsohle,*
- *als eine verankerte Düsenstrahlsohle,*
- *als eine Unterwasserbetonsohle oder*
- *durch weitere Sonderverfahren, z.B. durch Vereisung.*

Dabei gilt, dass tiefliegende Dichtsohlen durch das auf ihnen lastende Bodengewicht gegen Auftrieb gesichert werden. Hoch liegende Dichtsohlen werden gegen den darunterliegenden Boden oder gegen die Verbauwände verankert.

Bei quer zur Grundwasserströmung liegendem langen Verbau muss erforderlichenfalls auf die Grundwasserkommunikation zwischen den Bereichen beiderseits des Baugrubenverbaus geachtet werden.

Zu diesem Zweck können Dränagen und die beiden Bereiche verbindende Leitungen hergestellt werden.

Für die Behinderung des Grundwasserstroms durch den Baugrubenverbau müssen wasserrechtliche Genehmigungen vorliegen.

Durch geeignete Wasserhaltungen außerhalb und/oder innerhalb des Verbaus kann eine gezielte Grundwasserabsenkung erreicht werden.

Dafür müssen bau-/wasserrechtliche Genehmigungen vorliegen, denn durch diese Maßnahme wird der natürliche Wasserkreislauf erheblich gestört.

Eine wasserdichte Sohlen- und Wandausführung kann bei einer Grundwasserabsenkung zumeist entfallen.

Ein weiterer baulicher Vorteil einer Absenkung des Grundwasserspiegels liegt in der Reduktion der Wandbelastung. Das erlaubt eine wirtschaftlichere Wandbemessung.

Ein Nachteil der Absenkung kann sich aus dem Ausbleiben des Auftriebs ergeben, was zur Erhöhung des wirksamen Bodengewichts führt. Das Resultat können Setzungen sein, die insbesondere eine vorhandene Bebauung stark beeinträchtigen können!

- **Baugruben in felsartigen Böden**

Verwitterte felsartige Böden besitzen die Eigenschaft, dass ihre im ungestörten Zustand vorhandenen Eigenschaften sich durch äußere Einflüsse erheblich verändern können. Auslöser können schon die mit den Verbaumaßnahmen einhergehenden Erschütterungen, der Luft- und Wasserzutritt, die Entspannungsbewegungen und die Änderungen des Porenwasserdrucks in der Klüftung sein.

Im Unterschied zum Lockergestein kann beim Auftreten von Bewegungen in felsartigen Böden der Gebirgsdruck durch den sog. progressiven Bruch sehr deutlich zunehmen.

Eine Verbaumaßnahme muss deshalb so erfolgen, dass Bewegungen des Bodens vermieden werden. Unverzüglich nach der Freilegung wird der Verbau satt an das freigelegte Gestein angeschlossen.

Weil der jeweils vorhandene Störungsgrad des Gebirges wirksam werden kann, lassen sich feste und verlässliche Regeln für die Größe und Verteilung des Gebirgsdruckes nicht angeben.

Deshalb empfiehlt der Arbeitskreis Baugruben (EAB) wie folgt vorzugehen:

- *Ansatz einer rechteckigen Verteilung des Gebirgsdruckes,*
- *Erhöhung der so ermittelten Schnittgrößen um 30 % für die Bemessung der Bauteile,*
- *Vorspannung aller Steifen und Anker und*
- *Messungen in repräsentativen Querschnitten.*

Weiterführende Literatur

[1] Grundbautaschenbuch, Teil 3, Verlag Ernst & Sohn

[2] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB)

[3] Merkblatt über Wasserhaltungen bei Baugruben (Bautechnik 70 (1993), Heft 5)

7 Anker

Definition

Anker in der Geotechnik dienen der Einleitung von Zugkräften in den Baugrund. Um den Sprachgebrauch zu vereinheitlichen, werden die gebräuchlichen Begriffe anhand des Regelwerkes unterschieden:

Bodennägel, Felsnägel

Nägel, ob im Boden oder Fels eingesetzt, werden nicht vorgespannt. Sie sind auf ihrer ganzen Länge verpresst. Ihr Durchmesser beträgt nicht mehr als 32 mm und sie können auf Scherung (z.B. Hangsicherung) beansprucht werden.

Zugpfähle

Zugpfähle können aus Walzstahlprofilen (RV-, MV-, RI-Pfähle) oder Betonstabstählen (Mikropfähle) bestehen. Sie werden auf der ganzen Länge verpresst. Es können unter Umständen auch begrenzt Druckkräfte aufgenommen werden.

Verpressanker

Verpressanker sind vorgespannte Bauteile, welche die Zugkräfte mittels Ankerkopf, Stahlzugglied und Verpresskörper in den Baugrund ableiten. Das Stahlzugglied ist zwischen Ankerkopf und Verpresskörper frei beweglich und wird vorgespannt. Verpressanker können keine Scherkräfte aufnehmen.

Über die genannten Definitionen hinaus werden Anker als Dauerbauteile oder für den zeitlich begrenzten Einsatz ausgeführt.

Herstellung von Ankern

Für die Herstellung der für Anker notwendigen Bohrungen stehen eine Reihe von Verfahren zur Verfügung, deren Anwendung sich nach dem anstehenden Baugrund richtet. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht:

Tabelle 7-1: Übliche Ankerbohrverfahren [2]

Bezeichnung des Bohrverfahrens	Verrohrung	Spülung	Haupteinsatzgebiete
Rammbohrung	ja	nein	Locker bis mitteldicht gelagerte, nichtbindige Böden (Einsatz auch bei Bohrungen gegen drückendes Grundwasser)
Drehschlagbohrung, Außenhammer	nein	Luft	Fels
Drehschlagbohrung, Senkhammer	nein	Luft	Fels, feste, bindige Böden ohne Wasser
Überlagerungsbohrung	ja	Luft / Wasser	Vor allem in nichtbindigen und bindigen, wenig standfesten Böden
Schneckenbohrung	nein	nein	In standfesten bindigen Böden oder weichem Fels
Kernbohrung	ja	Wasser	Fels, Beton, in Ausnahmefällen bindige Böden

Ausschließlich für temporäre Zwecke gibt es selbstbohrende Anker mit Hohlbohrgestänge und verlorener Bohrkrone (z.B. Ischebeckpfähle).

Nach Einbau des Ankers wird vom Bohrlochgrund her der Hohlraum mit Zementsuspension verpresst. Bei vorgespannten Ankern wird die freie Stahllänge durch Freispülen wiederhergestellt. Nachverpressungen können zur Erhöhung der Tragfähigkeit vorgenommen werden.

Nach der Montage des Ankerkopfes erfolgt das Spannen und Festlegen des Ankers.

Bei Verpressankern ist darauf zu achten, dass diese auch zu späteren Zeitpunkten nachgespannt werden können.

Bauarten von Verpressankern

Im Folgenden werden die gebräuchlichsten Ankertypen beschrieben.

Für jeden Anker jedes Herstellers muss eine bauaufsichtliche Zulassung vorliegen.

- *Verbundanker*

Verbundanker leiten die aufzunehmenden Kräfte vom Stahlzugglied über den Verpresskörper in den Baugrund. Dabei reißt der Verpresskörper auf und verliert somit seine Korrosionsschutzwirkung.

Bei Dauerankern müssen deshalb besondere Maßnahmen zum Schutz des Ankers ergriffen werden.

- *Druckrohranker*

Bei Druckrohrankern wird das Zugglied durch ein gewelltes Stahlrohr hindurch auf eine Bodenplatte geführt. Zwischen Bodenplatte und Ankerkopf ist das Zugglied frei dehnbar. Durch diese Konstruktion erhält der Verpresskörper überwiegend Druckkräfte. Die Konstruktion ist aufwändig und wird meist für Daueranker eingesetzt.

Korrosionsschutz

- *Kurzzeitanker*

Kurzzeitanker sind für eine Einsatzdauer von maximal zwei Jahren zugelassen. Ihr Korrosionsschutz ist dementsprechend einfach aufgebaut. Nähere Angaben finden sich in DIN EN 1537, Tabelle 2.

- *Daueranker*

Daueranker sind für dieselbe Lebensdauer wie die von Ihnen gehaltenen Bauwerke ausgelegt, in der Regel 80 - 100 Jahre.

DIN EN 1537 fordert aus diesem Grunde „mindestens eine einzige ununterbrochene Schicht eines Korrosionsschutzmaterials, dessen Wirksamkeit während der geplanten Lebensdauer des Ankers nicht beeinträchtigt werden darf“. In der Praxis werden Daueranker mit doppeltem Korrosionsschutz ausgeführt.

Nähere Erläuterungen dazu finden sich in DIN EN 1537 Tabelle 3.

Ankerprüfungen

DIN EN 1537 schreibt drei Klassen von Ankerprüfungen vor:

1. Untersuchungsprüfungen

Sind immer dann notwendig,

- wenn ein neuer Ankertyp geprüft werden soll,
- die Fachkompetenz des Bauausführenden festgestellt werden soll,
- der Herausziehwiderstand des Ankers in Abhängigkeit von den Baugrundverhältnissen und den verwendeten Baustoffen ermittelt werden soll,
- noch keine Untersuchungsprüfungen für den gewählten Ankertyp im anstehenden Baugrund vorliegen und/oder
- höhere Gebrauchslasten als bisher üblich in den Baugrund eingeleitet werden sollen.

2. Eignungsprüfungen

- Bestätigen oder ersetzen die Ergebnisse der Untersuchungsprüfung
- Sind an mindestens drei Ankern durchzuführen, die unter gleichartigen Ausführungsbedingungen wie die Bauwerksanker hergestellt wurden
- Die Prüfkraft ist nach DIN 1054 Abschnitt 9.4 zu ermitteln.

3. Abnahmeprüfungen

- Jeder Bauwerksanker ist zu prüfen.
- Die Prüfkraft ist nach DIN 1054 Abschnitt 9.4 zu ermitteln.

Das für die jeweilige Ankerprüfung zu verwendende Prüfverfahren ist vom Auftraggeber nach DIN EN 1537 und DIN 1054 festzulegen.

Bodennägel, Felsnägel

Hauptanwendungsgebiete für Nägel sind Baugrubenverbauten und die Sicherung rutschgefährdeter Hänge und Böschungen. Als weitere Sicherungselemente werden Spritzbeton, Betonstahlmatten oder auch Betonfertigteile eingesetzt. Beim Einsatz von Nägeln zur Stabilisierung rutschender Böschungen kann möglicherweise auf Kopfplatten o. ä. verzichtet werden.

Nägel werden immer ohne Vorspannung eingebaut und auf der gesamten Länge des Stahlzuggliedes verpresst. Zur Aktivierung der Vernagelungswirkung (Abscheren) muss sich der Baugrund minimal verformen können.

Je nach Anwendungsfall werden temporäre und Dauernägel unterschieden. Deren Korrosionsschutz wird wie für Anker ausgeführt.

Die Werkstoffe der Nägel können Betonrippenstähle, Feinkornbaustähle oder kunststoffgebundene Glasfasern (GFK) sein.

Das Bauverfahren Bodenvernagelung muss eine bauaufsichtliche Zulassung besitzen.

Prüfung und Abnahme von Nägeln sind in den jeweiligen Zulassungsbescheiden geregelt.

Zugpfähle

Zugpfähle gliedern sich in drei Gruppen:

- *Mikropfähle nach DIN EN 14199*

Mikropfähle sind nicht vorgespannte Tragglieder, die einen maximalen Durchmesser von 300 mm haben.

Werden die Pfähle gerammt, sind nur 150 mm erlaubt.

Sie können auch zur Abtragung von Druckkräften eingesetzt werden. Wesentliche Bestandteile des Pfahls sind das Stahltragglied (Durchmesser bis 63,5 mm), der Korrosionsschutz (für Dauerpfähle doppelt) und die Zementsuspension als Verpressmittel (über die gesamte Pfahllänge).

Umgangssprachlich werden Mikropfähle auch als „GEWI-Pfähle“ bezeichnet.

- *Rammpfähle aus Stahlprofilen*

Rammpfähle aus Stahlprofilen (RV-, MV-Pfähle) werden (wie auch RI-Pfähle) beim Straßenbau vorwiegend für die Sicherung von Unterwasserbetonsohlen (temporär) eingesetzt. Der Schaft des Pfahles besteht aus Stahlprofil mit angeschweißter Schneide. Beim Rammen wird der Baugrund verdrängt und mit Zementsuspension gefüllt. Der kraftschlüssige Verbund mit dem Baugrund wird nach Erreichen der Endteufe durch Verpressen erlangt.

- *Rüttelinjektionspfähle*

Bei Rüttelinjektionspfählen (RI-Pfählen) wird die Schneide durch an das Profil angeschweißte Flacheisen ersetzt. Dadurch wird ein Überschnitt erzeugt, welcher während des Einvibrierens mit Zementsuspension verpresst wird.

Die beiden letztgenannten Systeme können nur bei geeigneten Bodenverhältnissen eingesetzt werden. Liegen sehr dicht gelagerte nichtbindige Böden oder feste bindige Böden vor oder werden Rammhindernisse erwartet, scheiden diese Pfähle aus.

Anker und Nägel im Tunnelbau

Für Anker und Nägel im Tunnelbau gilt DIN 21521, Teile 1 und 2.

Neben den üblichen Stahltraggliedern werden für die Sicherung der Ortsbrust auch Anker aus kunststoffgebundenen Glasfasern eingesetzt.

Aus der Notwendigkeit heraus, hohe Vortriebsleistungen erzielen zu wollen, werden neben Zementmörtelankern (SN- oder IBO-Anker) auch Kunstharzklebeanker, Spreizhülsenanker und Expansionsanker („Swellex“) eingebaut.

Weiterführende Literatur

[1] Grundbautaschenbuch, Teil 3, Verlag Ernst & Sohn

[2] Lutz Wichter, Wolfgang Meiniger; Verankerungen und Vernagelungen im Grundbau; Ernst & Sohn; Berlin 2000

8 Lärmschutzwände

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe 2023/12,
- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 8 Abschnitt 1 Lärmschutzwände,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Ausgabe 2024/12,
- ARS 15/2018: Merkblatt über Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen (M EBGS-Lsw),
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 38 der Abteilung Technik vom 20.05.2021 – Lärmschutzwände aus Beton,
  ARS 24/2016: Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau, Ausgabe 2012 (RE 2012)
  Hier: Berücksichtigung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 bei der Gesamtabwägung im Rahmen der lärmtechnischen Untersuchung für Wandhöhen ab 5,0 m, die nicht ohne weiteres zugänglich sind,
  ARV Nr. 56 der HA 2 : Planungsleitfaden Immissionsschutz Teil: Lärm.

Allgemeines

Lärmschutzwände mit einer Höhe von mehr als 2,50 m sind in Abstimmung mit dem Betriebssitz zu gestalten bzw. im Rahmen der Aufstellung eines Gestaltungsentwurfes für einen Streckenabschnitt mit einzubeziehen.

Der erforderliche Absorptionsgrad bzw. die erforderliche Reflexionsminderung einer Lärmschutzanlage richtet sich nach den Vorgaben aus der Planfeststellung (lärmtechnische Berechnung).

Sowohl für die Schalldämmung als auch die Schallabsorption (bzw. die Schallreflexion) gelten enge Grenzwerte, die in einschlägigen Normen geregelt, durch Eignungsversuche an den Wandplatten nachzuweisen und in einem Prüfzeugnis anerkannter Prüfstellen zu dokumentieren sind (Planfeststellungsbeschluss beachten).

Dieses Prüfzeugnis ist auszuschreiben und vor Baubeginn einzufordern.

Die Bedeutung des Prüfzeugnisses ergibt sich auch hinsichtlich der schalltechnischen Wirkung von gestalteten Flächen der Lärmschutzwand. Die Gestaltung hat i. d. R. einen

positiven Einfluss auf den Absorptionsgrad der Vorsatzschale, kann sich aber in ungünstigen Fällen auch nachteilig auswirken.

Daher ist bei der Ausschreibung unbedingt darauf zu achten, dass insbesondere hinsichtlich der Absorptionsschale keine Dickenabmessungen, sondern nur die erforderlichen Eigenschaften beschrieben werden. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die schalltechnischen Messungen an repräsentativen Wandausschnitten mit der ausgeschriebenen Wandflächengestaltung (Körnung, Wellenprofile, Farbbeschichtungen, etc.) geführt werden. Ggf. sind dafür vorab Musterplatten anzufertigen und für eine Prüfung zur Verfügung zu stellen.

Lärmschutzwände mit einer sichtbaren Mindesthöhe von 2,00 m gelten als Ingenieurbauwerke im Sinne der DIN 1076. Die darin getroffenen Regelungen sind zu beachten.

Hinsichtlich der Kosten sind transparente Wände mit einem etwa doppelt so hohen Wert wie reguläre Lärmschutzwände aus Beton einzustufen.

Einwirkungen aus Erddruck

Neben der Windbelastung erfahren Lärmschutzwände ggf. in den Sockelbereichen Einwirkungen aus seitlichem Erddruck. Die Größe des Erddrucks wird dabei auch durch die Verformbarkeit der Sockelplatte beeinflusst; i. d. R. ist ein erhöhter aktiver Erddruck anzusetzen. Wenn möglich, ist eine zweilagige Bewehrung vorzusehen.

Berücksichtigung von Abgrabungen

In Anlehnung an ZTV-ING Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 1 sind für den statischen Nachweis von Gründungen von Lärmschutzwänden bei vorhandenen Rohrleitungen Abgrabungen zu berücksichtigen. Als zu berücksichtigende Abgrabungstiefe ist die Unterkante der Rohrleitung in Ansatz zu bringen. In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, mit welcher Abgrabung (Tiefe und Ausdehnung) vor der Gründung für die Standsicherheitsnachweise gerechnet werden muss. Sofern nicht anders angegeben, ist i. d. R. von einer Abgrabungstiefe von 1 m auszugehen.

Höhe der Lärmschutzwände

Ab einer Wandhöhe von 6,50 m über der Einspannebene sind die Wände bereits in der Entwurfsphase für die Straßenplanung mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

Auf Brücken ist die Wandhöhe nach Möglichkeit auf die in den Richtzeichnungen zugrunde gelegte Maximalhöhe von 5,00 m zu begrenzen.

Die Prüfbarkeit von Lärmschutzwänden ist ab 5,00 m Höhe nachzuweisen (RE-ING Teil 5 und ARS 24/2016).

Die Möglichkeiten und Bedingungen für die Überwachung, Prüfung und Erhaltung der Lärmschutzwände sind in einem Prüfkonzept im Rahmen des Vorentwurfes festzulegen. Diese sind in Zeichnungen und Erläuterungen anzugeben und zu beschreiben.

Größere Wandhöhen sind möglich, wenn die Bauwerksprüfung z. B. vom Talgrund her erfolgen kann. Die Prüfbarkeit mit Angabe der Aufstellflächen für erforderliches Prüfgerät ist bereits in der Entwurfsphase für die Straßenplanung zu klären, zu dokumentieren und mit dem Referat KIB des Betriebssitzes abzustimmen.

Bei der Beurteilung können die allgemeinen bzw. speziellen Gefährdungsbeurteilungen von vergleichbaren Bauwerken herangezogen werden. Liegen keine vergleichbaren Gefährdungsbeurteilungen für die Bauwerksprüfung und die betriebliche Unterhaltung vor, so sind diese im Rahmen der Entwurfsbearbeitung zu erstellen (RE-ING Teil 2 Brücken Abschnitt 3 BDA-BRÜ).

Das Prüfkonzept ist dem Vorentwurf als Anlage beizufügen.

Die festgelegten erforderlichen Planungsmaßnahmen (z. B. befestigte Betriebswege in ausreichender Breite für den Einsatz von Prüffahrzeugen) sind bei der weiteren Entwurfsbearbeitung zu beachten und bei der Baudurchführung umzusetzen.

Die für die Abstimmung erforderlichen Pläne müssen eine maßstabsgetreue Darstellung der Wandhöhe und des Brückenbauwerks enthalten.

Einbau von Lärmschutzelementen an Tunnel- bzw. Trogwänden und ggf. bei Tunneldecken oder Stützwänden

Es sind ausreichend tiefe Nischen für die Aufnahme der Elemente vorzusehen. Schon in der Planungsphase ist an einen späteren Austausch der Elemente und die damit verbundene Verkehrssicherheit zu denken. Die Lichtraumprofile (lichte Höhe, lichte Weite) des Tunnels dürfen durch die Lärmschutzelemente nicht beeinträchtigt werden. Die Verankerungspunkte sind demontierbar und leicht zugänglich zu gestalten. Bei Lärmschutzelementen an Tunneldecken sind neben dem Lichtraumprofil auch die betrieblichen Ausstattungselemente zu beachten.

Bepflanzung anliegerseitig

Der Mindestabstand der Bepflanzung zu allen baulichen Anlagen (Bermen, Servicetüren, Böschungstreppen, etc.) ist mit 3,00 m einzuhalten. In der Randbepflanzung (1. und 2. Pflanzreihe) ist auf dornige Pflanzen zu verzichten.

Bepflanzung verkehrsseitig

Bei Pflanzbeeten analog LS 15, Blatt 3 sollten die Pflanzen jeweils in größeren Gruppen (Blöcken) gepflanzt werden. Gepflanzt werden können hier: Symphoricarpuschen `Hancock`(Niedrige Purpurbeere), Lonicera xylosteoides `Clavey´s Dwarf`(Niedrige Heckenkirsche), Rosa nitida (Glanz-Rose), Rosa rugosa `Rotes Meer` wurzelecht (Bodendeckerrose) oder Ligustrum vulgare `Lodense`(Zwerg-Liguster).

„Die oben genannten Pflanzen gebietsfremder Herkünfte werden speziell aufgrund ihres niedrigen Wuchses vorgeschlagen. Sie sind nicht gebietseigen bzw. Züchtungen.

Die Verwendung von Pflanzen gebietsfremder Herkünfte ist nur in besonderen Fällen zulässig. Hier ermöglicht der Sonderstandort Verkehrsseite einer Lärmschutzwand bzw. der Lage im unmittelbaren Straßenseitenraum die Verwendung, da für die Bepflanzung die Gewährleistung der Verkehrssicherheit, die Verträglichkeit gegenüber vorhandenen Emissionen und Salzfrachten vorrangig zu beachten sind. Grenzen jedoch naturschutzrechtlich geschützte Gebiete (Natura 2000-Gebiete, Naturschutzgebiete) an das Vorhaben an, so ist das Pflanzgut (die Sorten) mit der zuständigen Naturschutzbehörde abzustimmen (BMU (HRSG.): Leitfaden zur Verwendung gebietseigener Gehölze, Stand Januar 2012).“

Rückbau und Dokumentation

In der Vergangenheit wurden viele Lärmschutzwände vor allem im westfälischen Teil von NRW von Künstlern gestaltet.

Bei der Beauftragung zur Aufstellung des künstlerischen Gestaltungsentwurfes wurde in den Verträgen unter Punkt 8) „Urheberrecht“ vereinbart:

„Wenn das Kunstwerk aus zwingenden Gründen geändert oder beseitigt werden muss, verpflichtet sich die Straßenbauverwaltung, das Kunstwerk in fotografischer Form zu archivieren.“

Im Falle eines Rückbaus/Ersatzneubaus einer Lärmschutzwand ist zu prüfen, ob dieser Sachverhalt eintritt und die erfolgte Gestaltung zu dokumentieren ist.

Die Dokumentation sollte eine schriftliche Begründung über Art und Umfang zum Rückbau enthalten. Ferner sollten wesentliche Teile (sichtbare Teile) der Abwickelung der Wand auf der Anliegerseite und Verkehrsseite in fotografischer Form aufgenommen werden.

Wurde auf eine generelle Gestaltung der Anliegerseite verzichtet, so sollte zumindest die im Einzelfall schwerpunktartige Gestaltung von Überführungsbauwerken (“Supraporten“) fototechnisch dokumentiert werden.

Die erstellte Dokumentation ist dem KIB in einfacher Form zu übergeben bzw. kann auch in digitaler Form übersendet werden.

Weitere Regelungen

DIN EN 1793	Lärmschutzeinrichtungen an Straßen - Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften
DIN EN 1794	Lärmschutzeinrichtungen an Straßen - Nichtakustische Eigenschaften

9 Becken, Schachtbauwerke und Wellstahlbauwerke

9.1 Becken, Schachtbauwerke

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- ARS 22/2012: Technische Baubestimmungen Brücken- und Ingenieurbau,
  - DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke,
  - DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken,
  - Anlage 3 – Verkehrslasten auf Brücken,
  - Anlagen 4 und 4.1 – Betonbrücken,
- ARS 03/2025: Fortschreibung der Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING Teil 7), Ausgabe 2024/12.

In ZTV-ING Teil 8 Abschnitt 4 und RE-ING Teil 7 werden „Becken und Pumpenhäuser aus Beton“ behandelt. Dort werden alle Belange von Konstruktion, Baustoffen, Dichtheit, Ausstattung und Betrieb geregelt. Darüber hinaus ist auch die ARV Nr. 1 TECH Planungsleitfaden für die betriebstechnische Ausstattung, (konstruktive) Gestaltung und den Betrieb von Abwasserpumpstationen im Zuständigkeitsbereich von Straßen.NRW.

Definition

Um die Kommunikation zwischen Straßenentwässerungsplanung und Konstruktiver Planung zu verbessern, wurden die behandelten Beckenarten in Anlehnung an die Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (REwS) wie folgt definiert:

Sedimentation

- Absetzbecken

Dienen der Sedimentation von Feststoffen und sind so auszuführen, dass auch Leichtflüssigkeiten zurückgehalten werden können. Sie können geschlossen oder offen erstellt werden.

- Regenklärbecken

Dienen der Trennung des Oberflächenwassers von absetzbaren und aufschwimmbaren Stoffen. Vor dem Zulauf ist ein Entlastungsbauwerk vorgeschaltet, dass den Zulauf zum Becken auf einen kritischen Zulauf begrenzt. Sie können geschlossen oder offen erstellt werden.

Rückhaltung des Oberflächenwassers

Regenrückhaltebecken dienen der Zwischenspeicherung und gedrosselten Abgabe von Oberflächenwasser in einen Vorfluter. Sie können geschlossen oder offen erstellt werden.

Abscheideranlagen

Abscheideranlagen dienen der Abtrennung von Benzin und ähnlichen Flüssigkeiten sowie aufschwimmender Feststoffe vom übrigen auf der Strecke anfallenden Wasser.

Havariebecken

Dienen in Tunnelanlagen als Rückhalteeinrichtungen für Schadflüssigkeiten (z. B. Mineralöle, Chemikalien, Löschwasser) und sonstige Wassermengen.

Pumpenhäuser

Dienen der trockenen Aufstellung von Pumpen zum Heben von Straßenabwasser. Sie können konstruktiv ein Teil von Regenrückhaltebecken oder Betriebsgebäuden sein.

Löschwasserbecken

Löschwasserbecken dienen dem ständigen Vorhalten einer definierten Wassermenge für Tunnelanlagen.

Zuständigkeiten

Die Zuständigkeit für Betonbecken liegt bezüglich der wassertechnischen Bemessung, Dimensionierung sowie Anordnung von Ölabscheidern etc. bei der Abteilung Planung. Dort werden auch etwaige umweltrechtliche Konflikte und baurechtliche Belange geprüft.

Die statische und konstruktive Ausbildung der Becken liegt im Zuständigkeitsbereich der Abteilung Bau.

Eine ggf. erforderliche betriebstechnische Ausstattung ist mit der Abteilung Verkehr abzustimmen.

9.2 Wellstahlbauwerke

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 8 Abschnitt 5 Wellstahlbauwerke.

Allgemeines

Biegeweiche, in die Erde eingebettete Rohre (Wellstahlbauwerke) bestehen aus gewellten, werksseitig korrosionsgeschützten Stahlblechelementen, die auf der Baustelle zu Querschnitten verschraubt und danach in verdichtungsfähigem Boden eingebettet werden.

Diese Rohre bzw. Durchlassbauwerke werden in der Regel als Kanalrohre, Bachdurchlässe und Unterführungen für Straßen und Eisenbahnlinien verwendet.

Ergibt sich bei der Entwurfsbearbeitung eines Bauwerkes, dass die Ausführung als Wellstahlrohr die zweckmäßigste Lösung in technischer, wirtschaftlicher und gestalterischer Hinsicht ist, so soll diese Variante weiterverfolgt werden.

Die Mindestüberdeckung von s/6 bzw. 0,60 m ist zwingend für diese Bauweise vorgeschrieben (s = Spannweite des Profils). Der größere Wert ist hierbei maßgebend. Das „Bauwerk“ besteht aus 2 Werkstoffen, nämlich Boden und Stahlblech und lebt von der Interaktion beider. Eine Mindestblechdicke von mindestens 3 mm ist zu berücksichtigen. Sollte eine Stahlsorte höher als die übliche Stahlsorte S 235 zum Einsatz kommen, muss die Bemessung unter Beachtung von Wellung, Spannweite und Überdeckung angepasst werden.

Alle weiteren Bedingungen, wie z.B. Entwurfsgrundlagen, Werkstoffe, Einwirkungen, Bemessungsrichtlinien, konstruktive Festlegungen, Korrosionsschutz, Einbau, Komplettierung, sowie Ausführungs- und Bestandsunterlagen sind in der o. g. Vorschrift festgelegt.

10 Verkehrszeichen- und Signalbrücken

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
  Teil 8 Abschnitt 3 Verkehrszeichenbrücken,
- ARS 12/2024: Fortschreibung der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe 2023/12,
- Nachrichtlich:
  ARV Nr. 99 der HA3: Überarbeitete Typenentwürfe für Geräteträger zur Installation von Geräten im Rahmen der LKW-Maut-Erhebung.

Allgemeines

Die Planung der Standorte sowie die Planung der Schilder bzw. der Zeichengeber erfolgt durch das Referat *Verkehr.*

Die Planung der Tragkonstruktion erfolgt durch die Abteilung Bau der Niederlassungen.

Als Verkehrszeichenbrücken werden in der ZTV- ING Teil 8 Abschnitt 3 alle Tragkonstruktionen bezeichnet, an denen Schilder oder Zeichengeber über dem Verkehrsraum befestigt werden.

Typenentwürfe der Geräteträgerbrücken zur Installation von Geräten im Rahmen der LKW-Maut-Erhebung werden in der ARV Nr. 99 der HA 3 vom 10.04.2014 behandelt.

Entscheidungen für die Tragkonstruktion

- Es ist festzulegen, welche Konstruktionsart an dem vorgesehenen Standort gebaut werden soll:
  - Brückenkonstruktion,
  - Kragarm, mit einseitiger oder zweiseitiger Auskragung (die einseitige Auskragung soll 12 m nicht überschreiten, um eine wirtschaftliche und robuste Konstruktion zu erhalten) oder
  - Kombination aus Brücke mit Auskragung.

  Bei der Konstruktion ist auch festzulegen, ob sie begehbar oder nicht begehbar sein soll.
- Für die Tragkonstruktion ist in der Regel der Werkstoff Stahl zu verwenden. Konstruktionen aus Aluminium sind nur mit vorheriger Zustimmung durch den Betriebssitz zulässig. Andere Werkstoffe sind nicht zugelassen.

- Bei der Auswahl der Fundamente bzw. Betonsockel müssen die Anforderungen der Richtlinie für passive Schutzeinrichtungen (RPS) und die entsprechenden Richtzeichnungen (RIZ-ING) für Verkehrszeichenbrücken in der aktuellen Fassung berücksichtigt werden. Es ist zu überprüfen, ob das gewählte Schutzsystem für die Strecke mit dem Schutzsystem für das Bauwerk kompatibel und auch geprüft ist.

Bei der Ausarbeitung des Bauwerksentwurfes sind die entsprechenden Richtzeichnungen für die Detailplanung (Betonsockel, nicht begehbare oder begehbare Konstruktionen, Befestigungselemente für Schilder) zu berücksichtigen.

Besonders zu beachten sind**:**

- Der Riegel-Stiel-Anschluss muss biegesteif ausgeführt werden; gelenkige Riegel- Stiel-Anschlüsse sind nicht zulässig.
- Fußpunktverankerungen dürfen nicht aus Edelstahl hergestellt werden.
- Die Verankerungsschrauben sind nicht abzudecken.
- Es muss eine Fertigungsüberwachung für die Konstruktion und für den aufzubringenden Korrosionsschutz durchgeführt werden. Dies ist bei der Ausschreibung und Kostenermittlung zu beachten.

11 Rückbau von Ingenieurbauwerken

Gültige Regelwerke, Richtlinien, Allgemeine Rundschreiben, Erlasse

- ARS 03/2026: Fortschreibung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Ausgabe 2026/01,
- DIN 18007 Abbruchverfahren,
- DIN 20163 Sprengtechnik,
- DIN 18459 Abbruch- und Rückbauarbeiten,
- ARS 11/1999: Merkblatt für Untersuchungen an abzubrechenden Brücken,
- Nachrichtlich:
  Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG),
  Landesabfallgesetz NRW (LAbfG NW),
  ARV. Nr. 15 des REF 3: Informationen zur abfallrechtlichen Überwachung.

Allgemeines

Aus unterschiedlichen Gründen kann ein Abbruch eines Ingenieurbauwerks erforderlich werden. Diese können z.B. sein:

- *Die Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie hat ergeben, dass die Tragfähigkeit nicht mehr den heutigen Anforderungen genügt und eine Verstärkung nicht mehr wirtschaftlich ist.*
- *Eine erforderliche Instandsetzung ist nicht mehr wirtschaftlich.*
- *Die Bauwerks-Abmessungen entsprechen nicht mehr den heutigen Erfordernissen.*
- *Das Material zeigt Ermüdungserscheinungen.*
- *Das Bauwerk wurde durch einen Schadensfall beschädigt.*

In den meisten Fällen steht der Abbruch eines Ingenieurbauwerks im Zusammenhang mit einem Ersatzneubau.

Es kommen auch Teilabbrüche z.B. des Überbaus in Frage. In solchen Fällen sollte jedoch geprüft werden, ob ein Komplettabbruch im Einzelfall in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht vorteilhafter ist.

Die Grundlage einer Abbruchmaßnahme ist der Abbruchentwurf, der als Leistung der Objekt- und Tragwerksplanung in der Regel von einem Ingenieurbüro aufgestellt und vorbemessen wird.

Für die Konzeption von Abbruchmaßnahmen sind neben den technischen Aspekten und der Wahl des geeigneten Abbruchverfahrens auch die Entsorgung bzw. Wiederverwertung des Baumaterials von großer Bedeutung.

Hierzu ist für alle anfallenden Abbruchmaterialien eine entsprechende chemisch-physikalische Voruntersuchung erforderlich (s. Abschn. „Verwertung bzw. Entsorgung der Abbruchmaterialien“).
Abbruchmaßnahmen sind gemäß den gesetzlich festgeschriebenen Anforderungen zur Abfallvermeidung bzw. stofflichen Verwertung in Form von geordneten Rückbaumaßnahmen mit entsprechender Trennung der Baumaterialien durchzuführen (KrWG).

Darüber hinaus ist zu beachten, dass möglichst schon in der Planungsphase ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator nach der Baustellenverordnung zu beauftragen ist.

Auch bei Abbruchmaßnahmen sind die Abteilung Planung (Landespflege) und die Abteilung Bau/Landschaftsbautechnik (Umweltbegleitung) zu beteiligen um umweltrechtliche Konflikte zu vermeiden (s. Teil II Abschnitt 1.6.5).

Vorbereitung des Abbruchs

Als Vorbereitung des Abbruchs ist es u.U. erforderlich, das Bauwerk zu „leichtern“. Das kann aus Gründen der Separierung der Abfallstoffe, der Gewichtsreduzierung oder zur Vereinfachung der nachfolgenden Abbrucharbeiten notwendig sein. Hierbei kann unterschieden werden zwischen:

- *Demontage*
  von Aufbauten wie z.B. Lärmschutzwände, Schutzeinrichtungen, Geländer, Übergangsabdeckbleche,
- *Mechanisches Trennen bzw. Abbrechen und ggf. Zerkleinern*
  von fest mit dem Bauwerk verbundenen Bauteilen wie z.B. Kappen, Kragarme,
- *Oberflächiges Abtragen*
  sämtlicher Straßenbeläge, Betonschutzschichten usw..

Tabelle 11-1: Verfahren zur Vorbereitung des Abbruchs

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
Demontieren				
Demontage (kombiniertes verfahren)	Nach dem Lösen kraftschlüssiger Verbindungen erfolgt, je nach Bauteilgröße, dass manuelle oder maschinelle Anheben und Absetzen des zu	Lösen kraftschlüssiger Verbindungen mittels Schraubenschlüssel o.ä. bzw. mittels Trenn- / Schneidwerkzeugen.	ggf. Lärm	Ein- und Aufbauteile; Bauwerks-ausstattungen

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
	demontierenden Bauteils.			
Mechanisches Trennen / Abbrechen s. Tab. 11-3				
Oberflächiges Abtragen				
Fräsen	Abtragen von horizontalen oder schwach geneigten Flächen.	Flächen werden mit Fräsköpfen, die mit rotierenden Fräsmeißeln besetzt sind, schichtweise entfernt.	Starke Staubentwicklung	Bewehrter und unbewehrter Beton oder Mauerwerk, Bituminöse Flächen, Abdichtungen
Hoch-,Höchstdruck-Wasserstrahlen	Flächen werden mit Hochdruck- oder Höchstdruckwasser-strahlen schichtweise abgetragen.	Hoch-/ Höchstdruck-wasser (HDW) aus Höchstdruckwasser-pumpen mit handgeführter Strahllanze oder automatengeführt (Wasserstrahl - fräsen).	Hohe Lärmbelastung; Schalldruck bis zu 120 dB. Hoher Wasseranfall; Auffangen bzw. Absaugen und getrenntes Abführen des anfallenden Wassers.	Abtragen vom massiven- bzw. stark geschädigten Beton, Entfernung aller Arten von Altbeschichtungen bis zum Lösen zentimeterdicker Bitumenschichten. Je nach Wasserdruck, kann die vorh. Bewehrung erhalten werden.
Sonstige Verfahren zur Oberflächen-vorbereitung	**Nach ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 4 Tab. 3.4.2 – Verfahren zum oberflächennahen Abtragen maroder Schichten**			

Bei Abbruchverfahren, bei denen das Herabfallen von Bauwerksteilen oder Trümmern vorgesehen ist oder nicht ausgeschlossen werden kann, kann nötigenfalls zum Schutz der untenliegenden Flächen ein Sand-Kiesbett aufgeschüttet werden. Die Stärke der Bettung wird entsprechend der erwarteten Größe der kinematischen Energie der herabfallenden Trümmerteile, also abhängig von der Größe der Teile und der Fallhöhe, gewählt.

Falls es sich bei der zu schützenden Fläche um offenporige Asphaltdecke handelt, ist unter der Sandbettung eine Vlies- / Folienabdeckung zu verlegen.

Beschreibung der Hauptverfahrensarten

Konventioneller Abbruch

Der Konventionelle Abbruch eignet sich besonders bei Maßnahmen zum Abbruch der Über-/Unterbauten bei allen Arten von Massivbrücken aus Beton, Stahl- und Spannbeton, Naturstein und Mauerwerk.

Überwiegend findet der konventionelle Abbruch Anwendung bei überschaubaren und einfachen, statisch bestimmten Tragwerken mit geringer Bauhöhe (h < 10m), geringen Bauteilstärken (d < 500 mm), niedriger Festigkeit und wenig unterschiedlichen Baumaterialien.

Beim konventionellen Abbruch werden Brücken mittels Abbruchgeräten mit Anbau-/Abbruchwerkzeugen (Hydraulik-/Drucklufthämmer, Stahlgewichte) grob zerkleinert.

Die möglichen Verfahren hierzu bezeichnet man als „Mechanisches Abbrechen“ (Tab. 11-3).

Tabelle 11-2: Vor- und Nachteile – Konventioneller Abbruch

Vorteile	Nachteile
• hohe Arbeitsproduktivität • überschaubarer Geräteaufwand • das Bruchgut besteht überwiegend aus kleinstückigem Material • schnelle und variable Einsatzmöglichkeit	• Abbruchhöhe begrenzt • Untergrund muss hohe Tragfähigkeit besitzen (Abbruchgeräte) • starke Lärmbeeinträchtigung • starke Staubentwicklung macht ein Wasserbesprühen bzw. Abplanen der umgebenden Flächen erforderlich • Erschütterungen • schwierige Trennung der Baustoffe für die Entsorgung

Tabelle 11-3: Konventionelle Abbruchverfahren

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
Mechanisches Abbrechen				
Einschlagen	Zerkleinern und Lösen von Bauteilen. Es dürfen sich keine zu erhaltenden Bauteile in der Nähe befinden.	Manuell durch Handhammer / Vorschlaghammer. Maschinell mittels Seilbagger unter Verwendung eines Stahlgewichtes.	Sehr starke Staubentwicklung; hoher Wasseranfall, bei kontinuierlichem Anfeuchten. Beachtung von Erschütterungen.	Bewehrter und unbewehrter Beton oder Mauerwerk

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
Abtragen, Aufbrechen, Stemmen	Zerkleinern bzw. Lösen einzelner Bauteile durch einen Meißel.	Mit manuell oder maschinell geführten Werkzeugen: Elektro-, Druckluft-, Hydraulikhammer. Mit Werkzeugen an Trägergeräten	Relativ hohe Staubbelastung des Personals, Staubbelastung für Umgebung eher gering. Auftretende Erschütterungen müssen berück-sichtigt werden	bewehrter und unbewehrter Beton, Mauerwerk oder Asphalt
Mechanisches Trennen				
Pressschneiden	Zangenförmig angeordnete Backen werden hydraulisch zusammengedrückt und zerpressen das zwischen ihnen befindliche Bauteil.	hydraulische Betonzangen	Hohe Staubentwicklung (abhängig von der Baustoffart).	Bewehrter und unbewehrter Beton oder Mauerwerk.
Scherschneiden	Scherenförmig angeordnete Backen werden hydraulisch zusammengedrückt und scheren das zwischen ihnen befindliche Bauteil ab.	hydraulische Schrottscheren	Keine Besonderen	Stahl, Metall, Kunststoff.
Mechanisches Bohren				
Kernbohren	Kernbohrungen zur Schaffung von nachträglichen Durchbrüchen mit hoher Passgenauigkeit. Anwendung in lärm- und erschütterungs-empfindlichen Bereichen.	Hohlbohrer mit diamanthaltigem Schneidbelag unter Zugabe von Kühl- und Spülwasser.	Bohrstaub. Relativ hoher Spülwasseranfall.	Bewehrter und unbewehrter Beton oder Mauerwerk.
Mechanisches Sägen				
Wandsägen	Wandsägen für die Herstellung von nachträglichen Wand-ausschnitten beliebiger Größe mit hoher Genauigkeit.	Wandsägen hydraulisch oder elektrisch angetrieben, auf einem Schienensystem zwangsgeführt.	Geringe Staubentwicklung bei Verwendung von Kühlflüssigkeit, hoher Spül- und Kühlwasseranfall.	Bewehrter und unbewehrter Beton, Naturstein oder Mauerwerk, bis zu einer Schnitttiefe von 80 cm.
Bodensägen	Bodensägen für die Herstellung von nachträglichen Boden-/ Deckenausschnitten beliebiger Größe mit hoher Genauigkeit. Einarbeiten von Schlitzen	Bodensägen mit diamantbestückten Sägeblättern (runde Scheiben).		Bewehrter und unbewehrter Beton, Naturstein oder Mauerwerk, Asphaltböden, Schnitttiefe bis ca. 55 cm.
Seilsägen	Seilsägen ist ein spezielles Sägeverfahren, das bei besonders dicken oder mehrschichtigen Materialien eingesetzt wird.	Sägen mit Diamanten besetzten Stahlseilen.		Öffnungen und Durchbrüche in bewehrtem und unbewehrtem Beton sowie Mauerwerk. Schnitttiefe nahezu unbegrenzt.
Thermisches Schneiden				
Brennschneiden mit Autogenbrenner und Sauerstoff-lanze	Mittels Gasflamme wird die Stahl- oder Metalloberfläche erhitzt. Unter Zuführung eines Sauerstoffstrahls oxidiert	- Autogenes Brenn-schneiden (Gas und Sauerstoff) - Brennschneiden mit Sauerstoffkernlanzen	Starke Rauch- und Brenngasentwick-lung, Funkenflug, und Schlacke Anfall.	Zerlegen von Stahl-konstruktionen. Sauerstofflanze bei dickwandigem Stahl

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
	das Material und fließt als verflüssigte Stahl-/Metallschlacke ab.	(Gas und viel Sauerstoff)		von mehreren Zentimetern
Hydraulisches Trennen / Schneiden				
Hoch-, Höchstdruck-Wasser-schneiden (HDW)	Zerlegen von Bauteilen mittels Hochdruck- (bis 1.000 bar) bzw. Höchstdruck- (bis 4.000 bar) Wasserstrahlen. Teilweise unter Beimengungen von abrasiven Stoffen (z.B. Quarzsand).	Strahlgeräte mit Düsen unterschiedlichster Form je nach Art der Anwendung und des zu zerstörenden Materials.	Hohe Lärmbelastung; Schalldruck bis zu 120 dB. Hoher Wasseranfall; Auffangen bzw. Absaugen und getrenntes Abführen des anfallenden Wassers.	Bewehrter und unbewehrter Beton oder Mauerwerk, lärm- oder erschütterungsempfindliche Bereiche; abhängig vom Wasserdruck und ohne den Einsatz von abrasiven Stoffen bleibt die vorh. Bewehrung erhalten.

Abbruch durch Hebetechnik

Diese Variante kann bei allen Massivbrücken aus Beton, Stahl- und Spannbeton aber auch bei Stahl- bzw. Stahlverbundbrücken eingesetzt werden.

Hierbei wird der vorab gewichtsreduzierte Brückenüberbau (siehe „Vorbereitende Arbeiten“, Tabelle **11-1**: Verfahren zur Vorbereitung des Abbruchs*) an eine Vorschubrüstung (freispannendes Lehrgerüst) gehängt. Danach werden aus dem Überbau einzelne, vorab bestimmte und berechnete, Segmente herausgetrennt. Mittels Hebewerken, z.B. Litzenhebern, werden diese Segmente auf die Geländefläche unter der Brücke abgelegt. Das Senken erfolgt in diesem Fall durch Hydraulikzylinder, durch die mehrere Stahllitzen geführt werden.*

Hubzylinderanzahl und deren Größe werden entsprechend der Last gewählt.

Nach dem Ablegen werden die Teile ggf. mit Hilfe von Kranen transportgerecht zerlegt.

Mit diesem Verfahren sind Lasten weitgehend unbegrenzt in beherrschbare Größen teilbar. Die Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens ist die Schaffung entsprechender Hubzylinderwiderlager.

Tabelle 11-4: Vor- und Nachteile –Abbruch durch Hebetechnik

Vorteil	Nachteil
• sehr effektiv bei großen Höhen und schweren Lasten • geringe Lärm- und Staubbeeinträchtigung • geringe Erschütterungen • geringer Aufwand für Sicherungsmaßnahmen	• das Gelände unter der Brücke muss relativ eben und belastbar sein • großer Platzbedarf für das Zerlegen der Segmente unter der Brücke • hoher Befestigungs- und Zerlegungsaufwand • hoher Kostenaufwand durch den Einsatz der Hebewerke • Arbeitsunterbrechung bei höheren Windstärken

Tabelle 11-5: Abbruchverfahren der Hebetechnik

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
Abbruch durch Hebetechnik				
Hebetechnik	maschinelles Anheben und Absetzen des zu demontierenden Bauteils.	Heben und Ablassen von großen Lasten mit Litzenhebern	Ggf. Emissionen der dazugehörigen Trennverfahren	Bauwerksteile, Ein- und Aufbauteile; Bauwerks-ausstattungen

Rückbau mittels Kran

Diese Variante wird überwiegend für den Überbau-Abbruch von Stahl- bzw. Stahlverbund Bauwerken angewendet.

Der Kranstandort kann sich, je nach Brückenkonstruktion und örtlichen Verhältnissen, entweder auf der Brücke aber auch außerhalb der Brücke befinden.

Vor der Auswahl des Standortes muss die Tragfähigkeit des Untergrundes oder ggf. der Konstruktion der Brücke, auf der der Kran aufgestellt wird, geprüft werden.

Bei der Wahl des geeigneten Kranes muss seine Tragfähigkeit bei der erforderlichen Auslage berücksichtigt werden.

Bei dieser Abbruchvariante werden die einzelnen, abzubrechenden Bauwerksteile an Tragseile des Krans gehängt und dadurch in der Höhenlage gesichert. Zusätzlich sind sie in den waagerechten Richtungen zu sichern. Darüber hinaus müssen erforderlichenfalls weitere von der Maßnahme betroffene Bauteile in geeigneter Weise gesichert werden. *Danach werden die herauszuhebenden Bauwerksteile der Konstruktion herausgetrennt. Dies geschieht durch Sägen, Schneiden oder Schweißbrennen. Anschließend werden die abgetrennten Teile herausgehoben.*

Nach Ablegen der demontierten Bauwerksteile im Schwenkbereich erfolgt ggf. eine weitere Zerlegung mittels Sägen, Schneiden oder Brennen sowie der Abtransport und Entsorgung.

Tabelle 11-6: Vor- und Nachteile –Abbruch mittels Kran

Vorteile	Nachteile
• Abbruchhöhe weitgehend unbegrenzt • geringe Lärm- und Staubbeeinträchtigung • geringe Erschütterungen • geringer Aufwand für Sicherungsmaßnahmen.	• großer Platzbedarf für Kranaufbau und Kraneinsatz • ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes für die Kranaufstellung • hoher Zerlegungsaufwand • hoher Kostenaufwand durch Kraneinsatz • Arbeitsunterbrechung bei höheren Windstärken

Tabelle 11-7: Abbruchverfahren mittels Kran

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
Abbruch durch Hebetechnik				
Hebetechnik	maschinelles Anheben und Absetzen des zu demontierenden Bauteils.	Hebezeuge (Seil-, Hydraulikbagger, Krane).	Ggf. Emissionen der dazugehörigen Trennverfahren	Bauwerksteile, Ein- und Aufbauteile; Bauwerks-ausstattungen

Sprengen

Das Sprengen eignet sich besonders für Maßnahmen zum Abbruch der Über-/Unterbauten von Massivbauwerken (Beton, Stahl- und Spannbeton, Naturstein, Mauerwerk).
Weitere besonders geeignete Einsatzbereiche sind:

- *hohe Bauwerke,*
- *kompakte Bauwerksteile,*
- *Objekte mit hoher Festigkeit, deren örtliche Lage den Einsatz anderer Verfahren ausschließt oder zu aufwendig macht, oder*
- *Herstellung von Durchbrüchen und Öffnungen.*

Die Anwendung des Sprengens ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Vorab ist zu klären, ob das Umfeld der Brücke ein Sprengen zulässt. Weiterhin sind statische und dynamische Untersuchungen zum Einsturzverhalten sowie Erschütterungsprognosen notwendig.

Kommt die Sprengung eines Bauwerkes in Betracht, sind Abstimmungen mit allen relevanten Behörden und ggf. die Einholung der Genehmigungen erforderlich.

Es sind Schutzmaßnahmen an angrenzenden gefährdeten Objekten (z.B. Abdeckung am Sprengobjekt, Wasservernebelung, Sand-Kiesbett usw.) zu ergreifen.

Tabelle 11-8: Vor- und Nachteile –Abbruch durch Sprengen

Vorteile	Nachteile
• kurze Abbruchzeiten und dadurch kurze Verkehrsbeeinträchtigungen • kurzzeitige Beeinträchtigung der Umgebung (z.B. durch Staub, Lärm und Erschütterungen) • geringerer Nachzerkleinerungsaufwand durch Zertrümmerung • einmaliger großer Massenanfall	• Erschütterungen • Streuflug • Staub • Schalldruck • Lärm • Hoher Aufwand für Sicherungsmaßahmen • Schwierigere Trennung der einzelnen Baustoffe für die Entsorgung

Tabelle 11-9: Abbruchverfahren mittels Sprengen

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
Sprengen				

Verfahren	Beschreibung	Werkzeuge	Emissionen	Anwendung
Lockerungs-sprengen	Auflockerung von dickwandigen Bauteilen zur Erleichterung der nachfolgenden Abbrucharbeiten in maschineller oder Handarbeit.	Explosivstoffe	Kurzzeitige, jedoch sehr starke Staubentwicklung; Steinflug, Splitter.	Dicke Beton- oder Stahlbetonwände bzw. Mauerwerk.
Sprengen mit einem Expandierenden Gemisch	Spezielle chemische explosionsfreie Sprengmittel werden in vorgebohrten Löchern eingebracht und entwickeln einen Expansionsdruck, der Betonblöcke oder anderes Gestein lautlos und vibrationsfrei in kleinere Segmente zerlegt.	Spezielle chemische explosionsfreie Sprengmittel	Staubentwicklung; Steinflug, Splitter. Evtl. Staub-entwicklung während des Anmischens (ätzende Wirkung auf Haut und Schleimhäute)	Dicke Beton- oder Stahlbetonwände bzw. Mauerwerk.
Einsturz durch Sprengen	Einsturz des gesamten Bauwerks bzw. zusammenhängender Teile durch Sprengen der tragenden Teile. Durchführung nur bei ausreichend Platz zur Umlegung des Bauwerks.	Explosivstoffe	Kurzzeitige, jedoch sehr starke Staubentwicklung; Steinflug, Splitter.	Bewehrter und unbewehrter Beton oder Mauerwerk. Stahltragwerke.

Kriterien für die Auswahl des Abbruchverfahrens

Beim Abbruch eines Bauwerkes können auch mehrere Verfahren zur Anwendung kommen. Für die Auswahl des geeignetsten Verfahrens sind neben der technischen Machbarkeit und den abfallrechtlichen Aspekten auch Umweltauswirkungen, Zeitbedarf und Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen.

Für die Auswahl des geeigneten Abbruchverfahrens sind die Eigenschaften und Kriterien des Abbruchverfahrens auf die Randbedingungen der Abbruchaufgabe abzustimmen. Dabei sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- *Aus welchem Material besteht das Bauwerk? Wie ist der Zustand der Baustoffe?*
- *Welche Bauteilstärken sind vorhanden?*
- *Welche Abbruchmaterialien fallen an? Wie können sie getrennt und verwertet werden?*
- *Sind asbesthaltige Stoffe vorhanden? Liegen kontaminierte Bereiche vor?*
- *Welches statische System liegt vor?*
- *Wie hoch ist das Bauwerk? Sind deshalb besondere Vorkehrungen notwendig? (z.B. Auskragung des Abbruchgerätes; Lagesicherung des Restbauwerks; Absturzsicherung).*
- *Wie sieht die Örtlichkeit aus? Ist das Bauwerk zugänglich? Sind für die Abbrucharbeiten Großgeräte erforderlich und können diese aufgestellt werden?*
- *Stehen genügend Lagerungsflächen zur Verfügung? Wo ist die nächste Deponie?*
- *Wie sieht das Umfeld aus? Ist eine Bebauung vorhanden? Sind Nachbargebäude / -bauwerke zu schützen?*
- *Welche Kreuzungspartner / Behörden müssen beteiligt werden (z.B. Stadt, Schienenverkehr, Wasserstraße, Umweltbehörde)?*
- *Gibt es Auflagen zu Umweltauswirkungen (Lärm, Staub, Erschütterung)? Ist eine Einhausung vorzusehen?*
- *In welcher Zeit kann der Rückbau umgesetzt werden? Sind Sperrpausen zu beachten?*
- *Erfolgt der Abbruch unter laufendem Verkehr? Sind Traggerüst, Einhausung etc. erforderlich?*

Verwertung bzw. Entsorgung der Abbruchmaterialien

Zum Abbruchentwurf gehört auch eine Beschreibung des Abbruchgutes mit Mengenangabe der abzubrechenden Baustoffe. Zur Erstellung des Abbruchentwurfes werden die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Voruntersuchung, die Angaben über die umweltrelevanten Inhaltsstoffe enthält, benötigt. Der Abbruchentwurf hat Aussagen über die Separierung der Abbruchstoffe sowie über deren Verwertung bzw. Entsorgung zu enthalten und dabei die Ergebnisse der Untersuchung zu berücksichtigen.

Asbesthaltige Baustoffe sind auf entsprechenden Deponien zu entsorgen. Dies gilt aktuell unabhängig von der Größenordnung des Asbestgehalts (z. B. asbesthaltige Abstandhalter). Grundlage ist das Arbeitsblatt LAGA M 23.

Bei kontaminiertem Bodenaushub und Bauschutt sowie bei begründetem Zweifel an der Zusammensetzung und Herkunft der Abbruchmaterialien, z.B. bei fehlenden Unterlagen zu den Beschichtungsstoffen und Abdichtungssystemen oder aufgrund einer augenscheinlichen Feststellung bzw. aufgrund des Geruchs, muss der Umfang der Voruntersuchung auf die Gewinnung diesbezüglicher Erkenntnisse nötigenfalls erweitert werden.

Die bei Abbrucharbeiten anfallenden Baustoffe können sehr unterschiedlich belastet sein. Häufig anzutreffende Schadstoffe sind Asbest, Polychlorierte Biphenyle (PCB), Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW).

Fragen zur Entsorgung belasteter Baustoffe beantworten auch die örtlichen Abfallberater der Kommunen.

Die Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) findet Anwendung bei der Bezeichnung von Abfällen und der Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit.

Mittels der Abfallschlüssel können Auskünfte über Entsorgungsmöglichkeiten auf der „AIDA-Informationsplattform Abfall in NRW“ auf der Internetseite www.abfall-nrw.de abgefragt werden.

Beispielliste in der Praxis häufig anfallender Materialien und Schadstoffe beim Abbruch:

- *Beton verschiedener Zusammensetzungen und Qualitäten (mit und ohne gefährliche Schadstoffbelastungen und „Schwarzanstriche“),*
- *Ziegelmauerwerk (mit und ohne gefährliche „Schwarzanstriche“),*
- *Pflaster sowie bituminöse, gebundene Materialien aus dem Straßenoberbau bei Brückenfahrbahnen und Rampen (teerfreier/teerhaltiger Straßenaufbruch),*
- *diverse beschichtete Stahlbauteile aus der Brückenkonstruktion mit und ohne Schadstoffbelastungen. Hierzu gehören gesundheitsschädliche Metalle wie Blei, Zink*

und Chrom, aber auch umweltgefährdende organische Verbindungen wie PCB und krebserzeugende Dioxine,

- *Abdichtungsbahnen, Fugendichtstoffe und Sperrschichten u.a. im Bereich von Fahrbahnplatten, Kappen, Widerlagern und Tunneldecken. Diese können mit PCB- und PAK-haltigen Substanzen belastet sein,*
- *Entwässerungsrohre und Lärmschutzwände, die asbesthaltige Substanzen enthalten,*
- *mit diversen Schadstoffen belastete Aushubböden.*

Konstruktive Besonderheiten bei Teilabbrüchen

Bei Teilabbrüchen kann es notwendig sein, neue Lagefesthaltungen der (ggf. vorläufig) verbleibenden Tragwerksteile herzustellen. Das kann vor dem Abbruch derjenigen Tragwerksteile erforderlich werden, die bis dahin die Verbindung zwischen den verbleibenden Teilen und den alten Festhaltungen bildeten.

Wenn geplant wird, zunächst nur einzelne Felder von Durchlaufträgern aus Spannbeton abzubrechen sollte Folgendes beachtet werden.

Durch das mit dem Teilabbruch einhergehende Kappen der Verbindung der verbleibenden Spanngliedteile zu ihren Ankerstellen bzw. durch die Aufhebung der Verankerungsspannung kann die Tragfähigkeit der verbleibenden Tragwerksteile erheblich gemindert werden. Unter Umständen kann dann nicht einmal mehr die Tragfähigkeit der verbleibenden Tragwerksteile unter ihrer Eigengewichtslast gewährleistet werden.

Der Grund hierfür ist, dass in den verbleibenden Spanngliedteilen nach der Aufhebung der Mitwirkung ihrer Ankerstellen die planmäßige Vorspannung ggf. nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Darüber hinaus können sich die Spannglieder dann auch in ihrem eventuellen Zustand als schlaffe Bewehrung u.U. nicht ausreichend an der Tragfähigkeit der verbleibenden Bauteile beteiligen. Das kann damit einhergehen, dass ihre Verankerung im Beton wesentlich schlechter ausgeprägt sein kann, z.B. im Vergleich mit dem normalen gerippten Betonstahl.

Diese Nachteile wirken sich besonders bei glatten Spannstählen aus.

Diese negativen Effekte können sich auch dann auswirken, wenn eine Längstrennung eines quer vorgespannten Brückentragwerks geplant wird. Hier kann ggf. Abhilfe geschaffen werden, indem die noch gespannten Querspannglieder einzeln oder jeweils einige wenige zusammen, jeweils in einer kleinen Aussparung an der Trennungslinie freigelegt und neu verankert werden. Um den Brückenkörper als Vorspann-Widerlager der alten Ankerstellen für die vorgesehene Zeitspanne aufrechtzuerhalten werden die Aussparungen ausbetoniert, bevor die nächsten Spannglieder freigelegt werden.

Auf diese Weise werden die Querspannglieder in Aussparungen, die in gewissen Abständen ggf. analog zum "Pilgerschrittverfahren" angeordnet werden, nach und nach neu verankert.

Falls die o.g. Randbedingungen auf das geplante Abbruchvorhaben zutreffen, sollte die beschriebene Problematik explizit statisch im Hinblick auf die Machbarkeit des Vorhabens voruntersucht werden.

Hinweise zum Ingenieurvertrag

Für einen Ingenieurvertrag stehen in Geritex Leistungsbeschreibungen sowohl für die Objektplanung als auch für die Tragwerksplanung eines Rückbaus zur Verfügung.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass möglichst schon in der Planungsphase ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator nach der Baustellenverordnung zu beauftragen ist.

Literaturhinweis:

„Rückbau von Brücken – Erfahrungssammlung – Dokumentation 2021"

BASt - Fachveröffentlichungen zum Download –Brücken- und Ingenieurbau