

Richtlinie Integrale Bauwerke

1. Einleitung

Jede Fuge, insbesondere jede Dilatationsfuge, ist eine Schwachstelle und verursacht einen erhöhten Unterhaltungsaufwand. Dies gilt auch für Brückenlager, wenn auch in deutlich geringerem Maße [7].

Deshalb ist seit einigen Jahren eine stärkere Verbreitung der lager- und fugenlosen Bauweise [5] im Brückenbau zu beobachten. Dies trifft nicht nur für Deutschland zu. Insbesondere im Ausland findet die lager- und fugenlose Bauweise zunehmend Anwendung. In England ist die integrale Bauweise seit mehreren Jahren Regelbauweise bei Brückenlängen bis 60 m. Auch in einigen Bundesstaaten der USA ist sie als Standardbauweise in „Bridge Design Manuals“ geregelt. In der Schweiz, in Österreich und in Deutschland wurden bzw. werden Richtlinien für die Anwendung der integralen Bauweise erarbeitet bzw. stehen kurz vor der Einführung [2].

2. Die Begriffe integral und semi-integral

Bei den lager- und fugenlosen Bauwerken unterscheidet man im Wesentlichen zwei Kategorien, integrale und semi-integrale Brücken.

Brücken ohne Fugen und Lager werden als integrale Bauwerke bezeichnet (Bild1). Der Überbau einer integralen Brücke ist über die gesamte Brückenlänge fugenlos durchlaufend und weder von den Pfeilern, noch von den Widerlagern durch Fugen oder Lager getrennt. Alle Bauteile sind monolithisch miteinander verbunden. Betongelenke werden als monolithische Verbindung verstanden [3],[4].

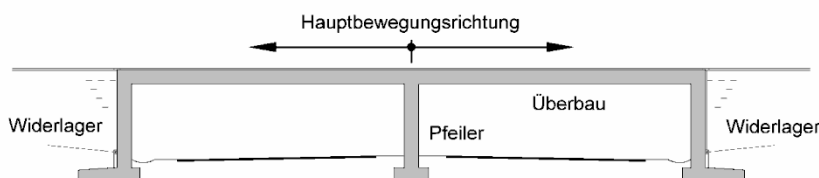


Bild 1. integrale Brücke

Für den Begriff semi-integral (halbintegral) gibt es unterschiedliche Definitionen. In den USA und auch in den europäischen Nachbarstaaten werden Brücken als semi-integral bezeichnet, welche entweder Fahrbahnübergänge oder Lager aufweisen, aber nicht beides. Die Lager oder Fahrbahnübergangskonstruktionen sind ausschließlich an den Widerlagern angeordnet [7].

In Deutschland sind gelagerte Brücken ohne Fahrbahnübergänge wenig verbreitet; deshalb wurde folgende Definition für semi-integrale Brücken in der Richtlinie gewählt:

Als semi-integrale Brücken werden Rahmentragwerke bezeichnet, die keine integralen Bauwerke sind und bei denen in mindestens 2 Achsen die Pfeiler monolithisch an den Überbau angeschlossen sind. Ein oder beide Widerlager sind mit Fahrbahnübergängen und Lagern ausgestattet (Bild. 2).

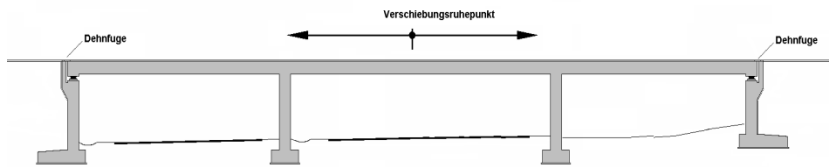


Bild 2. semi-integrale Brücke

3. Vor- und Nachteile der integralen Bauweise

Integrale Bauwerke – und mit Einschränkungen auch semi-integrale Bauwerke - bieten hinsichtlich der Gestaltung, Wirtschaftlichkeit, Nutzung und Unterhaltung Vorteile gegenüber Brücken mit Lagern und Dilatationsfugen. Die wesentlichen Vorteile sind [2],[7],[8]:

- der Entfall von Verschleißbauteilen (Fahrbahnübergänge, Lager)
- ein höherer Fahrkomfort und die Reduzierung der Lärmemissionen durch den Entfall der Fahrbahnübergangskonstruktionen,
- die Vermeidung von direktem Taumittelzutritt wegen des Verzichts auf Fugen,
- schlanke und ästhetische Bauwerke wegen geringerer Bauteilabmessungen,
- eine größere Freiheit bei der Wahl der Stützweiten (auch kleine Randfelder sind ohne abhebende Kräfte sind möglich),
- der Ansatz der aussteifenden Wirkung der Widerlagerhinterfüllung z. B. für Wind u. Bremsen,
- größere Traglastreserven im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

Dem stehen folgende Nachteile gegenüber:

- Es sind höhere Anforderungen an das geotechnische Entwurfsgutachten zu stellen
- Die realistische Erfassung der bemessungsrelevanten Parameter ist schwieriger (Boden, Steifigkeiten, E-Moduli).
- Die Berechnung ist aufwändiger (die Interaktion Bauwerk – Boden ist zu berücksichtigen).
- Es sind planmäßig Zwangskräfte vorhanden.
- Der Baugrund muss setzungsunempfindlich, zugleich aber horizontal nachgiebig sein.
- Planungs- und Baufehler sind nur sehr schwer zu korrigieren.
- Zyklische Temperaturverformungen können Setzungen in der Hinterfüllung hervorrufen.

4. adhoc-AG „integrale Bauweise im Brückenbau“

Im Jahr 2008 wurde vom Referat StB 17 Brücken- Tunnel- und sonstige Ingenieurbauwerke Abteilung Straßenbau des BMVBS eine Arbeitsgruppe mit der Bezeichnung „integrale Bauweise im Brückenbau“ als adhoc-AG ins Leben gerufen. Der Arbeitsauftrag lautete, die in den Bundesländern gesammelten Erfahrungen zu bündeln und bundeseinheitliche Regularien als Hilfestellung für die Entwurfsbearbeitung integraler bzw. semi-integraler Brücken zu erarbeiten.

Zunächst wurde eine nationale und internationale Literaturrecherche zum Stand und Einsatz der fugenlosen Bauweise durchgeführt. Dabei wurde auch auf das Heft 50 Fugenloses Bauen der Schriftenreihe des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV) zurückgegriffen [6]. Es folgten ein Gedankenaustausch mit Hochschulen und Ingenieurbüros sowie ein Meinungsaustausch mit den Nachbarländern Schweiz und Österreich.

Zusätzlich wurden Erhebungen und Auswertungen an vorhandenen integralen Bauwerken in Deutschland auf Länderebene durchgeführt, um eventuelle Schwachstellen bzw. systembedingte Schäden zu identifizieren.

Um die Zwangsschnittgrößen bei Einfeldrahmen besser abschätzen und beurteilen zu können, wurden mit Unterstützung eines Ingenieurbüros Vergleichsberechnungen an Einfeldrahmen mit Staffelung der Stützweiten von 20 m bis 50 m durchgeführt

5. Vorstellung der Richtlinie Integrale Bauwerke

Die Richtlinie Integrale Bauwerke [1] soll Bestandteil der RE-ING - Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauten – Teil 2 Brücken, Abschnitt 5 werden.

Sie dient als Hilfestellung beim Entwurf von integralen und semi-integralen Brücken. Sie gibt aber auch Hinweise für die Ausführungsplanung und Bauausführung. Die Richtlinie besteht aus 9 Kapiteln und zwei Anhängen [1]. Die wesentlichen Inhalte werden im Folgenden erläutert.

5.1 Erläuterungen zu Kap.1 Allgemeines

Neben dem Geltungsbereich der Richtlinie und den Begriffsdefinitionen wird auf wesentliche Besonderheiten der integralen Bauweise hingewiesen.

Bei einem integralen Bauwerk ist der Baugrund nicht nur als Einwirkung im Sinne der DIN EN 1990 1.5.3 auf das System Bauwerk zu berücksichtigen, sondern ist selbst Systembestandteil und fließt mit seinen Baustoffeigenschaften in das statische System ein (siehe [1] Kap.1.3 (1)).

Für integrale und semi-integrale Bauwerke sind die Nachweise der Tragfähigkeit einschließlich Ermüdung und Gebrauchstauglichkeit an ganzheitlichen Systemen durchzuführen, die die Interaktion Bauwerk – Boden realistisch abbilden. Der Ansatz „ungünstiger“ Bodenkennwerte, die im geotechnischen Bericht üblicherweise bei nichtintegralen Bauwerken angegeben werden, ist nicht ausreichend, da er nicht zwangsläufig auf der sicheren Seite liegt (siehe [1] Kap.1.3 (2)).

5.2 Erläuterungen zu Kap. 2 Baugrund und Interaktion Bauwerk – Baugrund

Bei integralen und semi-integralen Bauwerken ist der Sachverständige für Erd- und Grundbau frühzeitig zu beteiligen, da an den geotechnischen Bericht besondere Anforderungen gestellt werden. Es wird im Regelfall gefordert, dass die horizontalen und vertikalen Steifemoduln der einzelnen Baugrundsichten als Mittelwerte und als obere und untere charakteristische Werte anzugeben sind (siehe [1] Kap.2.2).

Neben monotonen Verkürzungen aus Kriechen und Schwinden treten infolge Temperaturänderungen sowohl negative als auch positive Wandverschiebungen auf (Bild 3). Die Verschiebungen und Verdrehungen wirken aber auch auf den Baugrund, in den die Brücke eingebettet ist. Die Zwangsschnittgrößen im Bauwerk sind im Wesentlichen abhängig von der Steifigkeit des Bauwerks, des Baugrunds und der Hinterfüllung. Bei negativen Wandverschiebungen (Sommerstellung) werden insbesondere in den oberen Bodenschichten Teile des passiven Erddruckes mobilisiert. Der Erddruck hinter der Widerlagerwand ist abhängig von der jeweiligen Wandverformung. Gemäß Richtlinie ist dieser mit dem mobilisierten Erddruckbeiwert nach VOGT [9], [10], [11] zu berücksichtigen.

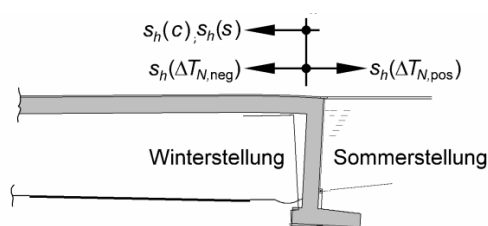


Bild 3. Widerlagerbewegungen am Brückenende

5.3 Erläuterungen zu Kap. 3 Berechnungsgrundlagen

Als untere Grenze ist der $\frac{1}{2}$ aktive Erddruck analog ZTV-ING, Teil 5, Abschnitt 2, 3.3.3 [12] im Grenzzustand der Tragfähigkeit anzusetzen.

Als oberer Grenzwert ist der mobilisierte Erddruck nach Vogt [9], [10] anzusetzen.

Um eine Abschätzung vornehmen zu können, ob der Baugrund für ein integrales Bauwerk geeignet ist, wird als erste Einschätzung eine Sensitivitätsanalyse mit vorgegebenen Bandbreiten empfohlen. Für den RAB-ING Entwurf sind jedoch die vom Bodengutachter angegebenen oberen und unteren Grenzwerte der Bodenparameter zu berücksichtigen.

5.4 Erläuterungen zu Kap. 4 Einfeldrige Rahmenbauwerke

Bei der Mehrzahl der integralen Bauwerke in Deutschland handelt es sich um einteilige Rahmenbrücken mit Stützweiten bis ca. 50 m.

Die Ausführungen sind vielfältig. Sie variieren in der Bauweise (Spannbeton, Stahlbeton oder Stahlverbund), den Stützweiten, den geometrischen Formen und Querschnittsabmessungen, den Bauwerksschiefen und unterschiedlichen Gründungsarten.

Da es sich als nicht möglich erwies, für die Vielfalt der Variationsmöglichkeiten allgemeingültige Entwurfsregeln vorzugeben, wurde statt starrer Regeln eine Einteilung in Schwierigkeitsklassen vorgenommen. Mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad werden jedoch höhere Anforderungen an die Bearbeitungstiefe gestellt.

Vereinfachend wurden hierzu einfeldrige Rahmen in Abhängigkeit von der Bauweise und den Stützweiten in 4 Schwierigkeitsklassen gemäß Tabelle 4.1.1 (Bild 4) eingeteilt. Eine Bauwerksschiefe, Unsymmetrie bzw. ungünstige Gründungssteifigkeiten können über Korrekturwerte zur Tabelle bzw. durch Höherstufung berücksichtigt werden.

Das wesentliche Kriterium für die Zuordnung in eine Schwierigkeitsklasse ist die Größe der Zwangsbeanspruchung im Bauwerk.

Schwierigkeitsklasse	Stahlverbund	Stahlbeton	Spannbeton
1	< 20 m	< 20 m	---
2	20 - 50 m	20 - 40 m	< 30 m ¹⁾
3	50 - 65 m	40 - 55 m	30 - 50 m
4	> 65 m	> 55 m	> 50 m

¹⁾ bei Spannbetonfertigteilträgern: < 35 m

Bild 4. Tabelle 4.1.1 Einteilung von einfeldrigen Rahmen in Schwierigkeitsklassen

Nach der Einstufung in eine Schwierigkeitsklasse können die spezifischen Mindestanforderungen für integrale Einfeldrahmen der Tabelle 4.2.1 (Bild 5) entnommen werden. Dabei wird unterschieden in Mindestanforderungen an:

- den Baugrund (Art und Umfang des geotechnischen Berichts),
- die Entwurfsplanung und Vorstatik (Detailtiefe, Beteiligung von Fachplanern),
- den Umfang der Statik und Ausführungsplanung (Genauigkeit und Detailtiefe),
- die Bauausführung (besondere Anforderungen),
- die Kontrolle, Unterhaltung.

Nr.	Anforderung	Schwierigkeitsklasse			
		1	2	3	4
1	Baugrund				
1.1	Vorläufige Zuordnung zur Geotechnischen Kategorie (GK) nach DIN 1054 ¹⁾	2	2	2	2
1.2	Geotechnischer Bericht und Geotechnischer Entwurfsbericht	X	X	X	X
1.3	Steifigkeitswerte des Baugrunds				
1.3.1	Charakteristische Steifigkeitswerte (Mittelwerte)	X	X	X	X
1.3.2	Obere und untere charakteristische Steifigkeitswerte		X	X	X
1.4.	Feststellung der Eignung des Baugrundes für integrale Bauwerke	X	X	X	X
2	Entwurfsplanung und Vorstatik				
2.1	Erarbeiten der Gründung				
2.1.1	durch Tragwerkplaner	X	X	X	X
2.1.2	Beteiligung des Sachverständigen für Geotechnik		X	X	X
2.1.3	Einbeziehung eines Prüfeningenieurs				X
2.1.4	Prüfung durch einen unabhängigen Sachverständigen für Geotechnik				X
2.2	Ermittlung von Verzerrungen $\Sigma \varepsilon_x$ ²⁾ in Brückenlängsrichtung und einschließlich Vorspannung				
2.2.1	Abschätzen der Verzerrungen $\Sigma \varepsilon_x$ ²⁾	X	X		
2.2.2	genaue Ermittlung der Verzerrungen $\Sigma \varepsilon_x$ ²⁾			X	X
2.3	Erddruck auf Hinterfüllung				
2.3.1	Abschätzen eines mobilisierten Erddruckbeiwerts K_{mob} ³⁾	X	X		
2.3.2	Mobilisierter Erddruckbeiwert K_{mob} nach Abs. 2.3			X	X
2.4	Ansatz von Steifigkeitsparametern für Baugrund und Bauwerk (Abschnitt 3.4)				
2.4.1	charakteristische Werte (Mittelwerte)	X	X		
2.4.2	Abschätzen der Auswirkung von oberen/unteren Grenzwerten		X		
2.4.3	Berechnung mit oberen/unteren Grenzwerten			X	X
2.5	Detailnachweise				
2.5.1	Nachweis der Betondruckspannungen		X	X	X
2.5.2	Nachweis der Rissbreitenbeschränkung		X	X	X

Bild 5. Tabelle 4.2.1 Auszug aus der Tabelle spezifische Mindestanforderungen für integrale Einfeldrahmen

5.5 Erläuterungen zu Kap. 5 Mehrfeldrige integrale und semi-integrale Brücken

Ebenso wie für einfeldrige Rahmen wird auch für mehrfeldrige integrale Rahmen und semi-integrale Mehrfeldrahmen das Konzept der Einteilung in Schwierigkeitsklassen beibehalten. Die Einteilung orientiert sich bei den mehrfeldrigen integralen Rahmen an der Gesamtstützweite und der Bauweise. Bei semi-integralen Brücken ist die Schwierigkeitsklasse neben der Bauweise abhängig von der Bewegungslänge L_B vom ideellen Verformungsnullpunkt bis zur entferntest monolithisch angeschlossenen Stütze (Bild 6).

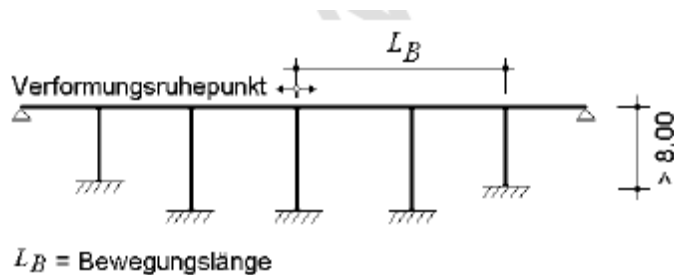


Bild 6. Semi-integrale Mehrfeldrahmen: Verformungsruhepunkt, Bewegungslänge L_B

Abweichend von den integralen Bauwerken erfolgt bei semi-integralen Bauwerken die Einteilung in nur 3 Schwierigkeitsklassen. Der Grund hierfür ist, dass hinsichtlich der Zwangsbeanspruchungen die semi-integralen Bauwerke i.d.R. unkritischer sind.

Analog Kap. 4 werden auch hier in der Tabelle 5.2.2 die spezifischen Mindestanforderungen für semi-integrale Mehrfeldrahmen in Abhängigkeit von der Schwierigkeitsklasse definiert.

5.6 Erläuterungen zu Kap. 6 Übergang Bauwerk – Hinterfüllung

Neben der Größe der Zwangsbeanspruchungen ist bei integralen Bauwerken dem Bauwerksende, also dem Übergang Bauwerk-Hinterfüllung besondere Beachtung zu schenken. Trotz Zwang treten bei integralen Bauwerken in der Regel annähernd gleiche Längenänderungen infolge Temperaturschwankungen auf wie bei konventionellen Brücken. Durch die periodische Wiederholung der Bewegung infolge Temperaturschwankungen wird eine fortschreitende Verdichtung der Hinterfüllung ausgelöst [11]. Die Folgen können Setzungen im Hinterfüllbereich sein.

Für eine überschlägige Ermittlung der Längsverschiebungen können die Anhaltswerte der Tabelle 6.1.1 der Richtlinie verwendet werden.

1	2	3	4	5	6	7
Übergang Bauwerk – Hinterfüllung Beschreibung	Ausbildung nach RIZ-ING bzw. Typ nach Anhang	Verkehrskategorie	Gesamtverschiebung ¹⁾ am Brückenende (horizontal) [mm]	Bauwerkslänge bei symmetrischen Bauwerken		
				Spannbeton ³⁾ [m]	Stahlbeton [m]	Stahlverbund [m]
Im Regelfall ohne Schleppplatte	Abs. 4; Abs. 5	1, 2	≤ 10	(≤ 20)	≤ 25	≤ 30
		3, 4	≤ 20	≤ 40	≤ 50	≤ 65
Tiefliegende Schleppplatte	Typ I	1, 2	10 bis 20	≤ 40	≤ 50	≤ 65
		3, 4	≤ 25	≤ 50	≤ 60	≤ 80
	Typ II	1 - 4	≤ 37,5 ²⁾	≤ 50	≤ 65	≤ 60
	Typ III	1 - 4	≤ 70	≤ 100	≤ 115	≤ 170

¹⁾ Die Gesamtverschiebung ist nach Abschnitt 6.1 (2) zu ermitteln
²⁾ Zusätzlich ist nachzuweisen, dass die Bedingungen Dehnweg ≤ 25 mm sowie Stauchweg ≤ 12,5 mm eingehalten sind.
³⁾ Herstellung in Ortbeton
Hinweis: nur Lastfall Temperatur berücksichtigt, andere Lastfälle wie z.B. Bremsen können maßgebend werden

Bild 7. Tabelle 6.3.2 Anwendungsbereiche für verschiedene Übergänge in Abhängigkeit vom Dehnweg bei integralen Brücken

Eine Übersicht zu den Anwendungsgrenzen von Bauwerksabschlüssen und die Verwendung von Schleppplatten enthält Tab. 6.3.2. (Bild 7). Dabei wird auch nach Verkehrskategorien unterschieden. Für die Verkehrskategorien 1 und 2, Autobahnen und Straßen mit hohem und mittlerem LKW-Anteil werden höhere Anforderungen an den Übergang am Bauwerksende gestellt als für Straßen untergeordneter Bedeutung mit geringem LKW-Anteil.

Im Anhang 2 der Richtlinie sind Skizzen für die Ausbildung der Bauwerksübergänge einschließlich Schleppplatten dargestellt. Es werden tiefliegende Schleppplatten vorgeschlagen (Bild 8).

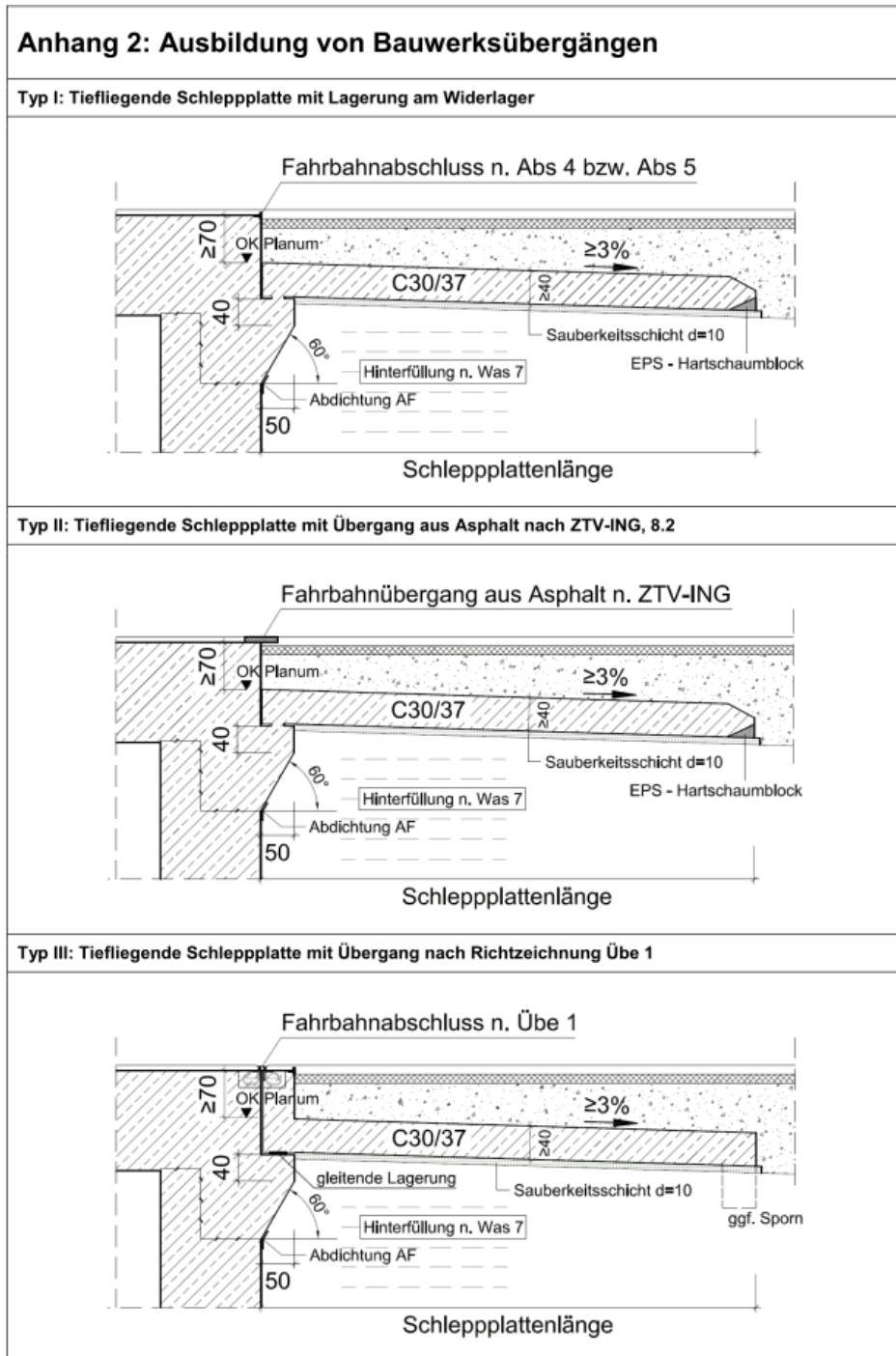


Bild 8. Anhang 2 Ausbildung von Bauwerksübergängen

5.7 Erläuterungen zu Kap. 7 Bauausführung

Ein wesentliches Qualitätskriterium bei der fugenlosen Bauweise ist eine vollständige und in sich schlüssige Arbeitsanweisung. Diese muss alle wesentlichen Kriterien enthalten, die die Qualität des Bauwerkes beeinflussen können. Art und Umfang der Arbeitsanweisung wird in Kap. 7 beschrieben.

5.8 Erläuterungen zu Kap. 8 Hinweise zur Ausschreibung

Hier werden allgemeine Hinweise für die Ausschreibung gegeben und Mindestanforderungen für die Zulassung von Nebenangeboten formuliert.

5.9 Erläuterungen zu Kap. 9 Regelwerke und Literatur

Hier sind die zu beachtenden Regelwerke und ausgewählte Literatur angegeben.

6. Stand der Bearbeitung der Richtlinie integrale Bauwerke

Der 1. Entwurf der Richtlinie war mit Datum 15.04.2011 fertiggestellt und wurde anschließend bei Bund und Ländern, Institutionen und Gremien sowie Hochschulen und Ingenieurbüros zur Diskussion gestellt. Bis Anfang 2012 gingen ca. 260 Anmerkungen und Stellungnahmen ein, die in weiteren AG-Sitzungen durchgesprochen und abgearbeitet wurden. Soweit möglich, angemessen und umsetzbar wurden die Anregungen und Stellungnahmen in einem überarbeiteten Entwurf berücksichtigt. Wegen der Einführung der Eurocodes im Dezember 2012 wurde jedoch die Einführung der Richtlinie integrale Bauwerke zurückgestellt. Die Richtlinie liegt jetzt als Bestandteil der RE-ING Teil 2 Brücken, Abschnitt 5 Integrale Bauwerke mit Stand 2013/10 vor und soll in Kürze durch das BMVI Anwendung eingeführt werden.

7. Zusammenfassung und Ausblick

In den letzten Jahren sind zahlreiche integrale und semi-integrale Bauwerke entstanden. Für integrale Bauwerke liegen mittlerweile für die Bauweisen Stahlbeton, Spannbeton und Stahlverbund mit unterschiedlichen Gründungsarten im Stützweitenbereich bis ca. 50 m umfangreiche Erfahrungen vor. Im Anwendungsbereich von 50 m - 100 m fehlen noch gesicherte Erkenntnisse. Für den Übergang Bauwerk – Hinterfüllung gibt es im In- und Ausland unterschiedliche Ausführungsvorschläge, insbesondere über die Art und Ausführung von Schlepplatten am Brückenende. Welche Lösungen hier das Optimum darstellen, müssen erst noch Langzeiterfahrungen zeigen.

Neben den traditionellen Anwendungsbereichen der semi-integralen Bauweise bei Schrägstielrahmen, aufgeständerten Bogenbrücken und hohen Talbrücken findet die semi-integrale Bauweise in den letzten Jahren zunehmend Anwendung bei mehrfeldrigen Rahmenbrücken mit geringer Höhe über Gelände. Aber auch im Großbrückenbau dringt die semi-integrale Bauweise in immer größere Längenbereiche vor. Es zeigt sich, dass die Grenzen der Bauweise durch Optimierungsprozesse erheblich erweitert werden können. Dies ist kritisch zu begleiten.

Die lager- und fugenlose Bauweise bietet vielseitige Möglichkeiten, Bauwerke ästhetisch, robust und unterhaltungsarm zu planen und herzustellen. Deshalb sollte bereits beim Entwurf einer Brücke überlegt werden, ob eine lager- und fugenlose Bauweise unter den jeweiligen Randbedingungen sinnvoll ist. Hierzu soll die Richtlinie integrale Bauwerke Hilfestellungen geben. Sowohl für die integrale als auch die semi-integrale Bauweise gilt, dass die statischen Systeme wesentlich empfindlicher sind als bei konventionellen Bauwerken. Aus diesem Grund ist ein erhöhter Aufwand bei der geotechnischen Begleitung, beim Entwurf, bei der statischen Berechnung und bei der Bauausführung erforderlich. Fehler in der Planung und Bauausführung von lager- und fugenlosen Bauwerken sind nur schwer zu korrigieren und können zu irreversiblen Mängeln und Schäden am Tragwerk führen.

Ein hohes Maß an Ingenieurverstand ist hier besonders wichtig.

Literatur

- [1] Richtlinie Integrale Bauwerke
Richtlinie integrale Bauwerke Stand 2013/10 als Abschnitt 5 der RE-ING - Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauten
- [2] Glitsch, W.
Die Renaissance der integralen Bauweise
Vortrag internationale Brückentagung Köln 2012
- [3] Engelsmann, S., Schlaich, J. und Schäfer, K.:
Entwerfen und Bemessen von Betonbrücken ohne Fugen und Lager. DAFStb (Hrsg.), Heft 496 der Schriftenreihe, Beuth, Berlin 1999.
- [4] Pötzl, M., Schlaich, J. und Schäfer, K.:
Grundlagen für den Entwurf, die Berechnung und konstruktive Durchbildung lager- und fugenloser Brücken. DAFStb, Heft 461, Beuth, Berlin 1996.
- [5] Pötzl, M.:
Robuste Brücken, Vorschläge zur Erhöhung der ganzheitlichen Qualität Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig / Wiesbaden, 1996.
- [6] Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV):
Fugenloses Bauen, Entwurfshilfen für integrale Straßenbrücken.
Heft 50 der Schriftenreihe des HLSV.
Bearbeitet in Zusammenarbeit mit König, Heunisch und Partner, Beratende Ingenieure für Bauwesen. Wiesbaden, Frankfurt, 2002.
- [7] Kaufmann, W.:
Integrale Brücken – Sachstandsbericht, Forschungsaufträge AGB 2003/001 und AGB 2005/019 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB) und des Kantons Graubünden, Juni 2008.
- [8] Geier, R., Schimetta, G.:
Integrale Brücken – Aktivitäten in Österreich, Schimetta Consult ZT GmbH, Austria
- [9] Forschungsgruppe für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau:
Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke. Ausgabe 1994. FGSV Heft 525, Juli 1994
- [10] Vogt, N.:
Erdwiderstandsermittlung bei monotonen und wiederholten Wandbewegungen in Sand.
Mitteilungen des Baugrundinstitutes Stuttgart, Nr. 22, 1984.
- [11] England, G. L. and Tsang, N. C. M:
Towards the Design of Soil Loading for Integral Bridges – Experimental Evaluation.
Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College, London 2001.
- [12] ZTV-ING:
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

Bei dem Kurztext handelt es sich um einen aktualisierten Auszug aus

- [13] Glitsch, W.:
Richtlinie „Integrale Bauwerke“ – Sachstandsbericht. Stahlbau 82 (2013) Heft 10