

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Periodical Part, Published Version

**Ehmann, Rainer; Westendarp, Andreas**

**BAW-Brief Nr. 1 – Januar 2008**

BAWBrief

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/100492>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.) (2008): BAW-Brief Nr. 1 – Januar 2008. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau (BAWBrief, 1/08).

## **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





**BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU**

Karlsruhe · Hamburg · Ilmenau



## BAW-Brief Nr. 1 – Januar 2008

**594 – B**

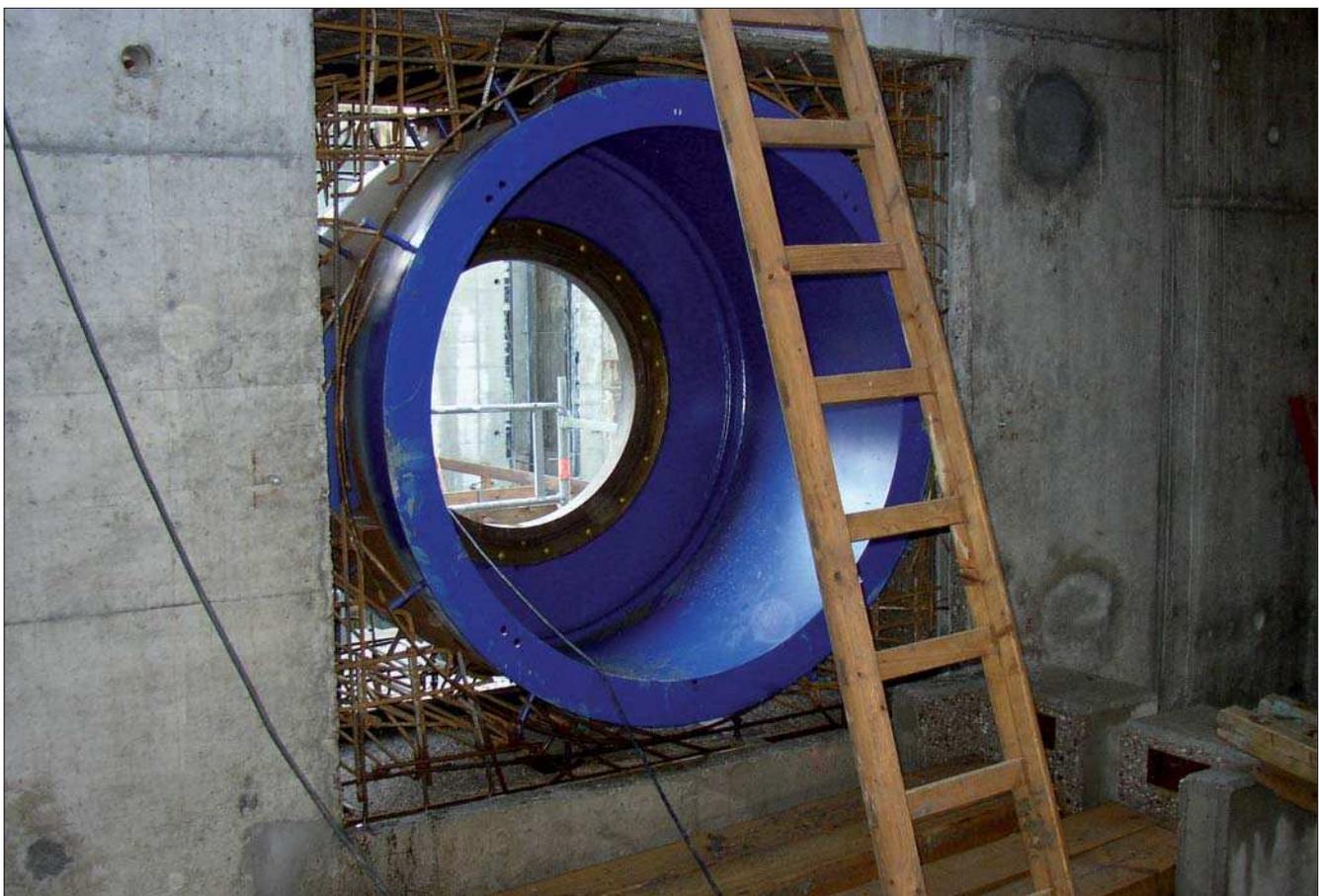
### **BAW-Merkblatt Zweitbeton**

#### **1 Allgemeines**

Mit Erlass WS 13/70.15.03-16/38 BAW 07 vom 19. November 2007 wurde das neue BAW-Merkblatt „Zweitbeton“ [5] als Ergänzung zur ZTV-W LB 215 [1] und zur ZTV-W LB 219 [2] für den Geschäftsbereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) eingeführt. Dieses Merkblatt befasst sich mit der Ergänzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken mit Mörtel oder Beton („Zweitbeton“) zur Integration von Stahlbauteilen und zum Anschluss von Lagern und Maschinen. Es enthält Empfehlungen für die Entwurfs- und Ausschreibungsplanung und – soweit dieses Merk-

blatt im Bauvertrag als Vertragsbestandteil vereinbart wird – vertragliche Regelungen zur Ausführungsplanung und zur Bauausführung von Zweitbeton. Eine typische Zweitbetonsituation ist in Bild 1 dargestellt.

Bild 2 zeigt ein Drehsegmenttorlager nach dem Zweitbetoneinbau (Blick auf schleusenkamerseitige Wandoberfläche). Erkennbar sind die aus dem Zweitbeton herausgeführten Verpressschläuche, die Rissverdämmung sowie ergänzend gesetzte Bohrpacker, deren Bohrlöcher die Arbeitsfuge zwischen Erst- und Zweitbeton im Winkel von etwa 45 Grad schneiden sollen.



*Bild 1: Lager Drehsegmenttor vor Zweitbetoneinbau*

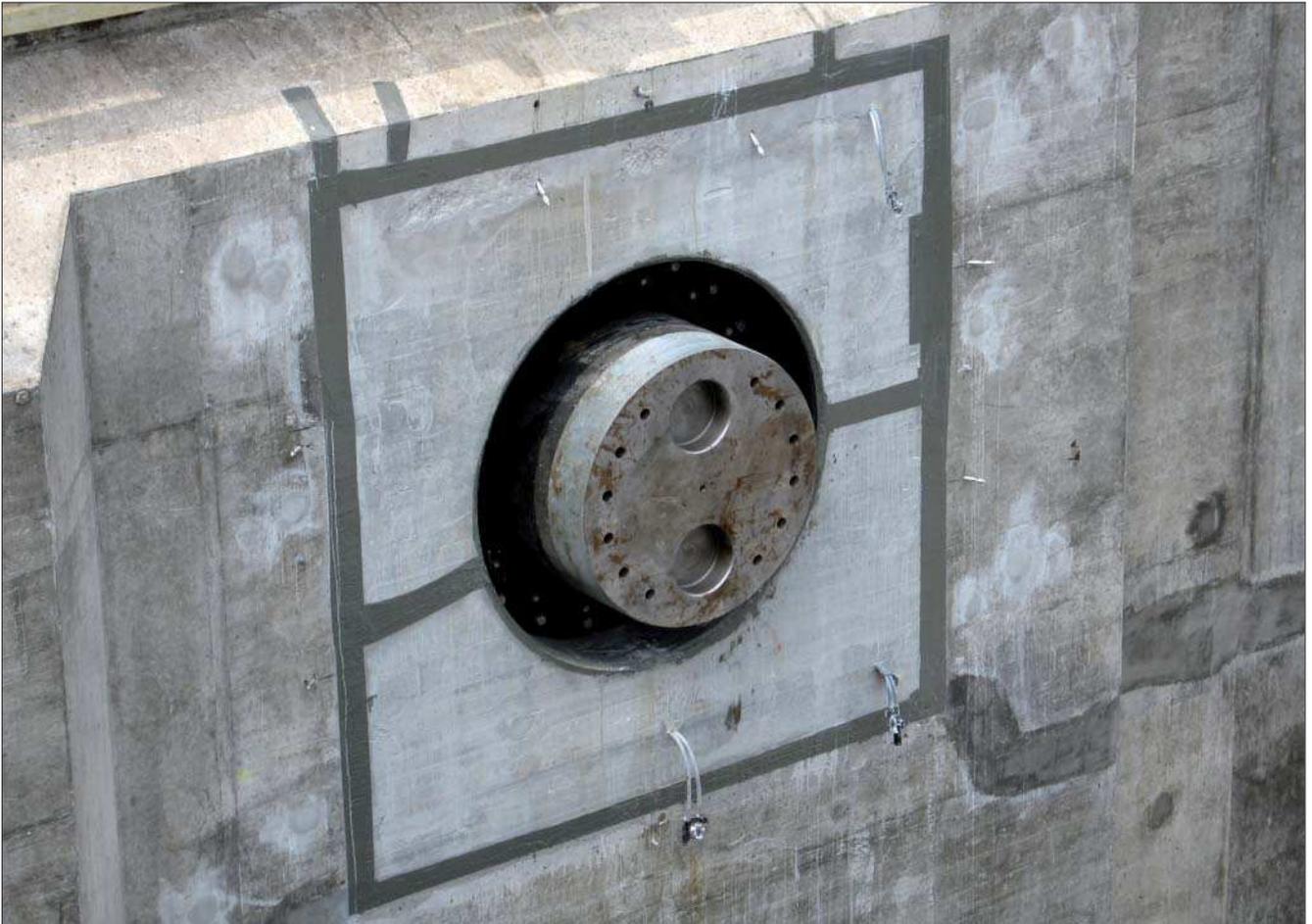


Bild 2: Drehsegmenttorlager nach dem Zweitbetoneinbau

Als wesentliche Gründe für die Erarbeitung des BAW-Merkblattes „Zweitbeton“ sind zu nennen:

- Die Mitteilung des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) aus dem Jahr 2004, wonach die Verwendung nicht DIN 1045-konformer Vergussmörtel bzw. -betone für den Einsatz in tragenden Funktionen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bedarf,
- die Erarbeitung der DAfStb-Richtlinie "Vergussbeton" als Reaktion auf die o. g. DIBt-Mitteilung,
- die Erarbeitung der DAfStb-Richtlinie "Selbstverdichtender Beton",
- die unterschiedliche Handhabung der Thematik "Zweitbeton" innerhalb der WSV.

Das Merkblatt wurde durch eine Arbeitsgruppe aus Vertretern der WSV, der Fa. QSI und der BAW erstellt. Es ist im Internet der BAW aufrufbar unter <http://www.baw.de/vip/publikationen/merkblaetter.php.html>.

## 2 Merkblattinhalte

Das Merkblatt ist wie folgt gegliedert:

- 0 Hinweise
- 1 Anwendungsbereich
- 2 Grundsätze
- 3 Planung
- 4 Baustoffe
- 5 Bauausführung
- Anhang 1: STLK-Text
- Anhang 2: Beispielsammlung

**Abschnitt 0**, der kein Vertragsbestandteil wird, zeigt die Vorteile der Integration von Stahlbauteilen direkt in den Erstbeton bzw. der Ausführung in Erst- und Zweitbeton auf und soll dem Planenden diesbezüglich als Entscheidungshilfe dienen.

In **Abschnitt 1** wird der Anwendungsbereich des Merkblattes definiert (s. o.) und explizit darauf hingewiesen, dass dieses nur im Zusammenhang mit Baumaßnahmen gemäß ZTV-W LB 215 bzw. ZTV-W LB 219 gelten soll.

In **Abschnitt 2** wird deutlich gemacht, dass Zweitbeton nur für den Fall eingesetzt werden soll, dass die Herstellung des Bauteils ausschließlich in Erstbeton unter technischen Aspekten nicht möglich und/oder unter wirtschaftlichen Aspekten nicht sinnvoll ist.

Als Zweitbeton darf nur

- Beton nach ZTV-W LB 215 bzw. ZTV-W LB 219, Abschnitt 3 oder
- Beton nach SVB-Richtlinie [3] oder
- Vergussbeton bzw. Vergussmörtel nach Vergussbeton-Richtlinie [4]

eingesetzt werden, wobei dem Beton gemäß ZTV-W der Vorzug zu geben ist. Abschnitt 2 enthält weitere grundsätzliche Forderungen wie beispielsweise die Forderung nach einem wasserundurchlässigen Verbund zwischen Erst- und Zweitbeton oder die Forderung nach Berücksichtigung des Sedimentationsverhaltens des Zweitbetons.

In **Abschnitt 3** finden sich zunächst allgemeine Planungsgrundsätze beispielsweise im Hinblick auf die erforderliche Zweitbetongeometrie, die Anordnung von Verpressschlauchsystemen oder den Verzicht auf Fugenbänder oder -bleche in der Arbeitsfuge zwischen Erst- und Zweitbeton. In weiteren Unterabschnitten werden dann baustoffspezifische Planungsaspekte wie beispielsweise die Wahl der Schwindklasse bei Zweitbeton gemäß Vergussbeton-Richtlinie aufgeführt.

**Abschnitt 4** befasst sich mit wasserbauspezifischen Anforderungen an die verschiedenen Zweitbeton-Baustoffe und ergänzt somit die entsprechenden Bezugsregelwerke (ZTV-W LB 215, ZTV-W LB 219, SVB-Richtlinie und Vergussbeton-Richtlinie). Als ergänzende Anforderungen exemplarisch genannt seien hier für den Beton gemäß ZTV-W die Begrenzung des Wassergehaltes zur Minimierung des Schwindens und die Prüfung des Sedimentationsverhaltens, für den Zweitbeton gemäß SVB-Richtlinie die Begrenzung des Schwindmaßes und die Frostprüfung sowie für den Zweitbeton gemäß Vergussbeton-Richtlinie die Einführung einer zusätzlichen Schwindklasse.

**Abschnitt 5** enthält allgemeine und baustoffspezifische Regelungen zur Ausführung. Angesprochen werden hier u. a. die Dokumentation der Lage von Stahleinbauteilen, die Potenzialtrennung zwischen Bewehrung und Stahleinbauteil, die Untergrundvorbehandlung der Erstbetonflächen, das Verpressen eingelegter Verpressschläuche sowie Art und Umfang baubegleitender Prüfungen.

Ergänzt werden die Regelungen des Merkblattes durch Muster-STLK-Texte in **Anhang 1** sowie durch eine bebilderte Beispielsammlung mit Problembeschreibung, Angabe von Problemursachen und Optimierungsmöglichkeiten in **Anhang 2**. Diese Beispielsammlung soll kontinuierlich fortgeschrieben werden. In diesem Zusammenhang wird um Beibringung geeigneter Beispiele aus der WSV gebeten!

### 3 Literatur

- [1] ZTV-W LB 215 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton, Ausgabe 2004, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
- [2] ZTV-W LB 219 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Schutz und Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken, Ausgabe 2004, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
- [3] DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ (SVB-Richtlinie), Ausgabe 2003, Beuth-Verlag
- [4] DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ (Vergussbeton-Richtlinie), Ausgabe 2006, Beuth-Verlag
- [5] BAW-Merkblatt Zweitbeton, Ausgabe 2007, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

BDir Dipl.-Ing. Andreas Westendarp  
Abteilung Bautechnik  
Referat Baustoffe  
Telefon: 0721 9726 3290  
Fax: 0721 9726 2150  
E-Mail: andreas.westendarp@baw.de

## 595 – B Neue Bemessungsregeln für Hänger an Stabbogenbrücken

### 1 Einführung

Stählerne Hänger von Bogenbrücken sind schlanke Zugglieder zwischen der Fahrbahnplatte einer Brücke (bzw. dem Versteifungsträger) und dem darüber gespannten Bogen. Die Verbindung zwischen Hänger und Bogen bzw. Versteifungsträger erfolgt meistens über angeschweißte Anschlussbleche. Ermüdungswirksame Doppelspannungsamplituden, die je nach Häufigkeit und Intensität zu Rissbildung führen können, entstehen bei runden Hängern insbesondere durch wechselnde Verkehrsbelastung und wirbelerregte Querschwingungen sowie in Einzelfällen auch durch Regen-Wind-induzierte Schwingungen. Rechteckige Hängerquerschnitte können durch Verkehrsbelastung und wirbelerregte Querschwingungen ermüdungsrelevant beansprucht bzw. durch Galloping zu instabilen Schwingungen angeregt werden.

Die BAW beschäftigt sich seit einigen Jahren im Rahmen von FuE-Projekten mit dieser speziellen Thematik. Hierzu wurden u. a. Kurzzeit- und Dauermessungen an Stabbogenbrücken der WSV durch den Forschungsnehmer Dr. Schütz Ingenieure durchgeführt und ausgewertet. Diese Untersuchungen und weiterführende Vergleichsrechnungen sowie Forschungsarbeiten an Universitäten bildeten die Grundlage für ein neues Regelwerk, das im Folgenden kurz vorgestellt werden soll.

### 2 Normative Situation

Erste Regelungen zur Bemessung von Hängeranschlüssen wurden mit ARS 4/97 herausgegeben. Diese Regelungen wurden in etwas modifizierter Form in dem noch heute gültigen DIN-Fachbericht 103, Ausgabe März 2003, übernommen. Leider sind die Ausführungen im DIN-Fachbericht in der Summe unpräzise und für einen Tragwerksplaner wenig konkret. Ausgehend von den Ergebnissen eigener FuE-Projekte wurden daher im Oktober 2003 von der BAW die „Technischen Empfehlungen Bautechnik: Konstruktive Empfehlungen und Nachweise zur Ermüdungssicherheit von Hängeranschlüssen“, kurz *TEB Hängeranschluss* herausgegeben. Diese TEB wurde zur Anwendung in der WSV empfohlen und enthielt für senkrechte Rundstahlhänger Konstruktionsempfehlungen und Bemessungsregeln einschließlich eines Beispiels.

Im Jahr 2005 wurde auf Initiative des Referates S 18 (Brückenbau) im BMVBS eine Arbeitsgruppe unter Leitung der BAST eingerichtet mit der Aufgabe, die unzureichenden Bemessungsregeln im DIN-Fachbericht 103

für schwingungsanfällige Zugglieder im Brückenbau zu verbessern und für den Anwender zu konkretisieren. Eine wichtige Grundlage bildete dabei die *TEB Hängeranschluss* sowie weitere Vergleichsberechnungen und Optimierungen, die von Dr. Schütz Ingenieure im Auftrag der BAW durchgeführt wurden. Ende 2007 konnte die Arbeitsgruppe ihre Arbeit beenden und ein Regelwerk vorlegen, das dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht.

In der Neuausgabe des DIN-Fachberichtes 103 Stahlbrücken (Herausgabe Frühjahr/Sommer 2008) wird es einen eigenständigen Anhang II-H mit dem Titel „Hänger von Stabbogenbrücken“ geben. Inhalt des Anhanges sind Entwurfsgrundsätze und Bemessungsregeln für Rundstahl- und Flachstahlhänger, wobei die Ausführungen – wie bei Normen üblich – knapp gefasst sind. Als Erläuterung dieses Normenteils und als Hintergrundbericht wurde von der Arbeitsgruppe ein ausführlicher „Leitfaden zum Anhang II-H“ herausgegeben, der ab sofort unter der Internetseite der BAW und künftig auch der der BAST abrufbar ist (Bild 1). Der Zugangspfad der BAW lautet: <http://www.baw.de/vip/publikationen/merkblaetter.php.html>.

Es wird empfohlen, im Vorgriff auf die Neuausgabe des DIN-Fachberichtes diesen Leitfaden bei aktuellen Neubauprojekten anzuwenden.



Bild 1: Titelblatt des Leitfadens

### 3 Inhalte des Leitfadens

Der 74-seitige Leitfaden mit dem Untertitel „Schwingungsanfällige Zugglieder im Brückenbau – Bemessungsregeln für Hänger an Stabbogenbrücken und Empfehlungen für ermüdungsgerechtes Konstruieren“ weist folgende Inhalte auf:

- Erläuterung der Schwingungsphänomene
- Entwurfsgrundsätze (Material, Konstruktion)
- Bemessungsregeln für Rundstahl- und Flachstahlhänger
- Schwingungsreduzierende Maßnahmen
- Messungen
- Maßnahmen an bestehenden Bauwerken
- Fertigungsüberwachung und Brückenprüfung

In der Anlage sind Konstruktionszeichnungen für verschiedene Anschlüsse mit Benennung der Kerbgruppen enthalten. Zwei ausführliche Beispiele – eine Straßenbrücke mit Rundstahlhänger und eine Eisenbahnbrücke mit Flachstahlhänger – runden den Leitfaden ab.

Mit den hier entwickelten Regelungen ist es gelungen, die sehr komplexen Phänomene bei Windanregungen von Zuggliedern hinsichtlich ihrer Ermüdungsrelevanz durch ingenieurpragmatische Modelle abzubilden. Jeder Tragwerksplaner des Brückenbaus ist damit in der Lage, die Bemessungsregeln fachgerecht umzusetzen.

zen. Allerdings sind Grundkenntnisse in der Baudynamik für die Eigenfrequenzermittlung vorauszusetzen, des Weiteren ist eine Ausstattung des Büros mit einer Baustatiksoftware zur Schnittkraftermittlung nach Theorie II. Ordnung erforderlich.

Beispielhaft wird die Ermittlung der Quertriebslast für den Nachweis wirbelerregter Querschwingungen bei Rundstahlhängern dargestellt (Bild 2):

$$q = 1,10 \cdot D \cdot v_{crit,i}^2 \cdot k_{F,i} \quad [\text{kN/m}]$$

Hierbei sind:

- $v_{crit,i}$  kritische Windgeschwindigkeit:  

$$v_{crit,i} = \frac{f_i \cdot D}{St} \quad [\text{m/s}],$$
- $D$  Hängerdurchmesser [m],
- $f_i$  Eigenfrequenz [Hz] unter Berücksichtigung der Zugkraft,
- $St$  Strouhalzahl,  $St = 0,20$  für Kreiszylinder,
- $k_{F,i} = 1$  für  $f_i < 7 \text{ Hz}$ ,
- $k_{F,i} = \frac{10-f}{3}$  für  $7 \leq f_i < 10 \text{ Hz}$ .

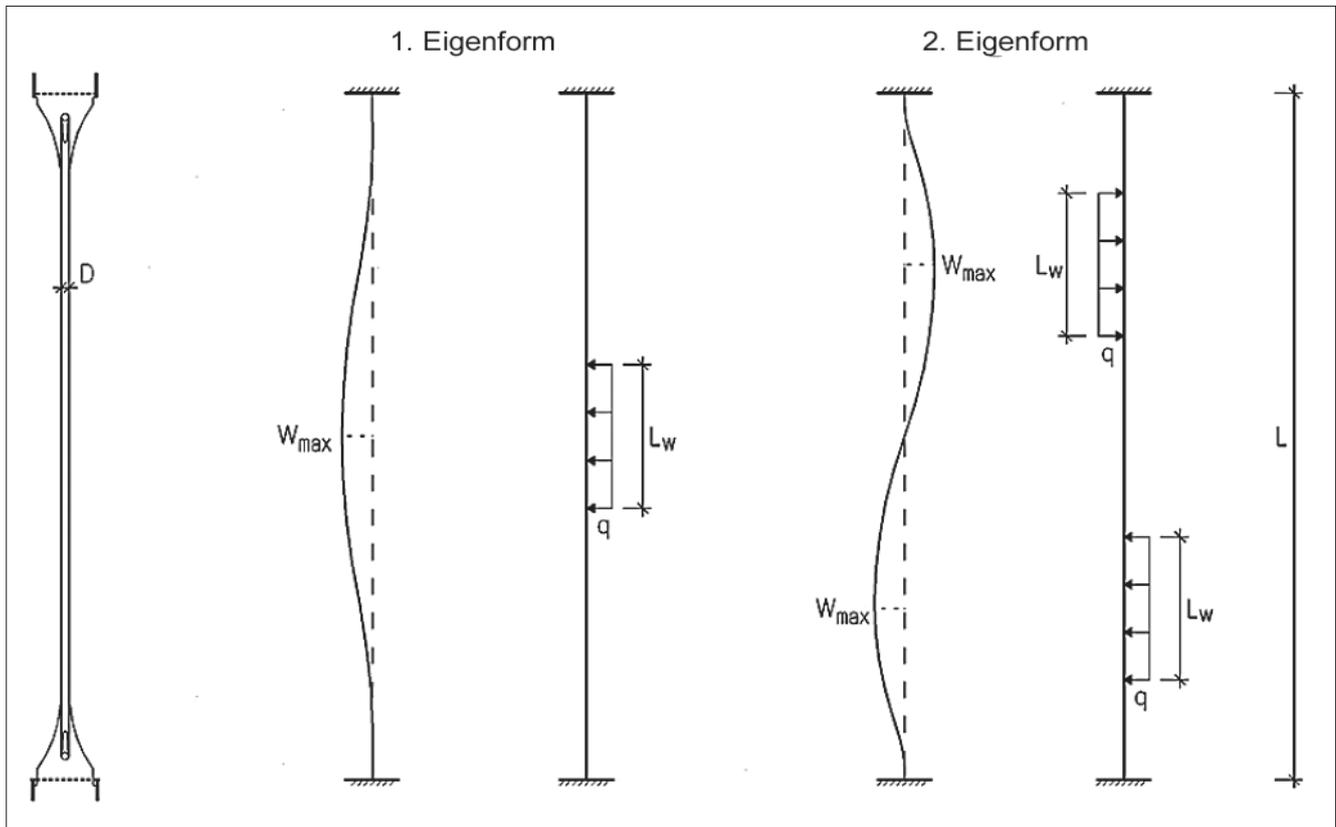


Bild 2: Lastmodell für wirbelerregte Querschwingungen

#### 4 Ergänzende Hinweise

Die aus den konstruktiven Empfehlungen sich ergebende Anschlussgeometrie stellt eine bezüglich der Bauteilermüdung optimierte Form dar. Abweichungen durch z. B. gestalterische Überlegungen sind natürlich möglich, das Einhalten der geforderten Nachweise ist entscheidend.

Bei der Planung neuer Stabbogenbrücken ist der Abschnitt II-H.2.2 (2) des künftigen DIN-Fachberichtes 103, Ausgabe 2008, zu beachten, wonach ein **Nachweis einer Optimierung der Hängeranschlussbleche bereits im Entwurfsstadium erfolgen muss**. Damit soll die Machbarkeit der Konstruktion nachgewiesen werden, z. B. eine Ausführung ohne Dämpfungsmaßnahmen.

Wie Windkanalversuche an der RWTH Aachen gezeigt haben, sind geneigte Hänger besonders empfindlich gegenüber Regen-Wind-induzierte Schwingungen, wie aus Bild 3 ersichtlich ist. Der dort in Abhängigkeit des Neigungswinkels aufgetragene Erregerkraftbeiwert  $c$  geht linear in die Quertriebslast ein. Bei senkrechten Hängern beträgt dieser Beiwert noch  $c = 0,04$ .

Für bestehende Bauwerke sind im Leitfaden einige Hinweise enthalten. Ein detaillierter Nachweis älterer Brücken nach den neuen Regeln ist normalerweise nur im Zusammenhang mit beobachteten Schäden (Risse im Hängeranschlussblech) oder starken Schwingungen erforderlich. Zur besseren Einschätzung der Ermüdungssicherheit bestehender Anschlusskonstruktionen wird zurzeit noch ein Konzept erarbeitet, das dann den WSV-Dienststellen zur Verfügung gestellt werden kann.

Dipl.-Ing. Rainer Ehmann  
Abteilung Bautechnik  
Referat Massivbau  
Telefon: 0721 9726-3760  
Fax: 0721 9726-2150  
E-Mail: rainer.ehmann@baw.de

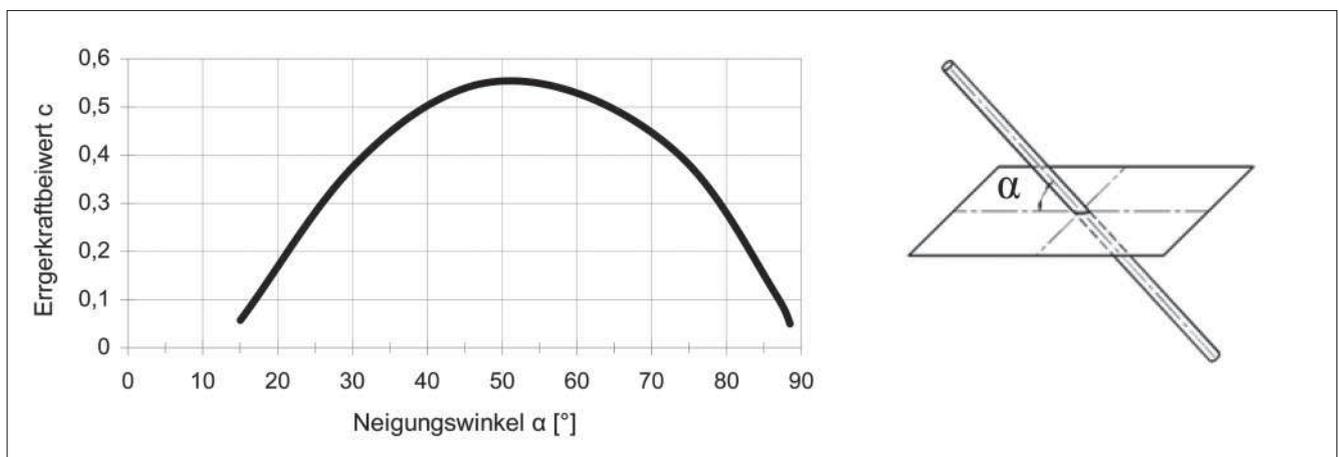


Bild 3: Erregerkraftbeiwert  $c$  als Funktion der Neigung  $\alpha$