

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Gabrys, Ulrike

Altes - neues Konzept im Stahlwasserbau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105563>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

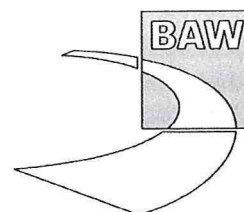
Gabrys, Ulrike (2003): Altes - neues Konzept im Stahlwasserbau. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Neue Normung für den konstruktiven Wasserbau. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 49-56.

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.





Dipl.-Ing. Ulrike Gabrys, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe
Altes – neues Konzept im Stahlwasserbau

1. Einleitung

Zur Harmonisierung der nationalen und internationalen Normen war es erforderlich, ein in sich geschlossenes Sicherheits- und Nachweiskonzept zu erarbeiten. Somit wurde die Trennung der Beanspruchungen und der Beanspruchbarkeiten für die zu erbringenden Nachweise, wie Tragsicherheits-, Gebrauchstauglichkeits- oder Ermüdungsfestigkeitsnachweis, unumgänglich. Ab dem Jahr 2001 liegt die DIN 1055-100 „Einwirkungen auf Tragwerke: Grundlagen der Tragwerksplanung Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln“ /1/ zur Anwendung vor. Nun ist zu prüfen, in wie weit die im Jahr 1998 erstellte Fachnorm DIN 19704 Teil 1 „Stahlwasserbauten: Berechnungsgrundlagen“ /2/ die Anforderungen der DIN 1055-100 /1/ erfüllt. Zur besseren Verständlichkeit wird jedoch vorab ein Vergleich zwischen der DIN 19704 /3/ von 1976 und der zur Zeit gültigen DIN 19704 /2/ gezogen.

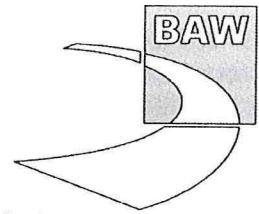
2. Sicherheitskonzepte

Seit 1958 gibt es eine DIN 19704 „Berechnungsgrundlagen für Stahlwasserbauten“ /4/. Diese wurde im Jahr 1963 und 1976 in überholter Form ersetzt und regelte die Lastannahmen, die Lastfälle, die Lastgrößen und die Bemessung der Stahlkonstruktion. Die Lastgrößen, Geometriegrößen und Festigkeitsgrößen in den zu erbringenden Nachweisen waren deterministische Werte. Eine Streuung wurde bei den ehemaligen DIN 19704 nicht berücksichtigt. Deterministisch bedeutete in diesem Fall, dass eine eindeutige Beziehung zwischen den Ein- und Ausgabedaten bestand. Mit der Division der Fließgrenze durch Sicherheitsfaktoren wurden zulässige Spannungen (Zug-, Druck- und Vergleichsspannungen) berechnet. Die berechneten Spannungen mussten kleiner oder gleich dieser zulässigen Spannungen sein (zul σ – Konzept).

Nach der Anpassung der DIN 18800 „Stahlbauten“ /5/ von 1990 an das semiprobabilistische (auf Wahrscheinlichkeitsberechnung beruhende) Sicherheitskonzept der im Jahr 1981 von der NABau herausgegebenen „Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen an bauliche Anlagen“ (Grusi Bau) /6/ wurde auch die Überarbeitung der Fachnorm DIN 19704 erforderlich. Seit 1998 liegt nun die überarbeitet und völlig neu gefasste Version der Fachnorm vor. In der folgenden Übersicht werden zuerst die Betriebsfälle der alten Norm mit der Einwirkungsart der neuen Norm verglichen. Erstes wesentliches Merkmal ist, dass sich die Nomenklatur einiger Begriffe geändert hat. Die Lastgrößen der „alten“ DIN 19704 heißen in der „neuen“ DIN 19704 Einwirkungen.

DIN 19704 alt	DIN 19704 neu
Normaler Betriebsfall (NB)	Einwirkungsart: ständige und veränderliche
Besonderer Betriebsfall (BB)	Einwirkungsart: ständige und veränderliche
Außergewöhnlicher Betriebsfall (AB)	Einwirkungsart: ständige, veränderliche und außergewöhnliche

Tabelle 1: Betriebsfall oder Einwirkungsart nach alter und neuer DIN 19704



In der Tabelle 5 der „neuen“ DIN 19704 /2/ sind die Einwirkungsarten mit den entsprechenden Einwirkungen und den dazugehörigen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten auf Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzeptes aufgelistet.

Bei der Festlegung der charakteristischen Werte dieser Einwirkungen sind ebenfalls Abweichungen zur „alten“ DIN 19704 zu bemerken. Im wesentlichen ist hier der Eisdruck zu nennen.

Einwirkungen aus Wind müssen bei der Bemessung eines Verschlusses nach „neuer“ DIN 19704 nicht berücksichtigt werden, jedoch sind sie bei der Ermittlung der Antriebskräfte anzusetzen. Windkräfte sind nach DIN 1055-4 „Einwirkungen auf Tragwerke; Teil 4: Windlasten“ (zur Zeit noch Entwurf) /7/ anzusetzen.

3. Vergleich mit der DIN 1055-100

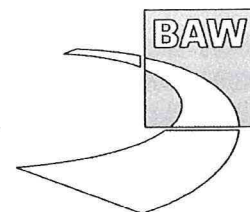
Die DIN 1055 regelt die Einwirkungen auf Tragwerke. Im Teil 100 sind die „Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln“ abgedruckt. Im 4. Absatz des Vorwortes der DIN 1055-100 /1/ wird u.a. darauf hingewiesen, dass die Einheitlichkeit der Regeln der Tragwerksplanung für eine große Anzahl von Tragwerken unterschiedlicher Bauarten erreicht wird. Bauartspezifische Regelungen sind den bauartspezifischen Normen zu entnehmen.

Im Kapitel 3 der vorgenannten Norm werden die verwendeten Begriffe definiert. Auf drei dieser Begriffe soll kurz eingegangen werden.

- Zeitlich unveränderliche Einwirkungen
- Zeitlich veränderliche Einwirkungen
- Außergewöhnliche Einwirkungen

Zeitlich unveränderliche Einwirkungen sind ständige Einwirkungen die in *statische Einwirkungen*, Einwirkungen die keine wesentliche Beschleunigung des Tragwerkes hervorrufen, und in *vorwiegend ruhende Einwirkungen* eingeordnet werden können. Unter vorwiegend ruhenden Einwirkungen werden nach DIN 1055-100 /1/ auch Nutzlasten in Parkhäusern, Werkstätten usw. und Windlasten verstanden.

Zeitlich veränderliche Einwirkungen können *dynamische Einwirkungen* oder *quasi-statische Einwirkungen* sein. Dynamische Einwirkungen sind lt. DIN 1055-100 /1/ nicht vorwiegend ruhende Belastungen, stoßende Belastungen oder sich häufig wiederholende Belastungen, die wesentliche Beschleunigungen oder eine vielfache Beanspruchungsänderung während der Nutzungsdauer des Tragwerks bzw. des Bauteils hervorrufen. Unter einer quasi-statische Einwirkungen versteht die DIN 1055-100 /1/ eine dynamische Einwirkung, die für die Tragwerksplanung unter Berücksichtigung des dynamischen Einflusses durch Zuschläge oder Faktoren als statische Einwirkung betrachtet wird.



Außergewöhnliche Einwirkungen sind Einwirkungen von gewöhnlich kurzer Dauer, die während der Nutzungsdauer des Tragwerks mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht auftreten, deren Auftreten aber zu erhebliche Schäden führen kann.

Es erhebt sich die Frage, ob die ständigen und veränderlichen Einwirkungen der DIN 19704 /2/ nach der Begriffsdefinition der DIN 1055-100 /1/ auch tatsächlich den nach DIN 19704 /2/ zugeordneten Einwirkungsarten entsprechen?

Es ist zweifelsfrei, dass das Eigengewicht einschließlich Beschichtungen und Bewuchs als ständige Einwirkung anzusetzen ist.

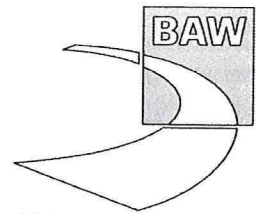
Die hydrodynamischen Einwirkungen und Temperatureinflüsse können nach DIN 1055-100 /1/ als veränderliche Einwirkung angesehen werden. Zur Zeit werden die hydrostatischen Einwirkungen den veränderlichen Einwirkungen nach DIN 19704 /2/ zugeordnet. Nach einer Harmonisierung der DIN 19704 /2/ mit der DIN 1055-100 /1/ und weiteren bauartspezifischen Normen sollten die hydrodynamischen Einwirkungen den ständigen Einwirkungen zugeordnet werden.

Die DIN 19704 /2/ regelt, dass z. B. bei Stemmtoren oder Schiffströgen eine Horizontallast aus Schiffsreibung in und rechtwinklig zur Fahrtrichtung anzusetzen ist. Diese Horizontal-lasten könnten als quasi-statische aber veränderliche Einwirkungen angesehen werden.

Eisauflast, Eisdruck, Eisstoß oder die Stützbedingungen können sich zweifelsfrei während der Gesamtlebensdauer eines Bauwerkes ändern. Teilweise werden diese Einwirkungen der Grundkombination Fall 1 (ständige Bemessungssituation) zugeordnet. Dies entspricht aber nicht der Definition nach DIN 1055-100 /2/. Diese Einwirkungen sollten bei einer Überarbeitung der DIN 19704 /2/ und unter Beachtung der DIN 1055-100 /1/ und weiterer bauartspezifischer Fachnormen nochmals diskutiert werden. Nach einer Harmonisierung sollten die o. g. Einwirkungen den veränderlichen Einwirkungen und der veränderlichen Bemessungssituation zugeordnet werden.

Auch die außergewöhnlichen Einwirkungen der „neuen“ DIN 19704 entsprechen im wesentlichen der Begriffsdefinition nach DIN 1055-100 /1/. Bisher fehlt der Schiffstoß in der Tabelle 5 der DIN 19704 /2/, sollte aber zur Harmonisierung mit aufgenommen werden. Da der Teilsicherheitsfaktor bei außergewöhnlichen Einwirkungen $\gamma_F = 1,0$ ist, müsste der charakteristische Wert in der DIN 19703 /11/ angepasst werden, um dem derzeitigen Sicherheitsniveau zu entsprechen.

Kommen wir aber zu einem weiteren Vergleich der „alten“ und „neuen“ Stahlwasserbaunorm, dem Sicherheitsniveau. Die „neue“ DIN 19704 /2/ basiert auf dem semiprobabilistischen Sicherheitskonzept. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Sicherheitskonzeptes sind die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte. Diese Beiwerte ermöglichen es, dass die Einwirkungen und Beanspruchbarkeiten getrennt voneinander betrachtet werden können.



4. Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte nach DIN 19704, Ausg. 1998

Einwirkungen

Aus den charakteristischen Werten der Einwirkungen nach Abschnitt 5 und unter Berücksichtigung der Reibung nach Abschnitt 6 der DIN 19704 sind für vom Auftraggeber vorzuzugende Grundkombinationen und außergewöhnliche Kombinationen durch Multiplikation mit Teilsicherheitsbeiwerten γ_F und - bei mehreren veränderlichen Einwirkungen - mit Kombinationsbeiwerten ψ die Bemessungswerte der Beanspruchungen (Schnittgrößen) zu ermitteln /2/.

Für alle ständigen, veränderlichen und außergewöhnlichen Einwirkungen gilt der Teilsicherheitsfaktor $\gamma_F = 1,35$. Die Tabelle 5 der „neuen“ DIN 19704 unterscheidet zwei Grundkombinationen mit dem Fall 1 und dem Fall 2 und eine außergewöhnliche Kombination mit dem Fall 3. Für alle drei Fälle werden Kombinationsbeiwerte festgelegt:

Fall 1: $\psi = 1,0$

Fall 2: $\psi = 0,9$

Fall 3 $\psi = 0,8$

Ermittelt man z. B. den Bemessungswert der Beanspruchung aus ständigen Einwirkungen und hydrostatischen Einwirkungen so lautet die Gleichung:

$$S_d = \gamma_F \times G_k + \gamma_F \times \psi \times Q_{1,k}$$

$$\gamma_F = 1,35$$

$$\psi = 1,0$$

Beanspruchbarkeit

Der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit wird aus der charakteristischen Widerstandsgröße dividiert durch den Teilsicherheitsbeiwert berechnet. Der Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit ist $\gamma_M = 1,1$ (aus DIN 18800 Teil 1 Kap. 7.3.1) /5/.

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

$$\gamma_M = 1,1$$

Beim Tragsicherheitsnachweis muss der Bemessungswert der Beanspruchung kleiner oder gleich dem Bemessungswert der Beanspruchbarkeit sein.

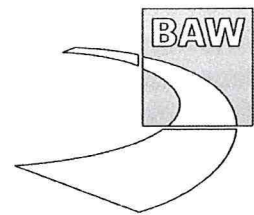
$$S_d \leq R_d$$

$$\gamma_F \times G_k + \gamma_F \times \psi \times Q_{1,k} \leq R_k / \gamma_M$$

nach Umstellung der Gleichung folgt:

$$1,1 \times 1,35 \times G_k + 1,1 \times 1,35 \times 1,0 \times Q_{1,k} \leq 240 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{bei einem S235JRG2})$$

$$1,485 \times G_k + 1,485 \times Q_{1,k} \leq 240 \text{ N/mm}^2$$



5. Vergleich mit der DIN 19704 von 1976

Beim **zul σ -Konzept** der „alten“ DIN 19704 /3/ würde die obige Gleichung als Normaler Betriebsfall eingestuft und mit folgenden Sicherheiten gegen die Fließgrenze (240 N/mm^2) des Stahls abgesichert:

Druck	$v = 1,7$	zul $\sigma = 140 \text{ N/mm}^2$
Zug	$v = 1,5$	zul $\sigma = 160 \text{ N/mm}^2$
Vergleichsspannung	$v = 1,33$	zul $\sigma = 180 \text{ N/mm}^2$

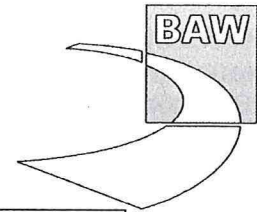
Die mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwert der jeweiligen Kombination (Fall 1, 2 oder 3) der „neuen“ DIN 19704 /2/ berechneten Spannungen (Beanspruchung) haben alle das gleiche Sicherheitsniveau. Das Sicherheitsniveau variiert in Abhängigkeit der gewählten Kombination. Bei der „alten“ DIN 19704 wurde, je nach Spannungsart, mit unterschiedlichen Sicherheitsfaktoren gegen die Fließgrenze des Stahls abgesichert. Im wesentlichen entsprechen die Teilsicherheitsbeiwerte der Grundkombinationen und der außergewöhnlichen Kombination multipliziert mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten und dem Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeit („neue“ DIN 19704) dem Sicherheitsfaktor für Zugspannungen der „alten“ DIN 19704. Die folgende Tabelle soll einen Überblick über die Sicherheiten der „alten“ und „neuen“ DIN 19704 geben.

„alte“ DIN 19704			„neue“ DIN 19704		
Betriebsfall	Spannungsart	Sicherheitsfaktor	Kombination	Beiwerte	Anmerkung
NB	Druckspannungen	$v = 1,7$	Fall 1	$\gamma_F \times \psi \times \gamma_M$ $1,35 \times 1,0 \times 1,1 = 1,485$	$\Psi = 1,0$
	Zugspannungen	$v = 1,5$			
	Vergleichsspannungen	$v = 1,33$			
BB	Druckspannungen	$v = 1,5$	Fall 2	$\gamma_F \times \psi \times \gamma_M$ $1,35 \times 0,9 \times 1,1 = 1,34$	$\Psi = 0,9$
	Zugspannungen	$v = 1,33$			
	Vergleichsspannungen	$v = 1,25$			
AB	Druckspannungen	$v = 1,3$	Fall 3	$\gamma_F \times \psi \times \gamma_M$ $1,35 \times 0,8 \times 1,1 = 1,19$	$\Psi = 0,8$
	Zugspannungen	$v = 1,15$			
	Vergleichsspannungen	$v = 1,11$			

Tabelle 3: Sicherheiten der „alten“ und „neuen“ Stahlwasserbaunorm

6. Schnittstelle Stahlwasserbau / Massivbau

Um zum jetzigen Zeitpunkt die Lastabtragung der Verschlüsse im Massivbau schlüssig nachzuweisen, wird empfohlen, die mit charakteristischen Werten berechneten Auflagerkräfte (Auswirkung) der Stahlwasserbauverschlüsse für die massivbaulichen Nachweise zur Verfügung zu stellen. Dieses Vorgehen sollte auch, trotz einer Harmonisierung des Normenwerkes, bei zukünftigen Bauvorhaben weiter beibehalten werden, da die Auflagerkräfte für die massivbaulichen Nachweise sowohl günstig als auch ungünstig angesetzt werden können. In diesem Falle sind im Massivbau unterschiedliche Teilsicherheitsbeiwerte zu beachten.

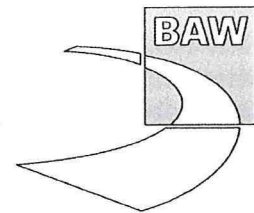


Nr.	Einwirkungsart	Einwirkungen	Ständige	Vorübergehende	Außergewöhnliche
			Bemessungssituation		
1	Ständig	Ständige Einwirkungen	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_{GA} = 1,35$
2		Hydrostatische Einwirkungen			
4		Wasserlast			
3	Veränderlich	Hydrodynamische Einwirkungen	$\gamma_{Q,i} = 1,35$ $\psi_{0,i} = 0,9$	$\gamma_{Q,i} = 1,35$ $\psi_{0,i} = 0,9$	$\gamma_{Q,i} = 1,35$ $\psi_{1,i} = 0,8$ bzw. $\psi_{2,i} = 0,8$
6		Verkehrslast			
7		Massenkräfte			
5		Eisauflast			
8		Änderungen der Stützbedingungen			
9		Eisdruck, Eisstoß			
10		Temperatureinflüsse			
11		Schiffsreibung			
12	Außergewöhnliche	Leckwerden von Luftkammern			$\gamma_A = 1,0$
13		Einwirkungen bei Transport, Montage und Reparaturzuständen			
14		Einwirkungen des Antriebs im Störfall			γ_A siehe Tab.6 $\psi = 1,0$
15		Schiffsstoß			$\gamma_A = 1,0$

Tabelle 4: Vorschlag für Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte nach Angleichung der Fachnormen für Wasserbauten

7. Weitere Hinweise

Seit 1987 war für Stahlwasserbauten der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit auf der Grundlage der DIN 15018 „Krane, Teil 1: Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung“ /8/ erforderlich. Viele Ermüdungsfestigkeitsschäden zeigten, dass die Ermüdungsfestigkeitsregelung nach der „alten“ DIN 19704 /3/ nicht mehr Stand der Technik war. Mit Inkrafttreten der „neuen“ DIN 19704 /2/ ist der Ermüdungsnachweis für die Grundkombination Fall 1 und nach DIN V ENV 1993-1-1 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten“ /9/, jedoch mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach Kap. 7.5.4.2 der „neuen“ DIN 19704 /2/, zu führen. In der Regel ist von einer gesamten Nutzungsdauer von 70 Jahren auszugehen. Die Lastspiele pro Tag und die Nutzungstage pro Jahr sind vom Auftraggeber vorzugeben. Die Teilsicherheitsbeiwerte sind für die Beanspruchung $\gamma_{Ff} = 1,0$ und für die Beanspruchbarkeit $\gamma_{Mf} = 1,35$. Für



den Druckschwellbereich darf bei Stauwandblechen ein abgeminderter Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_{Mf} = 1,15$ angesetzt werden.

Auch beim Nachweis der Maschinenkonstruktionen werden die Einwirkungen mit Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten multipliziert und dem Bemessungswert der Beanspruchbarkeit gegenübergestellt. Diese Teilsicherheitsbeiwerte unterscheiden sich jedoch von den Teilsicherheitsbeiwerten des Stahlwasserbauverschlusses. Hier ist insbesondere der Teilsicherheitsfaktor für die Beanspruchbarkeit zu nennen, denn dieser wird mit $\gamma_M = 1,5$ angesetzt. Der Kombinationsbeiwert ist für alle gesondert zu untersuchenden Einwirkungen mit $\psi = 1,0$ anzunehmen. Auch für die Maschinenkonstruktionen sind Ermüdungsfestigkeitsnachweise zu führen. Jedoch ist für die Maschinenkonstruktionen, ausgeschlossen Verschleißteile wie Seiltrommeln oder Lagerbuchsen, lediglich von einer Gesamtnutzungsdauer von 35 Jahren ausgehen.

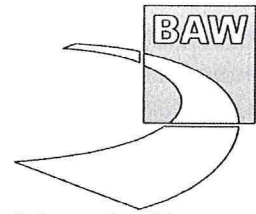
8. Zusammenfassung und Ausblick

Die Fachnorm für Stahlwasserbauten DIN 19704 /2/ wurde bereits 1998 an das neue Sicherheitskonzept der DIN 18800 /5/ und der DIN V ENV 1993 /9/ angepasst. Die zu berücksichtigenden Teilsicherheitsbeiwerte werden in der Fachnorm festgelegt. Ebenso werden die Einwirkungen und die zu untersuchenden Kombinationen beschrieben. Die anzusetzenden Kombinationsbeiwerte können ebenfalls der „neuen“ DIN 19704 /2/ entnommen werden.

Eine Anpassung der Einwirkungsarten und eine Ergänzung der Einwirkungen wird auf Grund einer Harmonisierung der DIN 19704 /2/ mit der DIN 1055-100 /1/ und der DIN 1045 /10/ erforderlich. Mit der o. gezeigten Tabelle 4 wurde ein Vorschlag erarbeitet, der diese Harmonisierung der Normen widerspiegeln würde. Auflagerkräfte der Stahlwasserverschlüsse sollten jedoch nur als charakteristische Werte (Berechnung der Auflagerkräfte ohne Teilsicherheitsfaktoren) und für jede Einwirkung getrennt weitergegeben werden, da diese für die massivaubaulichen Nachweise teilweise günstig oder ungünstig wirkend angesetzt werden müssen.

Literatur

- /1/ DIN 1055 Teil 100 „Einwirkungen auf Tragwerke: Grundlagen der Tragwerksplanung Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln“ Ausgabe März 2001, Beuth-Verlag
- /2/ DIN 19704 „Stahlwasserbauten; Teil 1: Berechnungsgrundlagen“ Ausgabe Mai 1998, Beuth-Verlag
- /3/ DIN 19704 „Stahlwasserbauten; Berechnungsgrundlagen“ Ausgabe September 1976, Beuth-Verlag
- /4/ DIN 19704 „Berechnungsgrundlagen für Stahlwasserbauten“ Ausgabe Juni 1958, Beuth-Verlag
- /5/ DIN 18800 „Stahlbauten“ Ausgabe November 1990, Beuth-Verlag
- /6/ „Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen an bauliche Anlagen“ (Grusi Bau) Herausgeber: NABau Ausgabe 1981
- /7/ DIN 1055-4 „Einwirkungen auf Tragwerke; Teil 4: Windlasten“ (zur Zeit noch Entwurf), Beuth-Verlag



- /8/ DIN 15018 „Krane, Teil 1: Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung“ Ausgabe November 1984, Beuth-Verlag
- /9/ DIN V ENV 1993 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten“ Ausgabe 1992, Beuth-Verlag
- /10/ DIN 1045 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion“ Ausgabe Juli 2001, Beuth-Verlag
- /11/ DIN 19703 „Schleusen der Binnenschifffahrtsstraßen; Grundsätze für Abmessungen und Ausrüstungen“ Ausgabe November 1995, Beuth-Verlag