



# MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

46. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 29. Oktober 1993

Nummer 67

## Inhalt

### I.

**Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBl. NW.) aufgenommen werden.**

Glied.-Nr.	Datum	Titel	Seite
770	27. 5. 1993	RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Meß- und Kontrolleinrichtungen zur Überprüfung der Standsicherheit von Staumauern und Staudämmen .....	1706
770	6. 7. 1993	RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft DIN 19702 - Standsicherheit von Massivbauwerken im Wasserbau .....	1709

### II.

**Veröffentlichungen, die nicht in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBl. NW.) aufgenommen werden.**

Datum	Titel	Seite
8. 10. 1993	<b>Landschaftsverband Westfalen-Lippe</b> Bek. - 15. Tagung der 9. Landschaftsversammlung .....	1724

## I.

770

**Meß- und Kontrolleinrichtungen  
zur Überprüfung der Standsicherheit  
von Staumauern und Staudämmen  
(DVWK-Merkblatt 222/1991)**

RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung  
und Landwirtschaft v. 27. 5. 1993 -  
IV B 3 - 4000 - 33740

Das vom Deutschen Verband für Wasserwirtschaft und  
Kulturbau e.V. (DVWK) herausgegebene

„Merkblatt 222/1991 - Meß- und Kontrolleinrichtun-  
gen zur Überprüfung der Standsicherheit von Stau-  
mauern und Staudämmen“

wird hiermit nach § 106 Abs. 1 in Verbindung mit § 116  
Abs. 1 des Landeswassergesetzes NW (LWG) als allgemein  
anerkannte Regel der Technik eingeführt.

Die für Anlagen in Nordrhein-Westfalen maßgeblichen  
Regelausstattungen und Meßprogramme für Staumauern  
und Staudämme ergeben sich aus den nachfolgenden  
Tafeln 1 und 2.

Das Kapitel 3.2.1.3 des DVWK-Merkblattes 222/1991 fin-  
det in NRW keine Anwendung.

Der vom Talsperrenbetreiber jährlich zu erstellende  
Sicherheitsbericht nach Abschnitt I des Merkblattes ist der  
zuständigen Talsperrenaufsichtsbehörde vorzulegen.

Tafel 1: Regelausstattung und Meßprogramm bei Staumauern

Meßgröße	Meßmethode / Meßgerät	Zahl der Meßstellen	Häufigkeit der Messungen
	visuelle Kontrolle	Sperrenbauwerk gesamte Stauanlage	täglich wöchentlich
Verschiebungen	Gewichtslot und / oder Schwimmplot	mind. 1	wöchentlich (kontinuierlich)
	geodätische Messungen - Mauerluftseite - Krone	mind. 3 Meßpunkte  mind. 3 Meßpunkte (jeweils Anbindung an ein von der Talsperre unbeeinflusstes System)	$\frac{1}{2}$ - jährlich  mind. $\frac{1}{4}$ - jährlich
Differenzbewegungen an Blockfugen	Tastuhren (Fissurometer)	an allen Blockfugen (nur bei Gewichts- staumauern)	mind. $\frac{1}{2}$ - jährlich (nach Stauhöhe und Temperatur)
Stauhöhe	Lattenpegel	je 1	täglich
	Schreibpegel		kontinuierlich
Sickerwasser	Meßgefäß	3 Abschnitte (Talflanken und Talsohle)	werktäglich
	Meßüberfall		kontinuierlich
Sohlenwasserdruck	Piezometer	3 Meßquerschnitte mit je 5 Punkten	wöchentlich
	Manometer		mind. monatlich
Temperaturen - Wasser - Luft - Bauwerk	Thermometer	3 (verschiedene Wassertiefen)	wöchentlich
	Thermometer	1	täglich
	elektrische Thermoelemente	3 Meßlinien mit 5 Punkten	monatlich
Beschleunigung	Seismograph	1 (nur in Erdbebengebieten)	(kontinuierlich)
Niederschlag	Niederschlagsschrei- ber bzw. -messer	1	kontinuierlich bzw. täglich
Zu- und Abfluß der Talsperre	Schreibpegel	1	kontinuierlich

Tafel 2: Regelausstattung und Meßprogramm bei Staudämmen  
(H < 60m und L < 1000m)

Meßgröße	Meßmethode / Meßgerät	Zahl der Meßstellen	Häufigkeit der Messungen
	visuelle Kontrolle	Sperrenbauwerk gesamte Stauanlage	täglich wöchentlich
Setzungen/ Verschiebungen	Nivellement auf der Dammkrone, Setzungspegel u.a.	je 3 auf jeder Kronen- seite (Anzahl nach möglicher Dammverformung)	mind. jährlich mind. monatlich
Stauhöhe	Lattenpegel Schreibpegel	je 1	täglich kontinuierlich
Sickerwasser	Meßgefäß Meßüberfall	3 Abschnitte (Talflanken und Talsohle)	werktäglich kontinuierlich
Porenwasserdruck - im Damm	geschlossenes System	3 Meßquerschnitte in 3 Meßebenen mit je 3 Gebern	wöchentlich
- im Untergrund	geschlossenes System		wöchentlich
Wasserspiegelhöhen in den Bohrungen	offenes System	mind. 2 Meßquerschnitte mit je 3 Bohrungen	wöchentlich
Niederschlag	Niederschlagsschreiber bzw. -messer	1	kontinuierlich bzw. täglich
Beschleunigung	Seismograph	1 (nur in Erdbebengebieten)	(kontinuierlich)
Zu- und Abfluß der Talsperre	Schreibpegel	1	kontinuierlich

Das Merkblatt kann beim Verlag Paul Parey, Postfach 106304, in Hamburg bezogen werden.

Diese Regelungen treten mit dem Tage ihrer Veröffentlichung in Kraft.

770

**DIN 19702 - Standsicherheit  
von Massivbauwerken im Wasserbau**

RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung  
und Landwirtschaft v. 6. 7. 1993 -  
IV B 3 - 4000 - 33785

**Anlage** Die vom Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN  
Deutsches Institut für Normung e. V. als DIN 19702 - Stand-  
sicherheit von Massivbauwerken (Ausgabe Oktober 1992) -  
herausgegebene Norm wird hiermit nach § 106 Abs. 1 in  
Verbindung mit § 116 Abs. 1 des Wassergesetzes für das  
Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz - LWG)  
als allgemein anerkannte Regel der Technik eingeführt.

Dieser Runderlaß ergeht im Einvernehmen mit dem  
Ministerium für Bauen und Wohnen.

# Standsicherheit von Massivbauwerken im Wasserbau

**DIN**  
**19702**

Stability of solid structures in water engineering

Ersatz für Ausgabe 10 66

Maße in mm

## Inhalt

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Anwendungsbereich</li> <li>2 Begriffe</li> <li>3 Berechnungsgrundlagen           <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Baugrund               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 Allgemeines</li> <li>3.1.2 Umfang der Aufschlüsse</li> <li>3.1.3 Feststellung der Baugrundeigenschaften</li> <li>3.1.4 Geotechnischer Bericht</li> <li>3.1.5 Gründungsgutachten</li> </ul> </li> <li>3.2 Einwirkungen               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Eigenlasten</li> <li>3.2.2 Verkehrs- und Auflasten</li> <li>3.2.3 Belastung der äußeren Begrenzungsflächen von Bauwerken durch Wasserdruck                   <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.3.1 Wasserdruck bei näherungsweise Berücksichtigung der Strömung (Ansatz 1)</li> <li>3.2.3.2 Wasserdruck unter Berücksichtigung eines Strömungsnetzes (Ansatz 2)</li> <li>3.2.3.3 Wasserdruck unter näherungsweise Berücksichtigung der Grenzsickerlinie (Ansatz 3)</li> <li>3.2.3.4 Wasserdruck in sonstigen Fällen</li> <li>3.2.3.5 Wasserdruck in Dehnungsfugen</li> </ul> </li> <li>3.2.4 Wasserdruck im Inneren von Bauteilen</li> <li>3.2.5 Wellenkräfte</li> <li>3.2.6 Erddruck</li> <li>3.2.7 Eis</li> <li>3.2.8 Windlast</li> <li>3.2.9 Temperaturänderung, Schwind- und Kriecheffekte</li> <li>3.2.10 Bergbauliche Einwirkungen</li> <li>3.2.11 Erdbebenkräfte                   <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.11.1 Massivbauwerke im Wasserbau</li> <li>3.2.11.2 Talperren</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>4 Nachweis der Standsicherheit           <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Allgemeines zu den Nachweisen</li> <li>4.2 Lastfälle               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1 Lastfall 1</li> <li>4.2.2 Lastfall 2</li> <li>4.2.3 Lastfall 3</li> <li>4.2.4 Sonderlastfälle</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3 Baugrundzustände</li> <li>4.4 Standsicherheitsnachweise für bestehende Wasserbauten</li> <li>4.5 Grundsätze der Nachweise           <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.1 Berechnungsgrundsätze für das Gesamtbauwerk               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.1.1 Spannungen in der Sohlenfuge</li> <li>4.5.1.2 Gleitsicherheit</li> <li>4.5.1.3 Auftriebsicherheit</li> <li>4.5.1.4 Grundbruchsicherheit</li> <li>4.5.1.5 Geländebruchsicherheit</li> <li>4.5.1.6 Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch sowie Materialtransport</li> <li>4.5.1.7 Setzungsberechnungen</li> </ul> </li> <li>4.5.2 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Beton und Stahlbeton               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.2.1 Berücksichtigung des Wasserdruckes im Inneren der Bauteile                   <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.2.1.1 Bauteile aus unbewehrtem Beton</li> <li>4.5.2.1.2 Stahlbetonbauteile</li> </ul> </li> <li>4.5.2.2 Nachweis der Stahlspannung bei nicht vorwiegend ruhender Belastung</li> <li>4.5.2.3 Beschränkung der Rißbreiten</li> </ul> </li> <li>4.5.3 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Spannbeton</li> <li>4.5.4 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Mauerwerk</li> </ul> </li> </ul> <li>5 Nachweis der Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit</li> <li>6 Herstellen von Betonbauteilen           <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Allgemeines</li> <li>6.2 Zement</li> <li>6.3 Betonzuschläge</li> <li>6.4 Wasserzementwerte</li> <li>6.5 Betondeckung der Bewehrung</li> </ul> </li> <li>7 Bauausführung, Bauüberwachung</li> <li>8 Inbetriebnahme</li> <li>9 Bauwerksinspektion und -unterhaltung</li> |
|--|---|

Zitierte Normen und andere Unterlagen

„DIN 19702, Ausgabe 10.92, ist mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. abgedruckt worden. Die Einführung dieser Norm läßt das Urheberrecht an DIN 19702 unberührt fortbestehen. Diese Norm ist beim Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, erschienen und erhältlich.“

## DIN 19702

**1 Anwendungsbereich**

Diese Norm gilt für alle massiven Wasserbauwerke (z. B. aus Beton, Stahlbeton und Mauerwerk) im Binnenland sowie im küstennahen Bereich, z. B. Schleusen, Wehre, Wasserkraftwerke, Schöpfwerke, Siele, Düker, Hafenanlagen einschließlich der Nebenanlagen und ergänzt insoweit die Normen der Reihe DIN 19700. Sie gilt auch für Staumauern, sofern in DIN 19700 Teil 11 keine anderen Festlegungen enthalten sind. Sie gilt nicht für Bauwerke des Offshore-Bereichs sowie Baugrubenumschließungen.

**2 Begriffe**

Standsicherheit ist gegeben, wenn die Konstruktion als Ganzes sowie alle einzelnen Bauteile den einwirkenden Lasten mit der erforderlichen Sicherheit standhalten. Die Standsicherheit wird durch statische Berechnung oder durch Versuche nachgewiesen.

Standsicherheit bedeutet weiterhin, daß das Bauwerk die notwendige Gebrauchsfähigkeit einschließlich Dauerhaftigkeit besitzt.

Die Begriffe über Stauanlagen sind in DIN 4048 Teil 1 festgelegt.

**3 Berechnungsgrundlagen****3.1 Baugrund****3.1.1 Allgemeines**

Für die Berechnung der Standsicherheit von Massivbauwerken im Wasserbau sind genaue Kenntnisse über den Baugrund und seine Eigenschaften sowie über die Grundwasser- und -strömungsverhältnisse unerläßliche Voraussetzung (siehe DIN 1054 und DIN 4020). Die notwendigen Bodenaufschlüsse dürfen sich nicht nur auf die Erfassung der für die reine Tragfähigkeitsermittlung erforderlichen Daten beziehen, sondern müssen insbesondere mit dem Ziel ausgeführt werden, mögliche Veränderungen der Tragfähigkeitseigenschaften durch strömendes oder gestautes Wasser zu erfassen.

Das Material für Bauwerkshinterfüllungen muß in seinen bodenmechanischen Eigenschaften in eingebautem Zustand, insbesondere hinsichtlich Dichte und Scherfestigkeit sowie Durchlässigkeit (unter Beachtung der Strömungsrichtung) in Abhängigkeit von der Proctordichte bzw. Lagerungsdichte bekannt sein. Der notwendige Verdichtungsgrad ist zu definieren.

**3.1.2 Umfang der Aufschlüsse**

Die Anzahl der Untersuchungsstellen richtet sich nach DIN 1054 bzw. DIN 4020. Das gleiche gilt hinsichtlich der Untersuchungstiefe. Zur Klärung der Grundwasserhältnisse kann es jedoch erforderlich sein, die Untersuchungstiefe bis zu einem folgenden Grundwassernichtleiter zu vergrößern. Die Anordnung der Untersuchungsstellen ist so zu wählen, daß ein Schichtenbild in Richtung des strömenden Wassers gezeichnet werden kann.

**3.1.3 Feststellung der Baugrundeigenschaften**

Die den Standsicherheitsnachweisen zugrundezulegenden Kenngrößen von Boden oder Fels sollen in der Regel durch Labor- und/oder geeignete Felduntersuchungen ermittelt werden.

Bei Lockergestein sind im allgemeinen Untersuchungen notwendig z. B. über:

- Kornzusammensetzung
- Wichte und Wassergehalt
- Lagerungsdichte oder
- Konsistenz
- Zusammendrückbarkeit (Steifemodul)
- Scherfestigkeit (ungedrängt und gedrängt, Einfluß von Porewasserdrücken)

- Durchlässigkeit (in Abhängigkeit von der Strömungsrichtung)

Ferner muß die Möglichkeit von Erosion, Suffosion und Bodenverflüssigung untersucht werden.

Bei Fels sind im allgemeinen Untersuchungen notwendig über:

- Gesteinsart und mineralogische Zusammensetzung
- Trennflächengefüge
- Verwitterungszustand
- Durchlässigkeit
- Festigkeit und Verformbarkeit des Gesteins und des Gebirges

Das Grundwasser ist auf schädigende Einflüsse auf das Bauwerk zu untersuchen.

Bei Vorplanungen sowie für untergeordnete Bauwerke dürfen für den angreifenden Erddruck die Wichten und Scherfestigkeiten nach DIN 1055 Teil 2 angesetzt werden.

Bei nichtbindigem Material darf die Durchlässigkeit überschlägig nach empirischen Regeln aufgrund der Kornverteilung ermittelt werden.

**3.1.4 Geotechnischer Bericht**

In einem geotechnischen Bericht (siehe DIN 4020) sind aus den Ergebnissen der Feld- und Laboruntersuchungen insbesondere die folgenden Unterlagen über den Baugrund zu erarbeiten:

- Schichtung des Baugrundes
- Wasserwegigkeit und Durchlässigkeit des Untergrundes (bei Fels: Klüftigkeit, Ergebnisse von Wasserabpreßversuchen)
- Grundwasserstockwerke und deren jeweilige Druckhöhen
- Schwankungsbereiche der Grundwasserhöhen
- Betonschädlichkeit des Grundwassers
- Tragfähigkeitseigenschaften
- Verformungseigenschaften bei mechanischer oder hydraulischer Beanspruchung
- Verockerungs- und Versinterungsgefahr bei Bauwerksdräns

Die Untersuchungsergebnisse sind textlich und zeichnerisch zusammenzustellen und im Hinblick auf die Erfordernisse der Massivbauwerke im Wasserbau kritisch zu beurteilen. Sowohl für die Kenngrößen der einzelnen Boden- oder Felschichten als auch für sonstige Einflüsse, z. B. maßgebende Grundwasserstände, sind charakteristische Werte als Rechenwerte anzugeben.

Der geotechnische Bericht soll qualitative Aussagen, z. B. über zu erwartende Setzungen und Verformungen, die Anwendbarkeit oder Notwendigkeit bestimmter Konstruktionen, Möglichkeiten der Verhinderung oder mögliche Auswirkungen von Unterströmungen, Forderungen über Verdichtungen bei Hinterfüllungen usw., enthalten.

**3.1.5 Gründungsgutachten**

Bei einer Entwurfsplanung ist die Ausführbarkeit in einem Gründungsgutachten auf der Grundlage des geotechnischen Berichtes im einzelnen zu untersuchen.

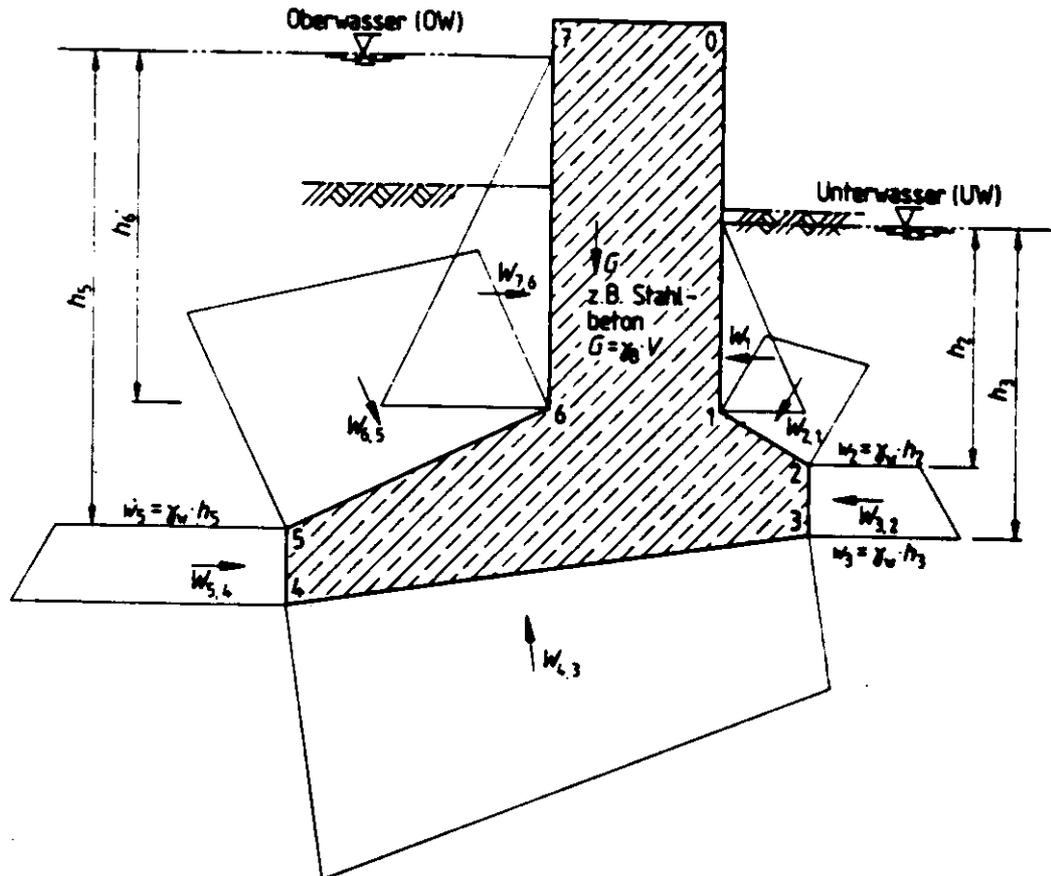
**3.2 Einwirkungen****3.2.1 Eigenlasten**

Für die Eigenlasten gelten die Festlegungen der Normen der Reihe DIN 1055. Die Eigenlast von massiven Bauteilen, die ins Wasser tauchen, geht in voller Höhe in die Berechnung ein; Wasserdruckkräfte werden als äußere Kräfte gesondert berücksichtigt (siehe Bilder 1, 3 bzw. 5).

**3.2.2 Verkehrs- und Auflasten**

Die Verkehrs- und Auflasten können entstehen z. B. durch:

- Bodenüberschüttungen
- Wasser



$G$  Gewichtskraft des Baukörpers

$W$  Resultierende Wasserdruckkräfte, die senkrecht auf die jeweilige Teilfläche des Baukörpers wirken

Bild 1. Wasserdruckverteilung (hydrostatischer Ansatz)

- andere Bauteile
- Ausrüstungen (z. B. Turbinen, Generatoren, Verschlüsse, Antriebe, Krane)
- Verkehr
- Trossenkräfte, Schiffstöße

### 3.2.3 Belastung der äußeren Begrenzungsflächen von Bauwerken durch Wasserdruck

Wasserdrücke wirken senkrecht auf die äußeren Begrenzungsflächen des in das Wasser eingetauchten bzw. vom Wasser umströmten Bauwerkes. Wasserdruckkräfte im Inneren von Bauteilen sind in Abschnitt 3.2.4 festgelegt.

Bei unterschiedlich hohem Wasserstand an gegenüberliegenden Seiten eines Bauwerkes bildet sich im Baugrund eine Strömung vom hohen zum niedrigen Potential aus. Auswirkungen dieser Strömung sind bei den Standsicherheitsnachweisen zu berücksichtigen.

Auch bei Fels ist in der Gründungsfuge das Auftreten von Wasserdrücken zu berücksichtigen.

Druck- und Sogkräfte in Turbinenzugehörigkeiten, an Maschinen usw. sind – gegebenenfalls unter Einbezug von Druckstoßwirkungen – zu berücksichtigen.

Eine durch bauliche Maßnahmen, z. B. Drän- oder Entspannungsbrennen, erfolgte Verminderung des Wasserdruckes darf nur berücksichtigt werden, wenn ihre Wirkung dauernd sichergestellt ist und ohne signifikante Einschränkungen des Betriebes wieder hergestellt werden kann. Ein vorübergehendes Versagen der Entspannungswirkung darf dann als Sonderfall (siehe Abschnitt 4.2.4) eingeordnet werden. Bereits beim Entwurf ist festzulegen, wie die Entspannungseinrichtungen wieder hergestellt werden können.

Entsprechend den vorliegenden Verhältnissen kann der auf das Bauwerk wirkende Wasserdruck unterschiedlich ermittelt werden. Drei Möglichkeiten der Ermittlung (Ansätze) sind in den Abschnitten 3.2.3.1 bis 3.2.3.3 zusammengestellt.

#### 3.2.3.1 Wasserdruck bei näherungsweise Berücksichtigung der Strömung (Ansatz 1)

An massiven Baukörpern darf auf eine genaue Ermittlung der im Baugrund herrschenden Strömungsverhältnisse und der sich daraus ergebenden Einflüsse auf die Belastungen des Bauwerkes verzichtet werden. Bei ungleich hohen Wasserständen an beiden Seiten des Bauwerkes darf im Ansatz 1 ein geradliniger Verlauf der Wasserdruckverteilung in der Sohlenfuge zwischen den beiden Druckhöhen angenommen werden.

In Bild 1 ist die Wirkung der einzelnen auf die Teilflächen des Bauwerkes wirkenden Wasserdrücke dargestellt.

#### 3.2.3.2 Wasserdruck unter Berücksichtigung eines Strömungszustandes (Ansatz 2)

Zur genaueren Ermittlung der Wasserdrücke und in den Fällen, in denen durch besondere bauliche Maßnahmen der Strom des Grundwassers verändert wird, ist ein Strömungs- und Potentialliniennetz zu entwerfen (Ansatz 2).

Eine im Baugrund wirkende Strömung kann in aller Regel als Potentialströmung angesehen werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- Die Durchlässigkeit des Baugrundes folgt dem Gesetz von Darcy ( $\bar{v} = k \cdot i$ ).
- Der durchströmte Baugrund hat einen auch unter der Einwirkung der Durchströmung stabilen Aufbau.

DIN 19702

Mit diesen Grundlagen läßt sich für Verhältnisse, auf die das physikalische Modell zutrifft, zunächst das Strom- und Potentialliniennetz ermitteln. Daraus können die auf den Baukörper wirkenden Wasserdrücke entwickelt werden.

Nachfolgend ist dies beispielhaft an einem einfach umgrenzten Bauwerk (Bilder 2 und 3) und an einem mit Dichtungsschürzen, Spundwänden und Dichtungsvorboden versehenen Bauwerk (Bilder 4 und 5) dargestellt.

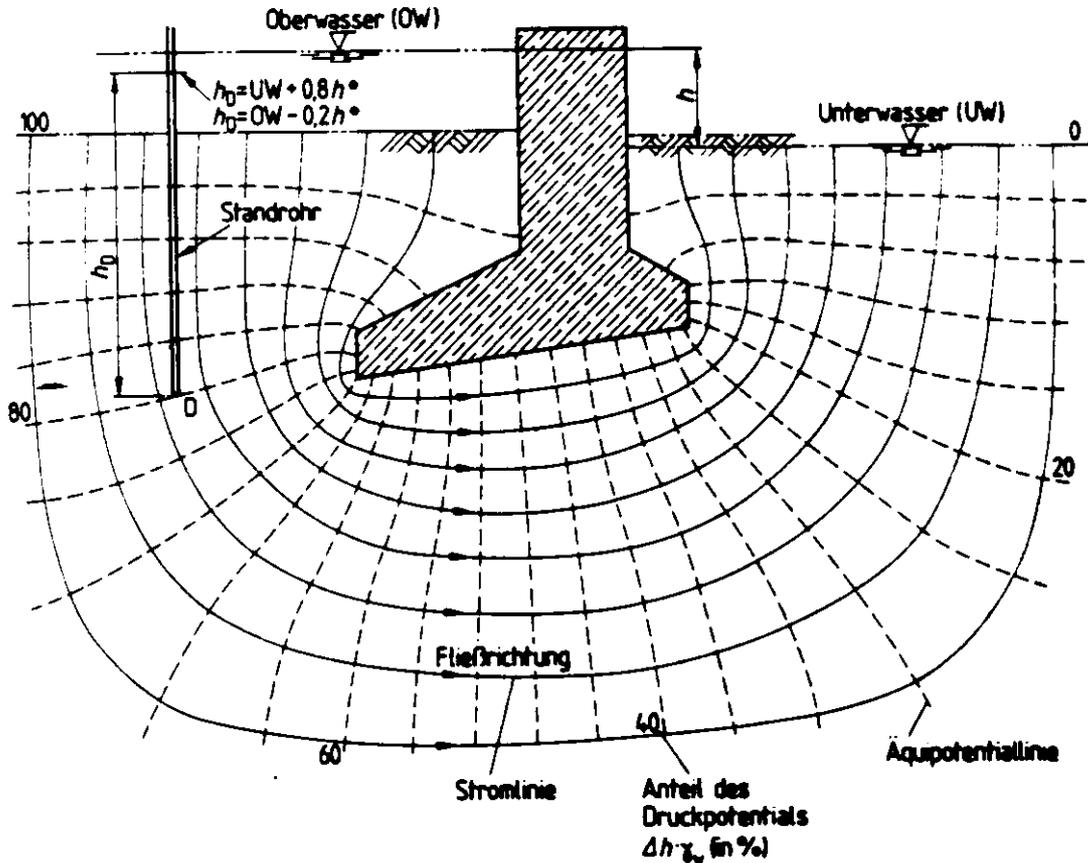


Bild 2. Strom- und Potentialliniennetz an einem massiven Bauwerk (vergleiche Bild 1)

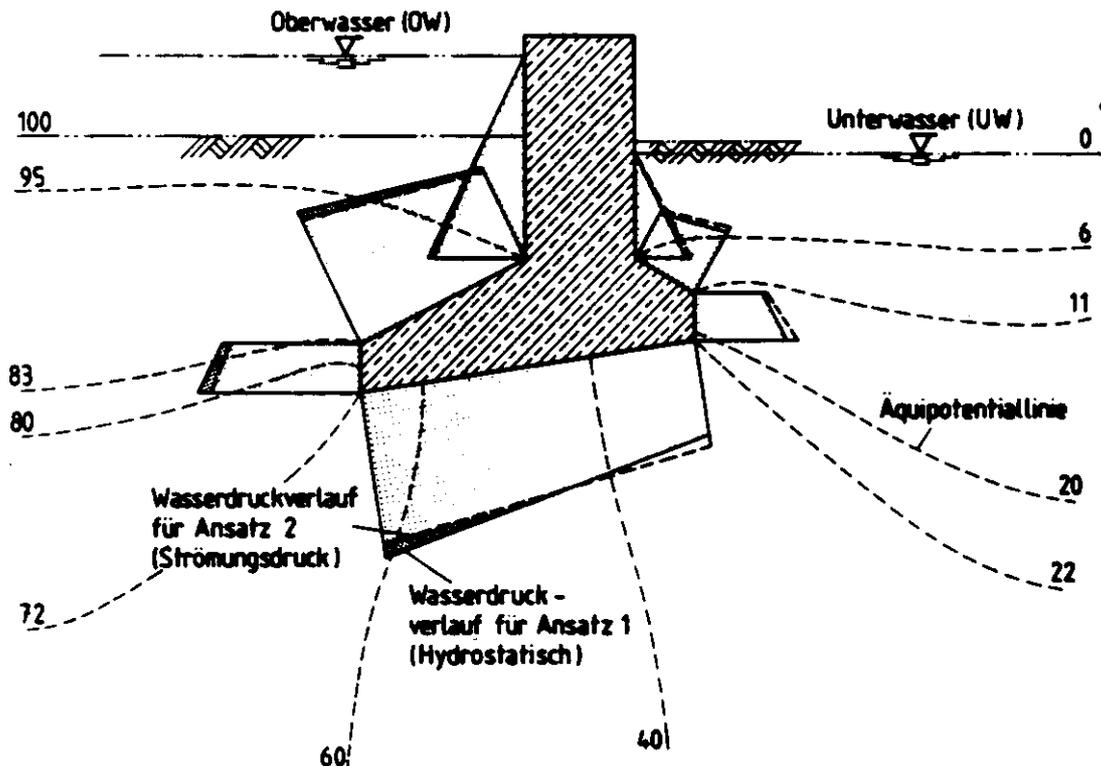
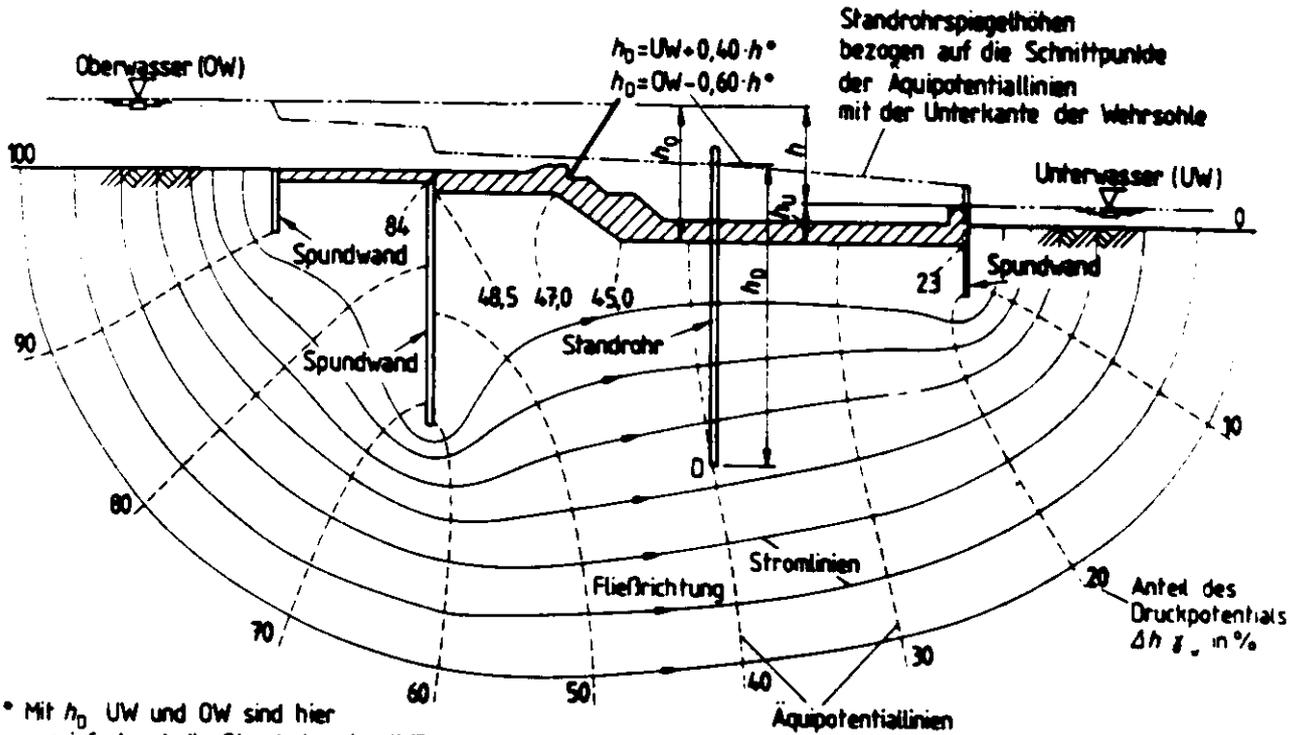
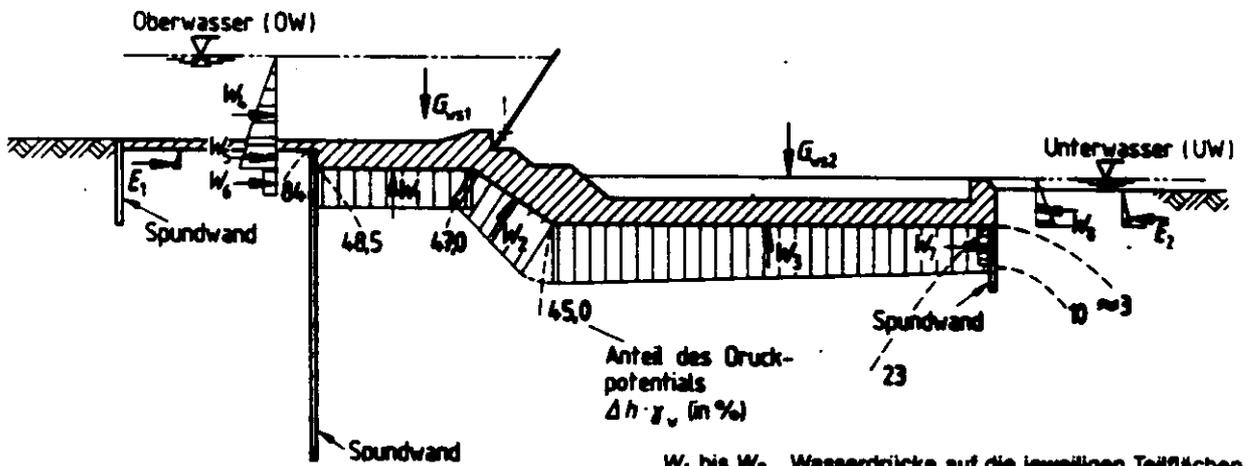


Bild 3. Wasserdruckverlauf entsprechend der Potentialverteilung im Baugrund (Ansatz 2) im Vergleich zur vereinfachenden Annahme (Ansatz 1)



\* Mit  $h_0$  UW und OW sind hier vereinfachend die Standrohrspiegelhöhen bzw. die geodätischen Höhen des Ober- und Unterswasserstandes bezeichnet.

Bild 4. Strom- und Potentialliniennetz bei einem Wehrkörper mit Dichtungswänden und Vorboden.



$W_1$  bis  $W_8$  Wasserdrücke auf die jeweiligen Teilflächen des Bauwerkes

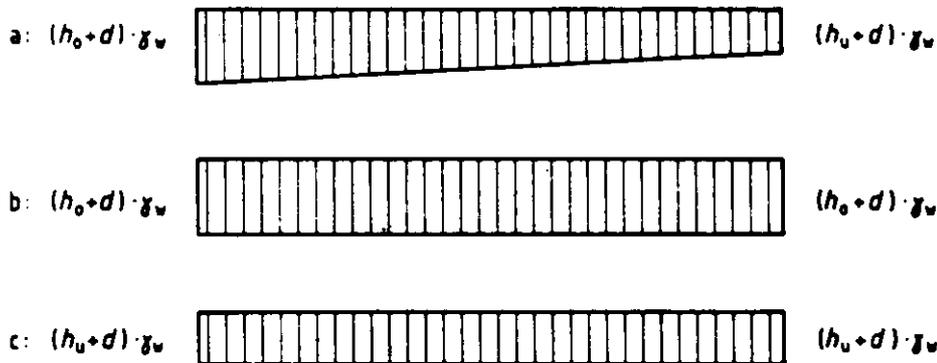
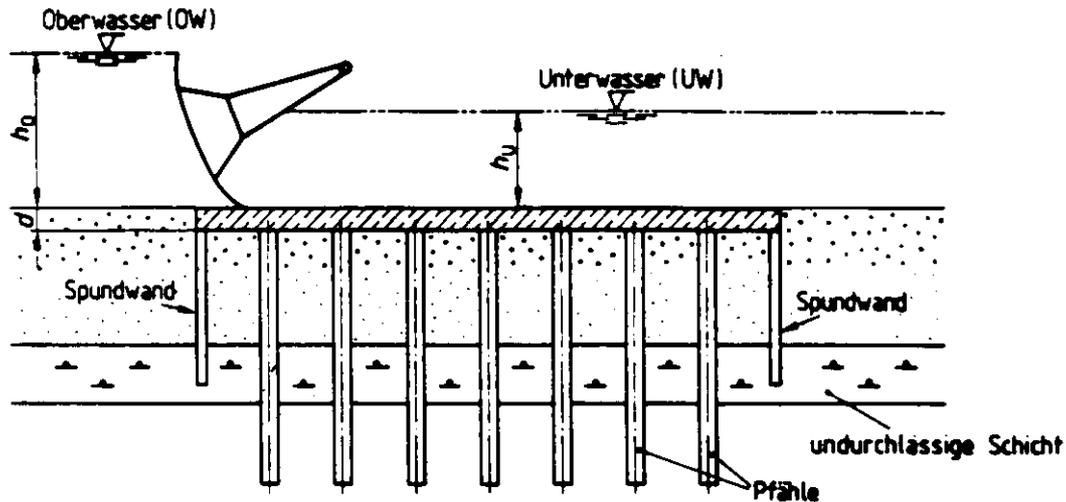
$W_6$  und  $W_7$  können vereinfachend aus der Druckdifferenz beiderseits der Spundwand ermittelt werden.

$E_1, E_2$  Erdrücke auf das Bauwerk

$G_{ws1}, G_{ws2}$  Gewicht des Wassers auf der Bauwerkssohle  
 Wasserdrücke unter dem Vorboden sind nicht dargestellt.

Bild 5. Wasserdruckverlauf (entsprechend Bild 4)

DIN 19702



- a: Normaler Druckausgleich  
 b: Der Zustrom infolge Sickerströmung entlang der Pfähle und infolge undichter vorderer oberwasserseitiger Spundwand ist größer als der Ablauf durch die unterwasserseitige Spundwand.  
 c: Die unterwasserseitige Spundwand ist durchlässiger als die oberwasserseitige Spundwand
- Bild 6. Wasserdruckverlauf bei tiefgegründeten und umpundeten Bauwerken

### 3.2.3.3 Wasserdruck unter näherungsweise Berücksichtigung der Grenzsickerlinie (Ansatz 3)

Als Näherungsverfahren zur Bestimmung der auf das Bauwerk wirkenden Wasserdrücke kann das Verfahren der Grenzsickerlinie mit Verlängerungsfaktor  $\lambda$  angewendet werden. Der auf vertikalen Sickerwegen zu beobachtende stärkere Druckabfall als bei horizontaler Strömung wird durch eine Vervielfachung der wahren Länge der vertikalen Sickerstrecke berücksichtigt.

Der Verlängerungsfaktor  $\lambda$  ist eine Funktion des Bodens sowohl hinsichtlich seines natürlichen Aufbaus (Kornaufbau, Lagerungsdichte, Schichtung usw.) als auch hinsichtlich der Veränderung bei der Bausausführung (z. B. durch Rammarbeiten) und während des Betriebes (z. B. Selbstdichtung).

Für Vorplanungen kann im allgemeinen mit einem Verlängerungsfaktor  $\lambda = 3$  gerechnet werden. Er ist jedoch nur für ausgeprägt lange vertikale Sickerwege wie an dichten Schürzen oder tiefgreifenden Spornen anzuwenden. Von der Annahme einer geradlinigen stetigen Druckangleichung soll aber nur dann abgewichen werden, wenn die Veränderung des Gefälles durch Abriegelungen, Entlastungsanlagen o. ä. zuverlässig sichergestellt ist. Dagegen ist die ungünstige Wirkung einer unterstromigen Abriegelung oder bevorzugter Wasserwege zu berücksichtigen.

### 3.2.3.4 Wasserdruck in sonstigen Fällen

Liegen die in den Abschnitten 3.2.3.1 bis 3.2.3.3 genannten einfachen physikalischen Verhältnisse nicht vor, z. B. bei

nahezu wasserundurchlässigen Bodenschichten (Grundwassernichtleiter) oder Bodenschichten, auf die die unter Abschnitt 3.2.3.2 gemachten Festlegungen nicht zutreffen, dann müssen die für die Standsicherheit ungünstigsten Wasserdrücke angesetzt werden.

Dabei sind zu berücksichtigen:

- Höhenlage des Grundwassernichtleiters
- Tideverhältnisse
- ungünstige Kombination von Oberwasser und Unterwasser
- Anordnung von Sickerschürzen
- Pfahlgründung (Perforierung einer undurchlässigen Schicht)

Um die Sickerlinie zu verlängern und vor allem, um den Sickerweg in eine vertikale Richtung zu führen, ist die Anordnung von einer oder mehreren Schürzen (z. B. Injektionsschirm, Spundwand) zweckmäßig. Die Wirksamkeit dieser Abdichtungsmaßnahmen ist nachzuweisen.

Wenn tiefgegründete Bauwerke bei großer Wasserpiegeldifferenz mit Dichtwänden, die entweder in eine gering durchlässige Schicht einbinden oder den Sickerweg anders ausreichend verlängern, umschlossen werden, ist für die Größe der Sohlenwasserdrücke der ungünstigste Ansatz nach Bild 6 anzusetzen. Falls nur eine Dichtwand vorhanden ist, ist eingemäß zu verfahren.

Besonders zu beachten sind Wasserspiegelunterschiede bei Uferbefestigungen, die z. B. durch langanhaltende Niederschläge, Hochwasser oder durch Betriebseinflüsse entstehen können.

### 3.2.3.5 Wasserdruck in Dehnungsfugen

In allen Dehnungsfugen ist mit dem vollen hydrostatischen Wasserdruck zu rechnen. Nur bei besonderen Dichtungs- und Entwässerungsmaßnahmen darf eine Druckverminderung angesetzt werden.

### 3.2.4 Wasserdruck im Inneren von Bauteilen

In Bauteilen, die von Wasser berührt werden, ist mit Rißwasserdruck und Porenwasserdruck zu rechnen.

In der klaffenden Fuge von Mauerwerk und unbewehrten Bauteilen aus Beton und in der Zugzone von bewehrten Bauteilen aus Beton ist Rißwasserdruck in der Größe des hydrostatischen Wasserdrucks auf der gezogenen Seite anzusetzen. Durch den zusätzlich zu den äußeren Lasten wirkenden Rißwasserdruck wird die klaffende Fuge bzw. die Zugzone vergrößert.

In der Druckzone wirkt Porenwasserdruck. Am geringer gedrückten Rand bzw. am Ende der klaffenden Fuge ist er gleich dem hydrostatischen Wasserdruck anzusetzen. Zum Druckrand hin darf er als linear auf Null abnehmend angenommen werden (siehe Bild 7a). Ein Porenwasserdruck am Druckrand vermindert die Druckspannung und darf daher nicht angesetzt werden.

### 3.2.5 Wellenkräfte

Beanspruchungen von Massivbauwerken infolge von Wellenkräften sind in der Regel nur für Bauwerke im unmittelbaren Küstenbereich zu berücksichtigen. Im Binnenbereich ist der Nachweis auf Wellenbeanspruchung nur in Sonderfällen erforderlich.

Zur Festlegung der maßgebenden Wellendaten ist es üblicherweise erforderlich, einen erfahrenen Fachmann einzuschalten.

Für praktische Bemessungsaufgaben ist vielfach die Auswertung von Seegangsmessungen nach charakteristischen Wellenhöhen und -perioden ausreichend.

Aus der Klassierung der gemessenen und statistisch zusammengefaßten Wellenhöhen wird der Wert

$$H_{1/3}$$

für die kennzeichnende Wellenhöhe ermittelt.

Dabei bedeutet:

$H_{1/3}$  arithmetischer Mittelwert der 33 % höchsten Wellen einer Seegangsaufzeichnung

Für Massivbauwerke im Wasserbau, an die hohe Sicherheitsanforderungen gegen Überfluten oder Zerstören zu stellen sind, sollte das Verhältnis der Bemessungswelle  $H_{Bem}$  zur kennzeichnenden Wellenhöhe  $H_{1/3}$  mit

$$H_{Bem} = 2 H_{1/3}$$

angesetzt werden.

Nur bei Bauwerken mit geringeren Sicherheitsanforderungen darf der Wert für die Bemessungswelle auf

$$H_{Bem} = 1,5 H_{1/3}$$

reduziert werden.

Nach der Festlegung der Bemessungswelle ist der auf das jeweilige Bauwerk wirkende Wellendruck zu ermitteln. Dabei sind bei der Berechnung lotrechter Wände gegen Wellenangriff im allgemeinen drei Ansätze zu unterscheiden:

#### Ansatz 1

Die Wand wird durch Wellen belastet, die am Bauwerk vollständig oder teilweise reflektiert werden.

#### Ansatz 2

Die Wand wird durch Wellen belastet, die am Bauwerk brechen.

#### Ansatz 3

Die Wand wird durch Wellen belastet, die bereits gebrochen sind.

Der maßgebende Ansatz ist abhängig vom Seegang sowie von den morphologischen und topographischen Verhältnissen im Bereich des geplanten Bauwerkes.

Für Vorplanungen darf in den Lastfällen 1 und 2 bei der Ermittlung der maximalen Wellendrücke von einem Ruhewasserspiegel auf  $MThw$ , im Lastfall 3 auf  $HThw$  ausgegangen werden. Entsprechend ist für den Fall „minimale Wellenbelastung“ (Wellensog) im Lastfall 1 und 2 anstelle des  $MThw$  der Ruhespiegel auf  $MTnw$  anzusetzen

Bezüglich der Ermittlung der Wellenbelastung wird auf die EAU<sup>1)</sup> verwiesen.

### 3.2.6 Erddruck

Erddrücke sind nach DIN 4085 und DIN 1054 zu ermitteln. Unterhalb des Grund- oder Stauwasserspiegels ist stets von der Wichte des Bodens unter Auftrieb  $\gamma' = (1-n) \cdot (\gamma_s - \gamma_w)$  auszugehen. Der Wasserdruck ist in voller Größe anzusetzen.

Bei Ansatz des aktiven Erddruckes müssen die notwendigen Verformungen möglich und für das Bauwerk und seine Nutzung unschädlich sein. Bei Ansatz des Erdruhedruckes sind Verformungen des Bauwerkes zu beachten. Bezüglich des Wandreibungswinkels gilt DIN 4085.

Erdwiderstand darf nur berücksichtigt werden, wenn sichergestellt ist, daß der stützende Boden weder durch Baumaßnahmen noch durch sonstige Einflüsse (z. B. Auskolkung) entfernt wird. Darüber hinaus darf Erdwiderstand nur in dem Maß angesetzt werden, in dem die dazugehörigen Verformungen für das Bauwerk und seine Nutzung unschädlich sind (siehe DIN 1054). Bei dieser Überprüfung ist besonders auch auf etwaige Anschlüsse von Dichtungselementen zu achten.

Erddrücke können durch temperaturbedingte Verformungen des Bauwerkes verändert werden. In solchen Fällen sind gesonderte Untersuchungen notwendig.

Sofern bei bindigen Böden in den Ansätzen für den Erddruck Kohäsion berücksichtigt werden soll, ist nach DIN 1055 Teil 2 zu prüfen, ob die Wirksamkeit der Kohäsion dauernd sichergestellt ist.

### 3.2.7 Eis

Einwirkungen von Eis entstehen

- als Eisstoß durch Eisschollen
- als Eisdruck durch nachschiebendes Eis (z. B. Packeis)
- als Eisdruck einer geschlossenen Eidecke
- als Eisauffast.

Die Größe der Einwirkungen ist abhängig von den örtlichen Bedingungen bei der Bildung der Eidecke, wie Größe und Form der Wasseroberfläche und Steilheit der Ufer, ferner von klimatischen Bedingungen, wie Temperaturwechsel und Windangriff und von den veränderlichen elastischen und plastischen Festigkeitseigenschaften des Eises. Bei Eisversetzung entstehen Packeislagen aus übereinander geschichteten Eisplatten und -trümmern, die mehrere Meter dick sein können. Dadurch kann sich bei einem Gerinne der Abflußquerschnitt weitgehend verengen, so daß die üblichen Bemessungswasserspiegellagen überschritten werden können.

Aufgrund von Beobachtungen an bestehenden Bauwerken ist der Eisdruck dieser Packeislagen wesentlich geringer als der Eisdruck einer vergleichbaren geschlossenen Eidecke.

Bei Einwirkungen von Eis ist es notwendig, Konstruktionen zu wählen, die gegen Verschiebungen möglichst unempfindlich sind. Die Einwirkung von Eidecken kann durch Schützen oder Luftsprudelleitungen verhindert werden.

<sup>1)</sup> Empfehlungen des Ausschusses „Uferbefestigungen“

## DIN 19702

Anmerkung: Für die Ermittlung der Einwirkungen von Eis im Küstenbereich oder für Pfahlbauwerke darf die EAU zugrunde gelegt werden; weitere Angaben finden sich im Grundbautaschenbuch (Band 1, 3. Auflage). Als durchschnittliche Eisdicke darf für die Verhältnisse im deutschen Binnenland ein Wert von  $d = 35$  cm angenommen werden.

Da die Einwirkungen von Eis in besonders hohem Maße von örtlichen Gegebenheiten abhängen, sind bei Berechnung und Konstruktion von Massivbauwerken des Wasserbaus nach Möglichkeit Messungen und Erfahrungen aus der Umgebung des zu errichtenden Bauwerkes zu verwenden.

Nach Beobachtungen sowohl im Binnenland als auch im Küstenbereich sind Massivbauwerke des Wasserbaus durch Einwirkung von Eis bislang nicht nennenswert beschädigt worden.

### 3.2.8 Windlast

Die Windlasten sind nach DIN 1055 Teil 4 anzunehmen.

### 3.2.9 Temperaturänderungen, Schwind- und Kriecheinflüsse

Temperaturänderungen, Schwind- und Kriecheinflüsse sind entsprechend den baulichen und örtlichen Bedingungen anzunehmen.

### 3.2.10 Bergbauliche Einwirkungen

Bei Bauwerken im Einflußbereich untertägigen Bergbaues sind die bei Senkungen, Pressungen und Zerrungen auftretenden Kräfte zu berücksichtigen.

### 3.2.11 Erdbebenkräfte

Die Berechnungsmethoden sind in Abhängigkeit von der Art des Bauwerkes bzw. der Bauteile, der Größe der Beschleunigungswerte und der Versagensformen zu wählen. Bei der Ermittlung der Massenkkräfte ist auch die Erhöhung der Erddrücke (z. B. aus der Hinterfüllung) und der Wasserdrücke zu berücksichtigen.

#### 3.2.11.1 Massivbauwerke im Wasserbau

Für Massivbauwerke im Wasserbau (Ausnahmen siehe Punkt 3.2.11.2) dürfen die Schnittgrößen infolge Erdbeben auf der Grundlage der DIN 4149 Teil 1 ermittelt werden. Dabei sind der Faktor zur Berücksichtigung der Bauwerksklasse stets mit dem Wert  $\alpha = 1,0$  und der aus dem Antwortspektrum nach DIN 4149 Teil 1 entnommene Wert  $\beta$  mit dem zweifachen Betrag anzusetzen.

#### 3.2.11.2 Talsperren

Bei der Auslegung von Talsperren und anderen Massivbauwerken im Wasserbau, bei deren Versagen sehr große unmittlere oder mittelbare Schäden zu erwarten sind, wird unterschieden:

##### Betriebserdbeben

Das Betriebserdbeben hat die Intensität, die während der Nutzungsdauer der Anlage erwartet und auf der Grundlage der bisher beobachteten Bebenintensität ermittelt wird.

##### Sicherheitserdbeben

Das Sicherheitserdbeben hat die maximale Intensität, die am Bauwerksstandort nach wissenschaftlichen Erkenntnissen auftreten kann.

## 4 Nachweis der Standsicherheit

### 4.1 Allgemeines zu den Nachweisen

Der Nachweis der Standsicherheit muß sich sowohl auf das Bauwerk als Ganzes als auch auf Einzelbauteile und auf den Baugrund erstrecken. Dies gilt auch für Bauzustände.

Massivbauwerk und Untergrund bilden zusammen ein einheitliches Gesamtragsystem. Falls in der statischen Berechnung aus Gründen der Vereinfachung Massivbauwerk und Untergrund getrennt behandelt werden, sind die Wechselwirkungen zu berücksichtigen.

Die statischen Größen (Schnittgrößen bzw. Spannungen) sind für jeden Lastfall (siehe Abschnitt 4.2) getrennt zu ermitteln und den aufnehmbaren bzw. zulässigen Schnittgrößen bzw. Spannungen gegenüberzustellen. Überlagerungen der Schnittgrößen bzw. Spannungen sind zulässig, sofern ein linearelastisches Verhalten des Tragsystems vorausgesetzt werden kann.

Bei der Bauausführung sind die rechnerischen Voraussetzungen zu überprüfen.

Für das Bauwerk sind in der Regel zusätzliche Nachweise der Gebrauchsfähigkeit (z. B. Nachweis der Beschränkung der Rißbreite im Stahlbetonbau) zu führen. Diese Nachweise müssen sich auch auf Einzelbauteile erstrecken. Für Bauteile, die nicht nach DIN 1045 bemessen werden können, sind besondere Nachweisverfahren erforderlich.

Nachweisverfahren und Sicherheitskonzept sind anzugeben und stets aufeinander abzustimmen.

Eine Berechnung der Schnittgrößen darf mit Hilfe von Versuchen ergänzt oder bei Zustimmung durch die Aufsichtsbehörde durch Versuche ersetzt werden.

Von den Festlegungen des Abschnittes 4 darf nur abgewichen werden, wenn und soweit die zuständige Aufsichtsbehörde zustimmt. Die für eine solche Zustimmung im Sonderfall notwendigen zusätzlichen Nachweise, Prüfungen, Versuche, Messungen oder baulichen Maßnahmen sind einvernehmlich festzulegen.

Standsicherheitsnachweise müssen schriftlich niedergelegt werden und in übersichtlicher, prüffähiger Form über die angreifenden Kräfte, das statische System, das Kräftefeld und die Schnittkräfte Auskunft geben. Die wichtigsten Ergebnisse sind graphisch darzustellen. Bei der Verwendung programmgesteuerter Rechenanlagen sind die in den Programmen enthaltenen Rechenansätze darzulegen; der Ausdruck ist ausreichend zu erläutern. Zwischenergebnisse sind zur leichteren Überprüfbarkeit der Berechnung auszudrucken.

## 4.2 Lastfälle

Für die statische Berechnung und die Zuordnung der zulässigen Spannungen sind die im folgenden aufgeführten Lastfälle zu unterscheiden.

### 4.2.1 Lastfall 1

Im Lastfall 1 sind alle ständigen oder häufig wiederkehrenden Einwirkungen zusammenzufassen, z. B. Eigenlasten, öfter wiederkehrende Nutzlasten, in Betriebszuständen regelmäßig auftretende dynamische Belastungen, Wasserdruck- und Wassersogkräfte, Wasserdruck aus Wellenbewegungen, Windstau, Schwell und Sunk, langfristige Temperatureinwirkungen, Beanspruchungen aus Schwinden und Kriechen, usw.

Die maßgeblichen Wasserstände sind die mittleren Wasserstände *MHW*, bzw. *MNW*. Im Tidegebiet gelten die mittleren Springtidenwasserstände *MSpTHw* bzw. *MSpTNw*.

### 4.2.2 Lastfall 2

Im Lastfall 2 sind die Einwirkungen des Lastfalls 1 zusammen mit kurzfristig oder in größeren Zeitabständen auftretenden Einwirkungen zu berücksichtigen, z. B. Eisdruk, Windlast, im Betrieb nicht regelmäßig auftretende Druckstöße in Rohrleitungen oder Turbinenaugechläuchen, Pollerzug, Trossenzug, Schiffstoß, kurzfristige Temperaturänderungen. Zum Lastfall 2 gehören ferner Bau- und Reparaturzustände.

Die maßgeblichen Wasserstände sind die höchsten und niedrigsten Wasserstände *HHW* und *NNW*. Im Tidegebiet sind die Mittelwerte aus den Springtidewasserständen und den extremen Wasserständen mit  $\frac{1}{2}(MSP_{Thw} + HHT_{Thw})$  bzw.  $\frac{1}{2}(MSP_{Tnw} + NNT_{Tnw})$  anzusetzen.

#### 4.2.3 Lastfall 3

Im Lastfall 3 sind die Lasten des Lastfalles 1 zusammen mit seltenen bzw. außergewöhnlichen Einwirkungen zu berücksichtigen. Dies können z. B. sein:

- Tidewasserstände *HHT<sub>Thw</sub>* bzw. *NNT<sub>Tnw</sub>*
- Erdbeben (siehe Abschnitt 3.2.11.1)
- Bildung von Kolken
- durch ungewöhnliche nicht zu erwartende Überflutungen entstehende Grundwasserstände
- Überstau
- Überflutung
- Seltene Temperaturreignisse
- Seltene Wellenhöhen
- Versagen betrieblicher Vorkehrungen zur Verhinderung des Eisdruckes
- außergewöhnlicher Schiffsstoß

#### 4.2.4 Sonderlastfälle

Einwirkungen auf das Bauwerk, die nicht völlig auszuschließen sind, dürfen – zusammen mit den Lasten des Lastfalles 1 – in einem Sonderlastfall berücksichtigt werden. Es ist dabei nachzuweisen, daß die Konstruktion in der Lage ist, diese Einwirkungen ohne Versagen zu überstehen.

Die zulässigen Spannungen bzw. die Sicherheitsbeiwerte gegen Versagen sind nach der Eintrittswahrscheinlichkeit und nach den im Einzelfall zu erwartenden Schäden sowie den Schadensfolgen festzulegen.

#### 4.3 Baugrundzustände

Die Kennwerte zur Beschreibung des Baugrundverhaltens können in vielen Fällen nur innerhalb vergleichsweise großer Streubereiche angegeben werden. Falls das Gesamttragssystem auf unterschiedliche Annahmen dieser Kennwerte empfindlich reagiert, sind verschiedene Baugrundzustände mit ihren Kennwerten zu berücksichtigen.

#### 4.4 Standsicherheitsnachweise für bestehende Wasserbauten

Die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit bestehender Wasserbauten ist zu überprüfen, wenn sich Einwirkungen wesentlich ungünstig ändern oder aufgrund von Beobachtungen und Messungen Veränderungen am Bauwerk festgestellt werden. Darüber hinaus können Änderungen in den anerkannten Regeln der Technik eine Überprüfung erfordern. Während der bisherigen Betriebszeit gewonnene Erkenntnisse sowie Ergebnisse von Bauwerkmessungen und Materialprüfungen dürfen in die Standsicherheitsnachweise einbezogen werden.

#### 4.5 Grundsätze der Nachweise

##### 4.5.1 Berechnungsgrundsätze für das Gesamtbauwerk

Falls abweichend von den Festlegungen des Abschnittes 4.1 das Teilmodell Bauwerk getrennt vom Untergrund behandelt wird, sind die Abschnitte 4.5.1.1 bis 4.5.1.7 zu beachten.

##### 4.5.1.1 Spannungen in der Sohlenfuge

Bei starren Baukörpern darf für die Ermittlung der Schnittkräfte eine geradlinige Verteilung des Sohlendruckes (Spannungstrapez) angesetzt werden.

Wenn die Verformungen des Bauwerkes berücksichtigt werden sollen, ist DIN 1018 anzuwenden. Zur Entscheidung

ist die Systemsteifigkeit (Verhältnis der Baugrundsteifigkeit zur Bauwerksteifigkeit) zu untersuchen, wobei neben dem Verhältnis Steifemodul des Untergrundes zum Elastizitätsmodul des Betons auch die Druckausbreitung im Boden sowie die Einflüsse aus der Schichtmächtigkeit bzw. aus unterschiedlicher Schichtung des Untergrundes erfaßt werden sollen.

Die Lage der Resultierenden aller aus dem Bauwerk angreifenden Kräfte muß mit den Festlegungen der DIN 1054 übereinstimmen. Soweit eine klaffende Fuge auftritt, ist insbesondere bei schmalen Baukörpern durch Setzungsrechnungen nachzuweisen, daß die mögliche Verkantung unschädlich ist.

In die Berechnung ist zusammen mit anderen Kräften auch der Sohlenwasserdruck einzusetzen. Im Falle einer klaffenden Fuge ist in dem entsprechenden Bereich keine Abnahme des Sohlenwasserdrucks möglich.

Bei Wasserspiegeldifferenzen ist nachzuweisen, daß die mit einer klaffenden Fuge verbundene Verkürzung des Sickerweges bzw. Erhöhung des Druckgefälles zu keiner Gefährdung durch Entstehung eines Erosionsgrundbruches, insbesondere bei feinkörnigen nichtbindigen oder schwachbindigen Böden, führen kann.

Die sich ergebenden Sohlenspannungen sind für Regelfälle dem zulässigen Wert nach DIN 1054 gegenüberzustellen. Andernfalls ist die Zulässigkeit durch Grundbruch- und Setzungsrechnungen nachzuweisen.

##### 4.5.1.2 Gleitsicherheit

Der Gleitsicherheitsnachweis für auf Lockergestein gegründete Bauwerke ist nach DIN 1054 zu führen. Für Bauwerke auf Fels darf am Übergang Bauwerk/Gründung bzw. im Gründungsfels die Scherfestigkeit in Ansatz gebracht werden. Bei geneigter Sohlenfuge sind sowohl diese als auch mögliche tieferliegende Gleitflächen zu untersuchen. Die stützende Wirkung einer Spundwand darf nur insoweit berücksichtigt werden, wie die dazugehörigen Spannungen und Verformungen von Wand und Erdreich in zulässigen bzw. für das Bauwerk verträglichen Grenzen bleiben.

##### 4.5.1.3 Auftriebsicherheit

Die Auftriebsicherheit ist nach DIN 1054 nachzuweisen, wobei die in DIN 1054 festgelegten Lastfälle den in dieser Norm benannten Lastfällen entsprechen.

##### 4.5.1.4 Grundbruchicherheit

Sofern Untergrund- und Bauwerkverhältnisse vorliegen, die nicht den Regelfällen nach DIN 1054 entsprechen, ist die Grundbruchicherheit nach DIN 4017 Teil 1 bzw. Teil 2 nachzuweisen.

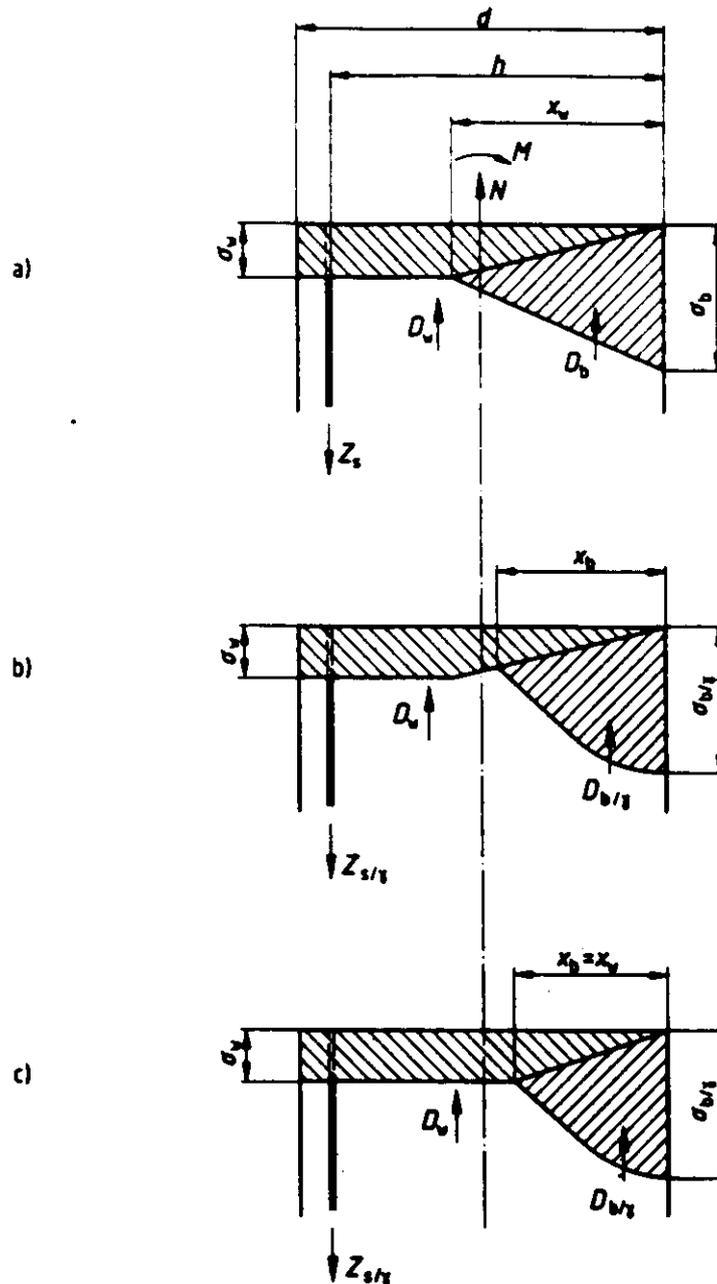
##### 4.5.1.5 Geländebruchicherheit

Stellt das Bauwerk eine Stützkonstruktion dar, so ist ein Geländebruchnachweis nach DIN 4064 zumindest immer dann zu führen, wenn sich unterhalb der Bauwerksohle Bodenschichten mit geringer Scherfestigkeit befinden. Außerdem kann ein Geländebruchicherheit nachweis notwendig werden, um zu überprüfen, ob Lasten, die außerhalb des Gleitkeils für den aktiven Erdreichdruck angreifen, noch einen Einfluß auf die Standsicherheit haben.

##### 4.5.1.6 Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch sowie Materialtransport

Sofern der Untergrund nicht vollständig abgedichtet wird, ist zu prüfen, ob die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs besteht sowie, ob durch Materialtransport-Fuchsgänge oder durch innere Kornanlagerung Hohlräume entstehen können. Sicherheit gegen Suffosion und Erosion ist nachzuweisen.

DIN 19702



**Bild 7. Größe und Verteilung des Wasserdruckes im**  
**a) Gebrauchslastfall**  
**b) Gebrauchslastfall**  
**c) Bruchlastfall**  
**der Betondruckspannungen im**  
**Gebrauchslastfall**  
**Bruchlastfall**  
**Bruchlastfall**

**4.5.1.7 Setzungsberechnungen**

Bei Anwendung der Tabellen nach DIN 1054 zur Festlegung der zulässigen Sohldruckungen für Regelfälle können Setzungen ohne Drucküberschneidung bis zu 1 bis 4 cm auftreten. Sofern derartige Setzungen für das Bauwerk unzulässig sind, ist ein genauere Setzungsnachweis entsprechend den Festlegungen der Normen der Reihe DIN 4019 zu führen.

Bei einer Tragfähigkeitsermittlung nach DIN 1054 ist stets ein Setzungsnachweis zu führen.

**4.5.2 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Beton und Stahlbeton**

Diese Berechnungsgrundsätze gelten nicht für Stauwauern nach DIN 19700 Teil 11. Im Lastfall 1 gilt für die Bemessung von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton DIN 1045.

Im Lastfall 2 dürfen die Sicherheitsbeiwerte mit dem Faktor 0,87 vermindert bzw. die zulässigen Spannungen (für Teilflächenbelastung, für Schub, bei nicht vorwiegend ruhender Belastung und für Verbund) mit dem Faktor 1,15 erhöht werden. Im Lastfall 3 gelten entsprechend die Faktoren 0,77 bzw. 1,30.

Für Sonderlastfälle ist Abschnitt 4.2.4 zu beachten.

**4.5.2.1 Berücksichtigung des Wasserdruckes im Inneren der Bauteile**

Die Verteilung des Wasserdruckes nach Abschnitt 3.2.4 ist unter den Gebrauchslasten (Lasten der Lastfälle 1, 2, 3) zu ermitteln (siehe Bild 7a). Näherungsweise darf mit einer geradlinigen Spannungsverteilung gerechnet werden. Dabei darf das Verhältnis der Elastizitätsmoduli von Stahl und Beton einheitlich mit  $\mu = 10$  angenommen werden.

Für die Bemessung sind die Schnittgrößen aus dem inneren Wasserdruck zu den Schnittgrößen aus den äußeren Lasten zu addieren (siehe Bild 7b). Näherungsweise dürfen die Verteilung des Wasserdruckes und die sich daraus ergebenden Schnittgrößen auch im Grenzzustand der Tragfähigkeit ermittelt werden (siehe Bild 7c).

4.5.2.1.1 Bauteile aus unbewehrtem Beton

In den Lastfällen 1 bis 3 darf die klaffende Fuge unter Einfluß des Wasserdruckes höchstens bis zum Schwerpunkt des Gesamtquerschnittes reichen; sie darf unter der Annahme einer geradlinigen Spannungsverteilung ermittelt werden.

Für den Rechteckquerschnitt gilt:

$$\frac{x_w}{d} = 3 \left( \frac{1}{2} - \frac{e/d}{1 - \bar{\sigma}_w} \right) \geq 0,5 \quad (1)$$

$$\frac{N_{Bem}}{N} = 1 - \bar{\sigma}_w \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{x_w}{d} \right) \quad (2)$$

$$\frac{M_{Bem}}{M} = \frac{1}{1 - \bar{\sigma}_w} \cdot \frac{N_{Bem}}{N} \quad (3)$$

Hierin bedeuten:

$N, M$  Schnittkräfte aus äußeren Lasten (ohne inneren Wasserdruck) ( $N$  als Druckkraft positiv)

$e/d = M/(N \cdot d)$  bezogene Ausmitte

$N_{Bem}, M_{Bem}$  Bemessungsschnittkräfte unter Einfluß des inneren Wasserdruckes  
 $\sigma_w$  hydrostatischer Wasserdruck

$$\bar{\sigma}_w = \frac{\sigma_w \cdot b \cdot d}{N} \quad \text{bezogener Wasserdruck}$$

$x_w/d$  bezogene Tiefe der Druckzone mit Wasserdruck

Auch in Arbeitsfugen müssen alle Kräfte übertragen werden können.

4.5.2.1.2 Stahlbetonteile

Bei Stahlbetonbauteilen mit Wasserdruck am Zugrand muß die Tiefe der Druckzone iterativ bestimmt werden. Bei einfach bewehrten Rechteckquerschnitten und hydrostatischen Druckhöhen am Zugrand bis  $h_w = 25$  m darf die aus dem Wasserdruck zusätzlich erforderliche Bewehrung  $\Delta A_s$  nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\Delta A_s = \alpha_w \cdot h_w \cdot d \cdot b \cdot \frac{1,75}{\beta_s} \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

$\Delta A_s$  zusätzliche Bewehrung aus dem Wasserdruck in  $cm^2$

$\alpha_w$  Faktor nach Bild 8

$h_w$  hydrostatische Druckhöhe am Zugrand in m

$d$  Bauteildicke in cm

$b$  Bauteilbreite in m

$\beta_s$  Streckgrenze der Bewehrung in  $MN/m^2$

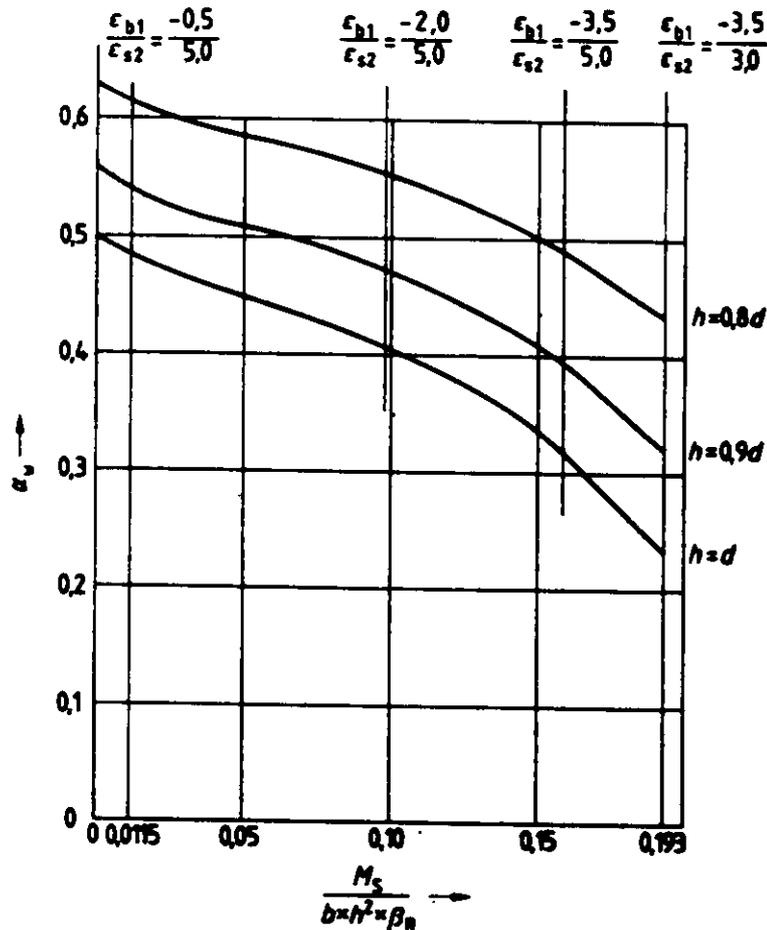


Bild 8. Faktor  $\alpha_w$  für Gleichung (4)

$M_s$  auf die Bewehrung bezogenes Moment  
 $\beta_n$  Rechenfestigkeit  $\sigma_{Rk}$   $\sigma_{Rk}$   $\sigma_{Rk}$

## DIN 19702

**4.5.2 Nachweis der Stahlspannung bei nicht vorwiegend ruhender Belastung**

Für nicht vorwiegend ruhende Belastung ist die zulässige Schwingbreite nach DIN 1045 nur im Lastfall 1 nachzuweisen. Belastungen mit einer Anzahl der Lastwechsel  $n \leq 10^5$  (z. B. Wasserstandsänderungen im Tidegebiet) dürfen als vorwiegend ruhend angenommen werden.

Wenn die Anzahl der Lastwechsel  $n = 10^6$  übersteigt, wird u. U. eine Abminderung der zulässigen Schwingbreite erforderlich. Bei Kenntnis des Beanspruchungskollektivs können sich aus einem Betriebsfestigkeitsnachweis höhere zulässige Schwingbreiten ergeben.

Der Einfluß korrosiver Medien kann die Dauerfestigkeit gegebenenfalls nachteilig beeinflussen.

**4.5.2.3 Beschränkung der Rißbreiten**

Im Lastfall 1 ist die Beschränkung der Rißbreite für alle Bauteile aus Stahlbeton nach DIN 1045 nachzuweisen.

**4.5.3 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Spannbeton**

Für Spannbetonbauteile gilt der Abschnitt 4.5.2 in Verbindung mit den Festlegungen der Normen der Reihe DIN 4227 sinngemäß.

**4.5.4 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Mauerwerk**

Die rechnerischen Beanspruchungen des Mauerwerkes sind den zulässigen Spannungen nach DIN 1053 Teil 1 gegenüberzustellen; DIN 1053 Teil 2 darf sinngemäß angewendet werden.

Bei Staumauern aus Bruchsteinen sind für die Bemessungsfälle I und II (ohne Betriebsbeben gemäß Lastfall 2) nach DIN 19700 Teil 11 an der Wasserseite keine rechnerischen vertikalen Zugspannungen und damit keine horizontalen Risse zugelassen.

Bei der Überprüfung bestehender Bauwerke kann es notwendig werden, die Festigkeit und das Verformungsverhalten des Mauerwerkes durch Versuche festzustellen.

**5 Nachweis der Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit**

Zur ausreichenden Standsicherheit muß ein Bauwerk auch eine Gebrauchsfähigkeit einschließlich Dauerhaftigkeit besitzen. Die Gebrauchsfähigkeit ist unter Berücksichtigung der Gebrauchslasten (Lastfälle 1 bis 3) nachzuweisen.

Gebrauchsfähigkeit einschließlich Dauerhaftigkeit bedeuten, daß die zur Nutzung erforderlichen Eigenschaften des Bauwerkes auf Dauer gegeben sind.

Schon während der Entwurfsplanung und der Bauausführung sind die Fragen der Gebrauchsfähigkeit einschließlich Dauerhaftigkeit zu beachten. Zu ihrer Sicherung sind entsprechende Grenzwerte des Verhaltens der Bauwerke und seiner Teile festzulegen und einzuhalten. Sie hängen von der Art der Nutzung, der zu erwartenden Lebensdauer und dem Unterhaltungsaufwand ab.

Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit eines Bauwerkes können beeinträchtigt werden z. B. durch

- Übermäßige Rißbildung im Bauwerk
- Unwirksam gewordene Abdichtungen und dadurch Durchsickerung und Durchströmung
- Versagen der Drainage
- Übermäßige Formänderungen durch veränderte Lastzustände
- Schäden an Betriebs- und Entlastungseinrichtungen
- Korrosion
- Änderung der Umwelteinflüsse

- Änderungen der Nutzungsanforderungen während der Standzeit eines Bauwerkes
- Fehler bei der Planung oder Mängel bei der Herstellung
- Mängel bei der Unterhaltung und Bauwerksüberwachung

**6 Herstellung von Betonbauteilen****6.1 Allgemeines**

Für die Herstellung von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton gilt DIN 1045, für Bauteile aus Spannbeton gelten die Normen der Reihe DIN 4227 in Verbindung mit den folgenden Angaben.

Für die Dauerhaftigkeit von Bauteilen im Wasserbau ist die Herstellung eines dichten Betons von wesentlicher Bedeutung. Wichtige Voraussetzungen hierfür sind neben niedrigem Wasserzementwert, Mindestzementgehalt und ausreichender Betondeckung der Bewehrung eine sorgfältige Verdichtung und eine ausreichende Nachbehandlung des Betons.

Bei der Zusammensetzung des Betons ist auch die Forderung nach einer einwandfreien Einbringung zu berücksichtigen.

Ein ausreichender Frostwiderstand ist durch einen möglichst niedrigen Wasserzementwert und gegebenenfalls durch die Zugabe luftporenbildender Zusatzmittel sicherzustellen. Bei erhöhten Anforderungen an den Frostwiderstand ist dieser durch Frost-Tauwechsel-Versuche zu überprüfen.

Grundsätzlich ist eine Betonfestigkeitsklasse B 25 vorzusehen, nur für Sonderfälle und untergeordnete Bauteile ist eine geringere Betonfestigkeit zulässig.

**6.2 Zement**

Wenn keine Eignungsversuche durchgeführt werden, ist abweichend von DIN 1045 ein Mindestzementgehalt von 300 kg je m<sup>3</sup> verdichteten Betons zu wählen. Bei sehr dicken Bauteilen kann der Zementanteil im Kernbereich gegenüber den Werten nach DIN 1045 reduziert werden. Dazu sind Eignungsversuche erforderlich. Im Meerwasserbereich und in der Wasserwechsel- und Spritzwasserzone ist der Zementgehalt auf 350 kg je m<sup>3</sup> verdichteten Betons zu erhöhen.

Der Mindestmehlkorngehalt von 350 kg je m<sup>3</sup> verdichteten Betons ist einzuhalten. Für Bauteile aus Massenbeton ist ein Zement mit niedriger Hydratationswärme zu wählen.

**6.3 Betonzuschläge**

Der Betonzuschlag muß den Normen der Reihe DIN 4226 entsprechen. Ist der Beton im durchfeuchteten Zustand häufigen Frost-Tauwechseln ausgesetzt, darf bei der Verwendung von Kalkstein als Betonzuschlag die Wasseraufnahme nach DIN 52103 0,2 % Massenanteil nicht überschreiten.

**6.4 Wasserzementwert**

Bei Bauteilen in der Wasserwechsel- und Spritzwasserzone soll der Wasserzementwert 0,50 nicht überschreiten. In den übrigen Fällen ist ein Wasserzementwert  $\leq 0,55$  anzustreben; ein Wasserzementwert von 0,60 darf nicht überschritten werden.

**6.5 Betondeckung der Bewehrung**

Das Nennmaß für die Betondeckung der Bewehrung ist 5 cm. In der Wasserwechsel- und Spritzwasserzone ist das Nennmaß um 1 cm zu erhöhen.

Der Unterschied zwischen Mindest- und Nennmaß beträgt 1 cm. Das Nennmaß darf um nicht mehr als 2 cm überschritten werden.

## 7 Bauausführung, Bauüberwachung

Hierbei ist DIN 19700 Teil 10 zu beachten.

## 8 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme von Wasserbauwerken setzt voraus, daß alle Anlagen und Einrichtungen funktionsfähig sind und eine Betriebsvorschrift vorliegt. Vor der Freigabe zum Betrieb muß ein Probetrieb durchgeführt werden.

## 9 Bauwerksinspektion und -unterhaltung

Wasserbauwerke sind so zu unterhalten, zu betreiben und zu überwachen, daß ihre Betriebs- und Standsicherheit ständig sichergestellt bleiben.

Eine regelmäßige Bauwerksinspektion (Überwachung und Prüfung) ist Voraussetzung für ein rechtzeitiges Erkennen von Mängeln und Schäden.

Unter Berücksichtigung der jeweiligen baulichen und betrieblichen Besonderheiten der Bauwerke und äußeren Einwirkungen wie z. B. Hochwasser und Eis sind Anweisun-

gen für die regelmäßige Überwachung und Prüfung aufzustellen. Dabei sind insbesondere zu regeln:

- Art und Umfang
- Häufigkeit sowie
- Zuständigkeit

der Überwachung und Prüfung.

Abhängig von Art und Größe der Bauwerke sind Bauwerksbücher bzw. Bauwerksinspektionsakten zu führen, die die für die Überwachung und Prüfung erforderlichen Angaben zum Bauwerk, wie z. B. Zeichnungen, Gutachten, Berechnungen, Bauwerksmessungen, enthalten.

Die Ergebnisse der Überwachungen und Prüfungen sind in Berichten festzuhalten. Sie sind Bestandteil der Bauwerksinspektionsakte.

Mit den Bauwerksprüfungen ist ein sachkundiger Ingenieur zu betrauen, der auch die statischen und konstruktiven Verhältnisse beurteilen kann. Während der Betriebszeit gewonnene Erkenntnisse sowie Ergebnisse von Bauwerksprüfungen und -messungen sind in die Beurteilung einzu beziehen.

DIN 19702

**Zitierte Normen und andere Unterlagen**

- DIN 1045      Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung  
 DIN 1048 Teil 1      Prüfverfahren für Beton; Frischbeton, Festbeton gesondert hergestellter Probekörper  
 DIN 1053 Teil 1      Mauerwerk; Berechnung und Ausführung  
 DIN 1053 Teil 2      Mauerwerk; Mauerwerk nach Eignungsprüfung; Berechnung und Ausführung  
 DIN 1054      Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds
- Normen der Reihe  
 DIN 1055      Lastannahmen für Bauten;  
 DIN 1055 Teil 2      Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel  
 DIN 1055 Teil 4      Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken  
 DIN 4017 Teil 1      Baugrund; Grundbruchberechnungen von lotrecht mittig belasteten Flachgründungen, Erläuterungen und Berechnungsbeispiele  
 DIN 4017 Teil 2      Baugrund; Grundbruchberechnungen von schräg und außermittig belasteten Flachgründungen  
 DIN 4018      Baugrund; Berechnung der Sohldruckverteilung unter Flächengründungen
- Normen der Reihe  
 DIN 4019      Baugrund;  
 DIN 4020      Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke  
 DIN 4048 Teil 1      Wasserbau; Begriffe; Stauanlagen  
 DIN 4084      Baugrund; Gelände- und Böschungsbruchberechnungen  
 DIN 4085      Baugrund; Berechnung des Erddruckes; Berechnungsgrundlagen  
 DIN 4149 Teil 1      Bauten in deutschen Erdbebengebieten; Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
- Normen der Reihe  
 DIN 4226      Zuschlag für Beton;
- Normen der Reihe  
 DIN 4227      Spannbeton;
- Normen der Reihe  
 DIN 19700      Stauanlagen;  
 DIN 19700 Teil 10      Stauanlagen; Gemeinsame Festlegungen  
 DIN 19700 Teil 11      Stauanlagen; Talsperren  
 DIN 52 103      Prüfung von Naturstein; Bestimmung der Wasseraufnahme
- Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ (EAU) 1990, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin – München 1990  
 Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Heft 329 (1982), Sachstandbericht Massenbeton

**Frühere Ausgaben**

DIN 19702: 09.60, 10.66

**Änderungen**

Gegenüber der Ausgabe Oktober 1986 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) In dieser Norm sind nur die Festlegungen für Massivbauwerke im Wasserbau enthalten.
- b) Die Norm wurde neu gegliedert sowie sachlich und redaktionell überarbeitet.

**Internationale Patentklassifikation**

E 02 B 3/00  
 E 02 B 5/00  
 E 02 B 7/00  
 E 02 B 9/00  
 E 02 C 1/00  
 E 02 C 3/00  
 E 02 C 5/00  
 G 01 L 7/00

## II.

**Landschaftsverband Westfalen-Lippe****15. Tagung der 9. Landschaftsversammlung  
Westfalen-Lippe**

Bek. d. Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe v. 8. 10. 1993

Die 15. Tagung der 9. Landschaftsversammlung Westfalen-Lippe findet

am **Donnerstag, 4. November 1993, 10 Uhr,**  
in **Münster, Landeshaus, Sitzungssaal,**  
statt.

**Tagesordnung**

1. Verpflichtung eines neuen Mitgliedes
2. Verleihung der Freiherr-vom-Stein-Medaille des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe in Gold an Herrn Dr. Walter Hostert
3. Vorlage der Jahresabschlüsse und Jahresberichte 1992 der Westfälischen Kliniken des LWL gem. § 22 Gemeindekrankenhausbetriebsverordnung
4. Erwerb der Mitgliedschaft zum Kommunalen Arbeitgeberverband Nordrhein-Westfalen
5. Entschädigung von NS-Opfern in Einrichtungen des bisherigen Provinzialverbandes Westfalen  
hier: Erneute Beratung und Beschlussfassung zur Entschädigung von NS-Opfern in Einrichtungen des Provinzialverbandes Westfalen
6. Entwicklung eines Finanzkonzeptes zur Begrenzung des kommunalen Finanzierungsanteils an den Ausgaben des LWL
7. Soziale Leistung - Schutz der Schwachen vor Gewalt
8. Einbringung des Haushaltsplanentwurfes 1994
9. Anfragen der Mitglieder der Landschaftsversammlung

Münster, 8. Oktober 1993

Der Direktor  
des Landschaftsverbandes  
Westfalen-Lippe

Dr. Scholle

- MBl. NW. 1993 S. 1724.

**Einzelpreis dieser Nummer 6,00 DM**

zuzügl. Porto- und Versandkosten

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den A. Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für

Abonnementsbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 96 82/236 (8.00-12.30 Uhr), 40237 Düsseldorf

Bezugspreis halbjährlich 81,40 DM (Kalenderhalbjahr), Jahresbezug 162,80 DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahresbezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10., für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim A. Bagel Verlag vorliegen.

Reklamationen über nicht erfolgte Lieferungen aus dem Abonnement werden nur innerhalb einer Frist von drei Monaten nach Erscheinen anerkannt

In den Bezugs- und Einzelpreisen ist keine Umsatzsteuer i. S. d. § 14 UStG enthalten.

Einzelbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 96 82/241, 40237 Düsseldorf

Von Vorabesendungen des Rechnungsbetrages - in welcher Form auch immer - bitten wir abzusehen. Die Lieferungen erfolgen nur aufgrund schriftlicher Bestellung gegen Rechnung. Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim A. Bagel Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgeber: Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 40213 Düsseldorf  
Herstellung und Vertrieb im Namen und für Rechnung des Herausgebers: A. Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 40237 Düsseldorf  
Druck: TSB Tiefdruck Schwann-Bagel, Düsseldorf und Mönchengladbach

ISSN 0177-3568