

Standsicherheit von Massivbauwerken im Wasserbau

DIN
19702

Stability of solid structures in water engineering

Ersatz für Ausgabe 10.66

Maße in mm

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	4.3 Baugrundzustände	9
2 Begriffe	2	4.4 Standsicherheitsnachweise für bestehende Wasserbauten	9
3 Berechnungsgrundlagen	2	4.5 Grundsätze der Nachweise	9
3.1 Baugrund	2	4.5.1 Berechnungsgrundsätze für das Gesamtbauwerk	9
3.1.1 Allgemeines	2	4.5.1.1 Spannungen in der Sohlenfuge	9
3.1.2 Umfang der Aufschlüsse	2	4.5.1.2 Gleitsicherheit	9
3.1.3 Feststellung der Baugrundeigenschaften	2	4.5.1.3 Auftriebssicherheit	9
3.1.4 Geotechnischer Bericht	2	4.5.1.4 Grundbruchsicherheit	9
3.1.5 Gründungsgutachten	2	4.5.1.5 Geländebruchsicherheit	9
3.2 Einwirkungen	2	4.5.1.6 Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch sowie Materialtransport	9
3.2.1 Eigenlasten	2	4.5.1.7 Setzungsberechnungen	10
3.2.2 Verkehrs- und Auflasten	2	4.5.2 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Beton und Stahlbeton	10
3.2.3 Belastung der äußeren Begrenzungsflächen von Bauwerken durch Wasserdruck	3	4.5.2.1 Berücksichtigung des Wasserdruckes im Inneren der Bauteile	10
3.2.3.1 Wasserdruck bei näherungsweise Berücksichtigung der Strömung (Ansatz 1)	3	4.5.2.1.1 Bauteile aus unbewehrtem Beton	11
3.2.3.2 Wasserdruck unter Berücksichtigung eines Strömungsnetzes (Ansatz 2)	3	4.5.2.1.2 Stahlbetonbauteile	11
3.2.3.3 Wasserdruck unter näherungsweise Berücksichtigung der Grenzsickerlinie (Ansatz 3)	6	4.5.2.2 Nachweis der Stahlspannung bei nicht vorwiegend ruhender Belastung	12
3.2.3.4 Wasserdruck in sonstigen Fällen	6	4.5.2.3 Beschränkung der Rißbreiten	12
3.2.3.5 Wasserdruck in Dehnungsfugen	7	4.5.3 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Spannbeton	12
3.2.4 Wasserdruck im Inneren von Bauteilen	7	4.5.4 Berechnungsgrundsätze für Bauteile aus Mauerwerk	12
3.2.5 Wellenkräfte	7		
3.2.6 Erddruck	7		
3.2.7 Eis	7		
3.2.8 Windlast	8	5 Nachweis der Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit	12
3.2.9 Temperaturänderung, Schwind- und Kriecheinflüsse	8	6 Herstellen von Betonbauteilen	12
3.2.10 Bergbauliche Einwirkungen	8	6.1 Allgemeines	12
3.2.11 Erdbebenkräfte	8	6.2 Zement	12
3.2.11.1 Massivbauwerke im Wasserbau	8	6.3 Betonzuschläge	12
3.2.11.2 Talsperren	8	6.4 Wasserzementwerte	12
4 Nachweis der Standsicherheit	8	6.5 Betondeckung der Bewehrung	12
4.1 Allgemeines zu den Nachweisen	8	7 Bauausführung, Bauüberwachung	13
4.2 Lastfälle	8	8 Inbetriebnahme	13
4.2.1 Lastfall 1	8	9 Bauwerksinspektion und -unterhaltung	13
4.2.2 Lastfall 2	8	Zitierte Normen und andere Unterlagen	14
4.2.3 Lastfall 3	9		
4.2.4 Sonderlastfälle	9		

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

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, Hafenbauten 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

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

Standssicherheit 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 Standssicherheit 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 Grundwasserverhältnisse 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 Standssicherheitsnachweisen 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 Porenwasserdrücken)

- 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 Felsschichten 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

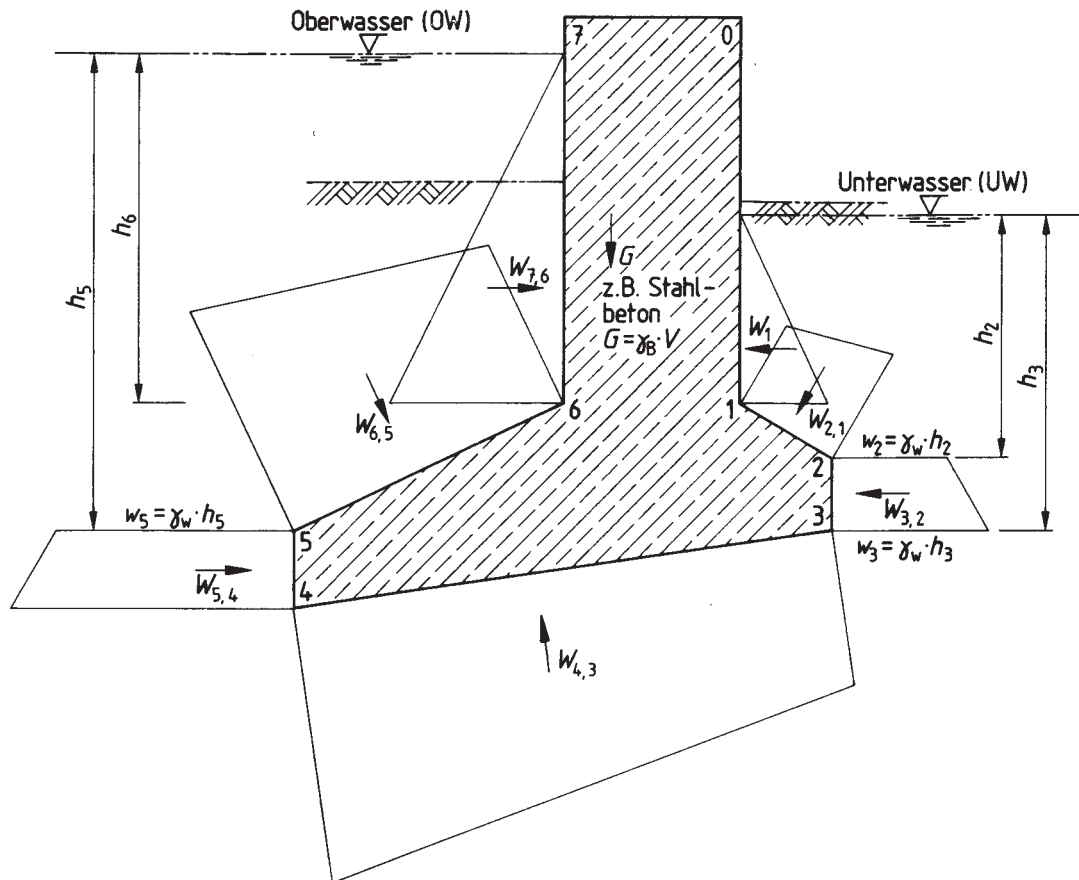
3.2.1 Eigenlasten

Für die Eigenlasten gelten die Festlegungen der Normen der Reihe DIN 1055. Die Eigenlast von massiven Baukörpern, 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, Schiffsstöße

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 Turbinensaugschläuchen, an Maschinen usw. sind – gegebenenfalls unter Einschluß von Druckstoßwirkungen – zu berücksichtigen.

Eine durch bauliche Maßnahmen, z. B. Drän- oder Entspannungsbrunnen, 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 Sonderlastfall (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 Strömungsnetzes (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 Durchsickerung des Baugrundes folgt dem Gesetz von Darcy ($v = k \cdot i$).
- Der durchströmte Baugrund hat einen auch unter der Einwirkung der Durchströmung stabilen Aufbau.

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.

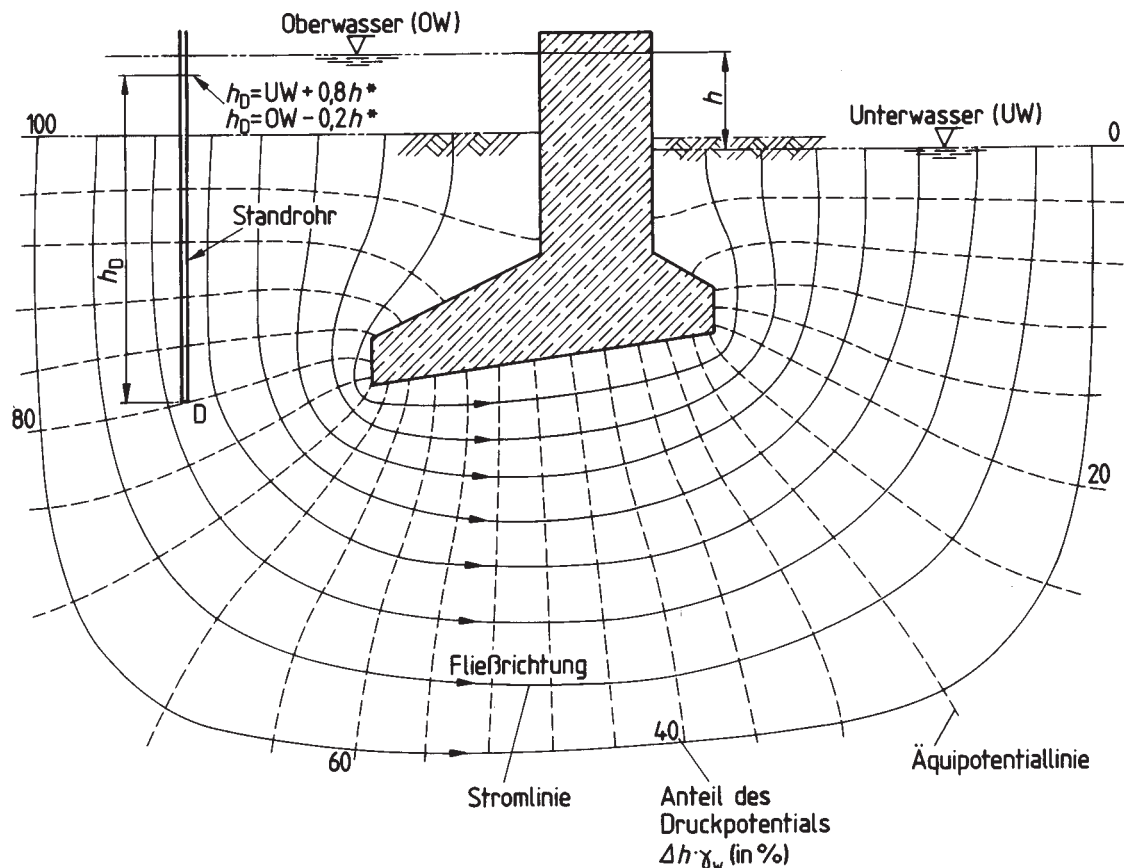


Bild 2. Strom- und Potentialliniennetz an einem massiven Bauwerk (vergleiche Bild 1)

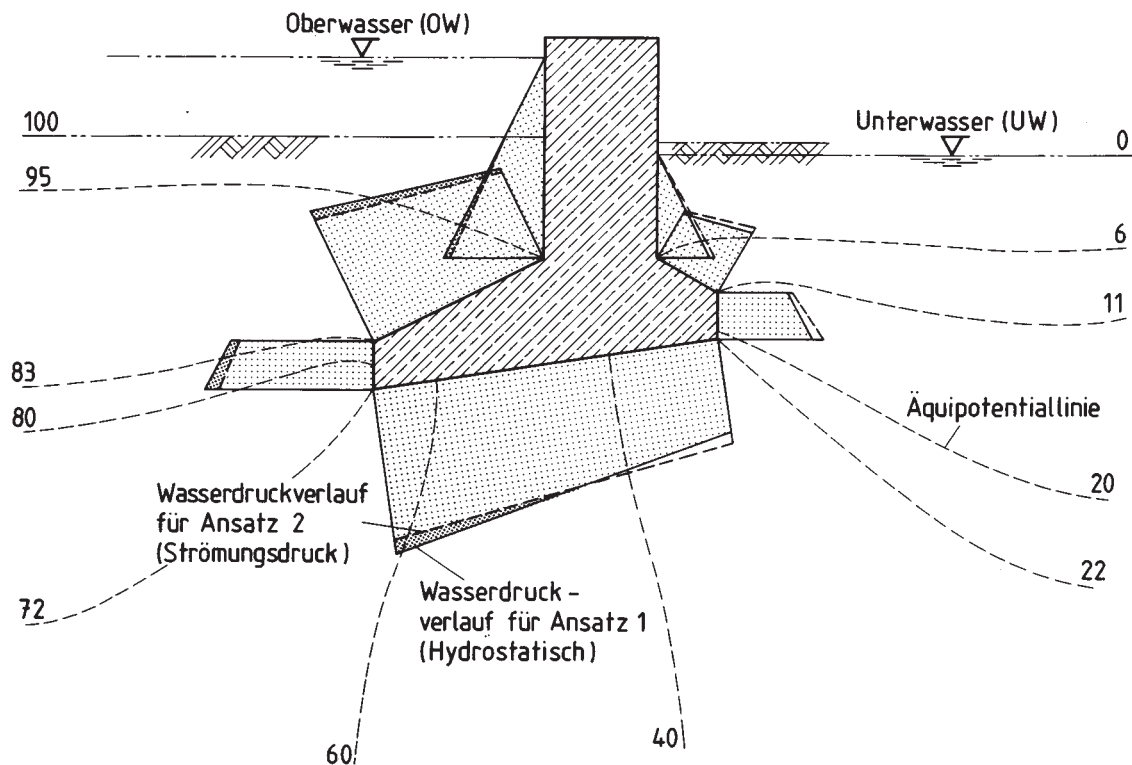


Bild 3. Wasserdruckverlauf entsprechend der Potentialverteilung im Baugrund (Ansatz 2) im Vergleich zur vereinfachenden Annahme (Ansatz 1)

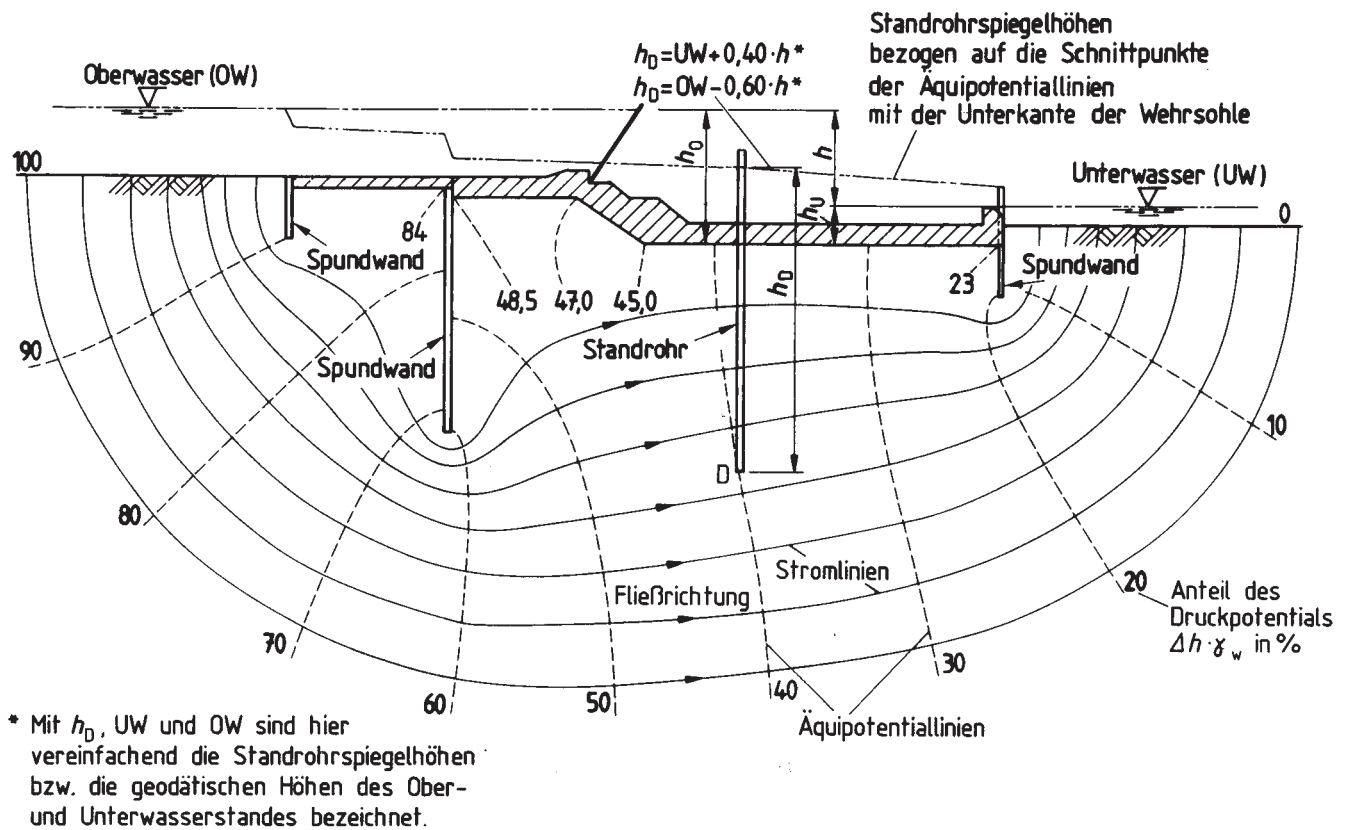


Bild 4. Strom- und Potentialliniennetz bei einem Wehrkörper mit Dichtungswänden und Vorboden.

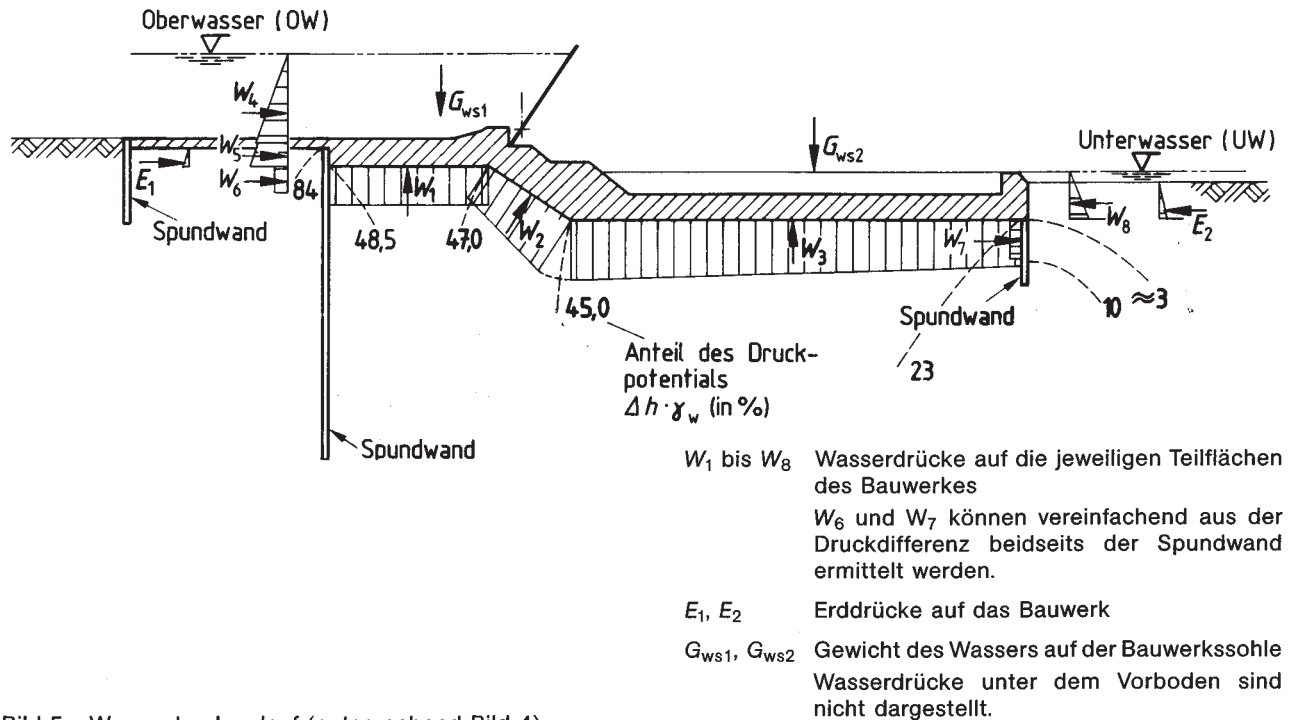


Bild 5. Wasserdruckverlauf (entsprechend Bild 4)