

ICS 93.160

Ersatz für
DIN V 19661-2 : 1991-08Hydraulic structures – guidelines – Part 2: River bottom protection structures, drop
structures, chutes, cascades, sills**Inhalt**

	Seite		Seite
Vorwort	2	5.3 Wasserwirtschaftliche Untersuchungen	6
1 Anwendungsbereich	3	5.3.1 Allgemeines	6
2 Normative Verweisungen	3	5.3.2 Wahl des Bemessungshochwassers	6
3 Arten der Sohlenbauwerke	3	5.3.3 Ermittlung des Bemessungshochwassers	6
3.1 Begriffe	3	5.3.4 Berücksichtigung niedriger Abflüsse	6
3.2 Einteilung	3	5.3.5 Wahl der Wasserspiegelhöhen	7
3.3 Sohlenstufen	3	5.4 Sonstige wasserwirtschaftliche Untersuchungen ..	7
3.3.1 Abstürze	3	5.4.1 Treibsel und Eis	7
3.3.2 Absturztreppe	3	5.4.2 Wasserbeschaffenheit	7
3.3.3 Sohlenrampen	3	6 Ökologische Untersuchungen	7
3.3.4 Sohlengleiten	3	6.1 Grundlagen	7
3.4 Schnellen	4	6.2 Bewertung	7
3.4.1 Stützschnellen	4	6.3 Anforderungen	7
3.4.2 Grundschnellen	4	6.3.1 Sauerstoffeintrag	7
3.4.3 Sohlenschnellen	4	6.3.2 Förderung der Fischwanderung	7
3.5 Befestigte Sohlenstrecken	4	6.3.3 Lärmemission	7
4 Grundsätze der Planung und Gestaltung	4	6.3.4 Landschaftspflege	7
4.1 Sohlenbauwerke	4	7 Ermittlung des zulässigen Sohlengefälles	
4.1.1 Erfordernis und Anforderungen	4	zwischen den Bauwerken	7
4.1.2 Sohlengefälle	4	7.1 Ermittlung der maßgeblichen Bemessungsgrößen ..	7
4.1.3 Geometrische Zusammenhänge	4	7.2 Sohlengefälle durch Vergleich mit einer	
4.1.4 Wahl des Sohlenausbaues	4	Musterstrecke	8
4.1.5 Lage im Gewässer	4	7.2.1 Kennzeichen der Musterstrecke	8
4.1.6 Beeinflussung des Grundwasserstandes	5	7.2.2 Geologische Verhältnisse	8
4.1.7 Sohlenlage bei Schnellen	5	7.2.3 Übertragung der Kenngrößen	8
4.2 Sonderfälle	5	7.3 Sohlengefälle nach rechnerischen Verfahren	8
4.2.1 Einmündungen	5	7.3.1 Grenzschnepspannung	8
4.2.2 Sohlenstufen bei Brücken	5	7.3.2 Zulässiges Sohlengefälle	8
4.2.3 Sohlenstufen bei Sportbootverkehr	5	7.4 Sohlengefälle nach Bodenkennwerten	9
4.2.4 Alte Sohlenbauwerke	5	7.4.1 Mittlere Korngröße d_m	9
5 Bodenkundliche und wasserwirtschaftliche		7.4.2 Porenzahl e	9
Untersuchungen	5	8 Hydraulische Untersuchungen	9
5.1 Bodenkundliche Untersuchungen	5	8.1 Abflußvorgänge zwischen den Bauwerken	9
5.1.1 Feststofftransport	5	8.1.1 Bemessung des Gewässers nach Querschnitt	
5.1.2 Untersuchungen im Niederschlagsgebiet	5	und Gefälle	9
5.1.3 Untersuchungen am Gewässer	5	8.1.2 Fließart des Gewässers	10
5.1.4 Untersuchungen für das Sohlenbauwerk	5	8.1.3 Grenztiefe h_{gr}	10
5.2 Untersuchungen an der Gewässersohle	5	8.2 Hydraulik der Sohlenstufen	10
5.2.1 Entnahme der Bodenproben	5	8.2.1 Mögliche Fließzustände	10
5.2.2 Schwebstoffführung	6	8.2.2 Regelfall und Ausnahmefälle	10
5.2.3 Auswertung	6		

Fortsetzung Seite 2 bis 19

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

	Seite		Seite
8.2.3 Anströmung	10	10.3.2 Querschnittsausbildung	17
8.2.4 Abflußquerschnitt im Oberwasser des Sohlenbauwerkes	10	10.3.3 Absturzwand	17
8.3 Abflußvorgänge bei Abstürzen	11	10.3.4 Überfallkrone	17
8.3.1 Abflußtypen	11	10.4 Sohlenrampen und Sohlengleiten	17
8.3.2 Wirksame Absturzhöhe H_w	11	10.4.1 Lage im Grundriß und Längsschnitt	17
8.3.3 Bestimmung des Abflußtyps	12	10.4.2 Querschnittsausbildung	18
8.4 Hydraulische Bemessung der Absturzbauwerke ..	13	10.4.3 Querschnitt in Krümmungen	18
8.4.1 Abstände der Abstürze und Aufteilung der Strecke	13	10.4.4 Freibord	18
8.4.2 Bemessung des Absturzquerschnittes	14	10.4.5 Ein- und Auslauf	18
8.4.3 Hydraulik des Sturzbettes (Tosbecken)	14	10.4.6 Gleitboden	18
8.4.4 Länge des Sturzbettes	15	10.4.7 Beruhigungsstrecke	18
8.5 Abflußvorgänge bei Absturztreppe	15	10.5 Sicherungen bei Sohlenstufen	18
8.5.1 Gegenseitige Beeinflussung	15	10.5.1 Oberwasser	18
8.5.2 Hydraulische Wirksamkeit	16	10.5.2 Unterwasser	18
8.6 Abflußvorgänge bei Sohlenrampen und Sohlengleiten	16	10.5.3 Sturzbett	18
8.6.1 Abflußvorgang am Einlauf	16	10.5.4 Flügelwände	18
8.6.2 Abflußvorgang auf dem Gleitboden	16	10.5.5 Böschungen im Bauwerksbereich	18
8.6.3 Abflußvorgang auf gekrümmtem Gleitboden ..	16	10.5.6 Standsicherheit des Bauwerkes	18
8.6.4 Länge des Gleitbodens	16	10.5.7 Schwingungskräfte	18
8.6.5 Abflußvorgang am Auslauf	16	10.6 Stützwälle	19
8.7 Abflußvorgänge bei Schwellen	16	10.7 Sohlenschwellen und Grundschrwellen	19
8.7.1 Stützwälle	16	10.7.1 Anordnung im Gewässer	19
8.7.2 Sohlenschwellen	16	10.7.2 Sicherungsmaßnahmen	19
8.7.3 Grundschrwellen	16	10.7.3 Lage der Schwellen	19
9 Baustoffe	17	10.7.4 Abstände	19
9.1 Wahl der Baustoffe	17	10.7.5 Querschnitt der Schwelle	19
9.2 Baustoffeigenschaften	17	10.7.6 Einbindung in die Ufer	19
9.3 Berücksichtigung der Wasserbeschaffenheit ..	17	10.7.7 Modellversuche	19
10 Konstruktive Ausbildung	17	10.8 Zusätzliche Bauwerke	19
10.1 Bauverfahren	17	11 Instandhaltung	19
10.2 Lage des Bauwerkes im Gewässer	17	11.1 Allgemeines	19
10.3 Abstürze und Absturztreppe	17	11.2 Inspektion	19
10.3.1 Lage im Grundriß	17	11.3 Unterhaltung	19
		11.3.1 Wartung	19
		11.3.2 Instandsetzung	19
		Erläuterungen	19

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuß Wasserwesen (NAW), Arbeitsausschuß III 9 „Bauwerke in und an Gewässern“, erarbeitet. Eine weitere Norm für Wasserbauwerke (DIN 19661-1) beschreibt Kreuzungsbauwerke, wie Durchleitungsbauwerke und Mündungsbauwerke.

Änderungen

Gegenüber DIN V 19661-2 : 1991-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Die Norm wurde insgesamt überarbeitet, Fehler wurden korrigiert und Festlegungen aktualisiert.
- Die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V 19661-2: 1978-04, 1991-08

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Sohlenbauwerke, die im Zusammenhang mit dem Abfluß in Gewässern stehen und zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Abflusses oder zur kulturtechnischen Nutzung des Wassers erforderlich sind. Die Sohlenbauwerke werden in dieser Norm nur in ihrem Bezug zum Gewässer behandelt.

Diese Norm findet Anwendung bei Sohlenbauwerken des Wasserbaues, insbesondere im Flußbau und im Landwirtschaftlichen Wasserbau sowie in der Landeskultur und in der Flurbereinigung.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 4030-1

Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Grundlagen und Grenzwerte

DIN 4047-5

Landwirtschaftlicher Wasserbau – Begriffe – Ausbau und Unterhaltung von Gewässern

DIN 19660

Landschaftspflege bei Maßnahmen der Bodenkultur und des Wasserbaus

DIN 19661-1

Richtlinien für Wasserbauwerke – Teil 1: Kreuzungsbauwerke – Durchleitungs- und Mündungsbauwerke

TGL 36873/01

Meliorationen – Grabenbau – Grundsätze für die Projektierung von Gräben und zugehörigen baulichen Anlagen

TGL 36873/05

Meliorationen – Grabenbau – Sohlenbauwerke

3 Arten der Sohlenbauwerke

3.1 Begriffe

Begriffe für Sohlenbauwerke enthält DIN 4047-5.

3.2 Einteilung

Sohlenbauwerke (siehe Bild 1) sind Bauwerke in Gewässern, wie Sohlenstufen (Abstürze, Absturztreppe, Sohlenrampen und Sohlengleiten) und Schwellen (Stützschnellen, Sohlenschnellen und Grundschnellen). Sohlenbauwerken ist gemeinsam, daß sie zum Schutz gegen Erosion hauptsächlich in der Sohle angeordnet werden und sich quer zur Fließrichtung (Querbauwerke) meist über die ganze Breite des Gewässers erstrecken.

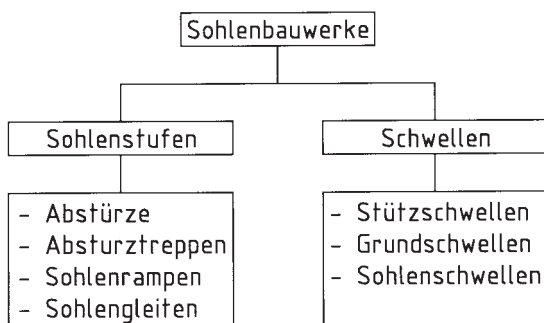


Bild 1: Arten von Sohlenbauwerken, Übersicht

3.3 Sohlenstufen

Sohlenstufen sind Sohlenbauwerke wie Abstürze, Absturztreppe, Sohlenrampen und Sohlengleiten. Sohlenstufen überwinden einen Höhenunterschied in der Sohle eines Gewässers, so daß oberhalb und unter Umständen auch unterhalb des Sohlenbauwerkes ein geringeres Sohlengefälle als im unverbauten Fluß entsteht und am Sohlenbauwerk das Gefälle zusammengefaßt wird.

Sohlenstufen bewirken bei größeren Abflüssen im allgemeinen einen Fließwechsel; wesentlich für ihre Wahl ist die hydraulische Wirkung. Am Sohlenbauwerk sollte zweimaliger Fließwechsel, vom Strömen zum Schießen und wieder zum Strömen, auftreten. Beim zweiten Fließwechsel, bei dem sich im allgemeinen eine Deckwalze einstellt, erfolgt auf kurzer Strecke eine erhebliche Energieumwandlung (Energiedissipation).

Sohlenstufen, die bei den für die Erosion maßgeblichen Abflüssen keine Deckwalze erzeugen, bewirken bei unbefestigter Sohle Eintiefungen unterhalb des Sohlenbauwerkes. Sohlenstufen stören den Feststofftransport nur unerheblich. Bei großen Abflüssen stellen sich etwa die Fließgeschwindigkeiten ein, die beim durchgehenden Sohlengefälle ohne Sohlenstufe entstehen würden.

Die Höhe der Sohlenstufen ist grundsätzlich nach oben nicht begrenzt, nach unten setzt die hydraulische Wirksamkeit die Grenze.

3.3.1 Abstürze

Abstürze sind die in Fließrichtung kürzesten Sohlenstufen; einschließlich der zu befestigenden Strecke im Ober- und Unterwasser, der Absturzwand und einem gegebenenfalls erforderlichen Sturzbett oder Tosbecken sind sie kürzer als Sohlenrampen, Sohlengleiten und Absturztreppe.

Abstürze haben eine lotrechte oder eine steil geneigte Absturzwand. Bei lotrechter Wand löst sich der Überfallstrahl von der Wand ab, bei geneigter Schußwand kann er anliegen.

3.3.2 Absturztreppe

Absturztreppe (Kaskaden) sind Sohlenbauwerke aus mehreren aufeinanderfolgenden einzelnen Abstürzen, die so nahe hintereinander folgen, daß sie sich gegenseitig hydraulisch beeinflussen. Eine Absturztreppe ist baulich und hydraulisch als Einheit zu betrachten.

Bei Absturztreppe tritt auf den einzelnen Stufen im allgemeinen kein Fließwechsel ein. Schießen beginnt dann auf der obersten Stufe und endet am Fuß der Absturztreppe durch Fließwechsel mit Deckwalze.

Nur bei kleinen Abflüssen kann jede Stufe hydraulisch als Absturz wirken, besonders dann, wenn die einzelnen Stufen mit Tosbecken ausgestattet sind.

3.3.3 Sohlenrampen

Sohlenrampen sind Sohlenstufen mit einem Gefälle zwischen etwa 1 : 3 und etwa 1 : 10. Sohlenrampen haben damit eine größere Länge als Abstürze. Ihr mit rauher Oberfläche ausgebildeter Schußboden ergibt eine bessere Energieumwandlung als beim Absturz mit geneigter Schußwand.

3.3.4 Sohlengleiten

Sohlengleiten sind Sohlenstufen mit einem Gefälle zwischen etwa 1 : 10 und etwa 1 : 30. In diesem Gefällebereich ist auf rauher Oberfläche der Sohle eine weitgehende Energieumwandlung erreichbar.

Sohlengleiten passen sich flachen Geländeneigungen gut an. Sie stören den Feststofftransport nur unerheblich und vermeiden größere Unstetigkeiten im Grundwasser.

3.4 Schwellen

Schwellen sind Sohlenbauwerke, die die Gewässersohle festlegen. Schwellen verhindern die Erosion zunächst ohne Veränderung des vorhandenen Sohlengefälles. Eintiefungen im Bereich der Schwellen sind jedoch oft unvermeidbar.

Stützschwellen sollen den Wasserspiegel im Oberwasser so hoch anheben und das Energieliniengefälle so vermindern, daß Schleppspannung und Fließgeschwindigkeit die zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten. An Grundswellen und Sohlenschwellen sollte auch bei großen Abflüssen kein Fließwechsel eintreten.

3.4.1 Stützschwellen

Stützschwellen (Stützwähre) sind Schwellen, die so hoch über die Sohle hinausragen, daß über ihrer Krone, wie bei festen Wehren, Fließwechsel auftritt und das Energiegefälle im Oberwasser verringert wird.

Die Längsschnitte von Wasserspiegel und Energielinie verlaufen ähnlich wie bei Sohlenstufen. Nach Auflandung oberhalb oder bei Erosion unterhalb der Stützschwellen gleichen sich die Sohlenlängsschnitte denen von Sohlenstufen an.

Da bei allen Abflüssen Fließwechsel an der Schwellenkrone und über dem unterwasserseitigen Sturzbett auftreten, erfolgt eine erhebliche Energieumwandlung. Stützschwellen gleichen in ihrer hydraulischen Wirksamkeit Wehren oder Abstürzen.

Werden bei Feststofftransport im Gewässer keine wirksamen Einrichtungen zur Abfuhr der Feststoffe aus dem Oberwasser der Stützwelle getroffen, tritt Auflandung bis an die Schwellenkrone ein, so daß sich diese Stützschwellen zu Abstürzen entwickeln.

3.4.2 Grundswellen

Grundswellen sind Schwellen, die nur wenig über die Sohle hinausragen. Ihre Höhe über der Sohle kann durch Erosion der Sohle vergrößert werden. Nach Auflandung oberhalb der Grundswellen gleichen sie kleinen Abstürzen.

Bei Grundswellen kann Fließwechsel mit Deckwalze nur bei kleinen Abflüssen eintreten. Sie haben daher bei großen Abflüssen keine gefällevermindernde Wirkung und gleichen hydraulisch unwirksamen Abstürzen. Grundswellen sind nur dann zweckmäßig, wenn das zulässige Gefälle der unbefestigten Sohle nur wenig überschritten wird, oder wenn sie zur Niedrigwasseraufhöhung dienen.

3.4.3 Sohlenschwellen

Sohlenschwellen sind Schwellen, die mit der Sohle bündig abschließen. Sohlenschwellen legen lediglich die Sohle örtlich fest. Tritt Erosion auf, können sie über diese hinausragen und so den Grundswellen gleichen. Auch zur gegenseitigen Abstützung von Böschungssicherungen können bei nichtstandfesten Böden Sohlenschwellen (Sohलगurte) verwendet werden; diese Sohlenschwellen sind nach erdstatistischen Gesichtspunkten anzuordnen.

3.5 Befestigte Sohlenstrecken

Bei geringerem Gefälle als etwa 1 : 30 kann es zur Verhinderung von Sohlenerosion zweckmäßig sein, die Sohle streckenweise wie bei Sohlengleiten auszuführen und durchgehend an Sohle und Ufer zu befestigen. Art und Umfang der Sicherung richten sich nach der zulässigen Grenzschleppspannung.

4 Grundsätze der Planung und Gestaltung

4.1 Sohlenbauwerke

4.1.1 Erfordernis und Anforderungen

Bei der Planung der Sohlenbauwerke sind wasserwirtschaftliche, ökologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte abzu-

wägen. Der Bemessungsabfluß ist im Hinblick auf diese Gesichtspunkte festzulegen. Die ökologische Durchgängigkeit kann maßgebend sein.

Sohlenbauwerke dürfen das Sohlengefälle nur so weit vermindern, daß keine schädliche, allgemeine Sohlenaufhöhung durch Akkumulation eintritt.

Sohlenbauwerke sind in Gewässern mit Sohlenerosion notwendig, wenn keine Erosion zugelassen werden kann. Bei Ausbau und Umgestaltung von Gewässern werden sie dann notwendig, wenn das Sohlengefälle ein zulässiges Gefälle, bei dem noch keine Erosion eintritt, überschreiten würde.

4.1.2 Sohlengefälle

Für den Einbau von Sohlenbauwerken ist das Sohlengefälle die wichtigste Größe. Wird es verändert oder bei Ausbaustrecken neu festgelegt, ist es so zu wählen, daß die Sohle möglichst in einem Gleichgewichtszustand verbleibt. Die mittlere Höhenlage der Sohle sollte möglichst nicht verändert werden.

4.1.3 Geometrische Zusammenhänge

Zwischen den Gefällen, den Höhen und den Abständen der Sohlenstufen bestehen die geometrischen Zusammenhänge nach Bild 2.

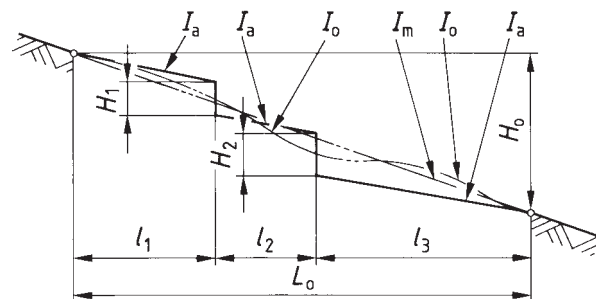


Bild 2: Geometrische Zusammenhänge bei Sohlenstufen

$$H_0 = I_m \cdot L_0 = I_a (l_1 + l_2 + \dots + l_n) + H_1 + H_2 \dots + H_{n-1} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

H_0	Höhenunterschied der Ausbaustrecke,
L_0	Länge der Ausbaustrecke,
I_0	Sohlengefälle vor dem Ausbau,
I_m	mittleres Sohlengefälle vor dem Ausbau,
$I_a < I_{zul}$	Sohlengefälle nach dem Ausbau,
l_1, l_2, l_n	Länge der Gewässerstrecke zwischen den Sohlenbauwerken,
H_1, H_2, H_{n-1}	Höhe des Sohlenbauwerkes.

4.1.4 Wahl des Sohlenausbaues

Durch Vergleich ergibt sich, ob es wirtschaftlicher ist, zu steile Gewässerstrecken durchgehend an Sohle und Ufern zu befestigen, Schwellen anzuordnen oder das Sohlengefälle I_0 durch Sohlenstufen zu vermindern, wenn nicht andere Gesichtspunkte, wie ökologische Durchgängigkeit, Interessen der Landschaftspflege oder der Fischerei, maßgebend sind.

Für die Wahl des Sohlenausbaues können in Abhängigkeit vom Sohlengefälle folgende Richtwerte angewendet werden:

- $I_m > 8\text{‰}$ durchgehende Sohlenbefestigung,
- $3\text{‰} > I_m \geq I_{zul}$ Sohlenbauwerke,
- $8\text{‰} \geq I_m \geq 3\text{‰}$ Sohlenausbau nach a) oder b).

4.1.5 Lage im Gewässer

4.1.5.1 Grundsätzlich ist eine möglichst gute Anpassung der Längsschnitte von Gelände und Gewässersohle anzu-

streben. Es wird empfohlen, die neue Sohle und die Kronenhöhe der Sohlenbauwerke im Verhältnis zum anschließenden Gelände so zu legen, daß im Oberwasser häufiges Ausufern, im Unterwasser tiefe Einschnitte und großer Flächenbedarf vermieden werden. Vorhandene Geländestufen sollten ausgenutzt werden.

4.1.5.2 Im Grundriß sind Sohlenstufen im allgemeinen in möglichst geraden oder wenig gekrümmten Strecken, bei Ausbaustrecken mit Durchstichen zweckmäßig in diesen anzulegen.

4.1.6 Beeinflussung des Grundwasserstandes

Sohlenstufen und Stützschnellen können den Grundwasserstand beeinflussen. In ihrer Umgebung können Unstetigkeiten, größeres Gefälle des Grundwasserspiegels, Grundwasseranstaue oder Grundwasserabsenkung entstehen.

4.1.7 Sohlenlage bei Schnellen

Schnellen verändern zunächst das Sohlengefälle nicht. Treten Erosionen oder Akkumulationen ein, wird das Sohlengefälle im allgemeinen ähnlich umgestaltet, wie dies bei Sohlenstufen der Fall ist.

4.2 Sonderfälle

4.2.1 Einmündungen

Die Einmündung höhergelegener kleinerer Gewässer in größere Gewässer oder in den Dauerstau einer Stauanlage kann über Sohlenstufen erfolgen. Dies ist besonders dann zweckmäßig, wenn im Mündungsbereich große Wasserspiegelschwankungen oder nachteilige Querströmungen auftreten.

Die Vorflut für Einleitungen kann durch deren Einführung in das Unterwasser der Sohlenstufe ermöglicht oder verbessert werden.

4.2.2 Sohlenstufen bei Brücken

Die Einbindung einer Sohlenstufe in ein Brückenbauwerk kann gestalterisch eine günstige Lösung sein. Aus Gründen der Lärmemission und der Unterhaltung ist es jedoch nicht zweckmäßig, die Sohlenstufe unter der Brücke anzuordnen. Wird die Brücke oberhalb der Sohlenstufe angeordnet, ist bei der Bestimmung des Freibordes die Absenkung des Wasserspiegels unberücksichtigt zu lassen.

4.2.3 Sohlenstufen bei Sportbootverkehr

Die Befahrbarkeit der Gewässer ist durch Sohlenstufen möglichst nicht zu beeinträchtigen. Bei Einbau in die für Wassersport geeignete Gewässerstrecken können Bootsgassen erforderlich werden.

4.2.4 Alte Sohlenbauwerke

Sohlenbauwerke, die früher zum Zwecke von Nutzungen (Wasserkraftanlagen, Bewässerung) errichtet worden sind und Sohlenaufhöhungen oder Vorflutbehinderungen verursachen, sind, soweit vertretbar, zu beseitigen, um ein größeres durchgehendes Sohlengefälle zu ermöglichen. Bei der Aufgabe von Wassernutzungen ist unter Berücksichtigung gewässermorphologischer und landschaftsökologischer Gesichtspunkte zu prüfen, ob sich bei Beseitigung der Bauwerke (Wehre, Abstürze) ein zu großes durchgehendes Sohlengefälle einstellen würde. In diesem Fall sind die vorhandenen Anlagen ganz oder teilweise zu belassen oder durch neue Sohlenstufen oder Stützschnellen zu ersetzen.

5 Bodenkundliche und wasserwirtschaftliche Untersuchungen

Der Umfang der Erhebungen und Untersuchungen richtet sich nach der Bedeutung des Sohlenbauwerkes.

5.1 Bodenkundliche Untersuchungen

Die Kenntnis der Bodenarten und Bodentypen im Niederschlagsgebiet in Verbindung mit der Geländeform, dem Talgefälle, der Erosion, der Akkumulation, den meteorologischen und hydrologischen Bedingungen, der Vegetation und der Bodennutzung kann für die Planung erforderlich werden.

5.1.1 Feststofftransport

5.1.1.1 Der Feststofftransport (Geröll, Sand, Schlamm, Schweb) im Gewässer bei verschiedenen Abflüssen ist zu berücksichtigen. Deshalb sind Untersuchungen über Entstehung, Art und Menge dieser Feststoffe zweckmäßig. Der Feststofftransport sollte durch das Bauwerk nicht unterbrochen werden.

5.1.1.2 Der Feststofftransport ist abhängig von morphologischen und geologischen Gegebenheiten, vom Abfluß sowie vom Querschnitt und Längsschnitt des Gewässers. Die Feststoffmengen sollten bei Hochwasser ermittelt werden. Geschwindigkeitsverteilung, Korngröße, Kornform, Zusammensetzung und Rohdichte des Korngemisches, Verkittung durch tonige und sonstige Beimengungen sowie Neigung zu Riffel- und Bankbildung sollten berücksichtigt werden.

5.1.2 Untersuchungen im Niederschlagsgebiet

Zur Beurteilung der Feststoffführung kann das Niederschlagsgebiet des Gewässers daraufhin untersucht werden, ob und in welchem Umfang Eintrag von Feststoffen durch Erosion von Hängen, aus Rinnen und Schluchten von Natur aus oder infolge Bodenbewirtschaftung entsteht.

5.1.3 Untersuchungen am Gewässer

5.1.3.1 Durch Begehung der Gewässerstrecke lassen sich in der Regel Bereiche verschiedenen Zustandes abgrenzen. Hierbei dient der vergleichbare Streckenabschnitt, der die geringste Veränderung im Gewässerbett aufweist, als Musterstrecke. Soweit dies nach den örtlichen Verhältnissen vertretbar erscheint, wird diese Strecke für den beabsichtigten Ausbau außerhalb der Bereiche der Sohlenstufen hinsichtlich der hydraulischen Bemessung sowie der Sicherung von Sohle und Böschung herangezogen.

5.1.3.2 Oft tritt eine natürliche Sohlenverfestigung dadurch ein, daß kleinere Korngrößen erodiert und größere Korngrößen auf sich allmählich eintiefender Sohle akkumuliert werden.

Dabei werden vor allem flache Körner schuppenartig zu einer Deckschicht aufgebaut, die einen erheblich größeren Widerstand als der Untergrund besitzt. Nur solange die Deckschicht mit Sicherheit nicht angegriffen wird, ist deren Widerstand maßgebend.

5.1.4 Untersuchungen für das Sohlenbauwerk

5.1.4.1 Bodenuntersuchungen können besonders in der Gewässersohle notwendig sein, um Eintiefungs- oder Auflandungstendenzen bei der Planung und Gestaltung des Sohlenbauwerkes und seiner Gründung zu berücksichtigen.

5.1.4.2 Bei Bodenuntersuchungen für das Sohlenbauwerk sind die einschlägigen Normen zu beachten. Darüber hinaus können bodenmechanische Untersuchungen für die Standicherheit des Sohlenbauwerkes erforderlich werden.

5.2 Untersuchungen an der Gewässersohle

5.2.1 Entnahme der Bodenproben

5.2.1.1 Für die Entnahme von Bodenproben des Sohlenmaterials sind Stellen zu wählen, die für die Musterstrecke und die Ausbaustrecke repräsentativ sind. Die Zahl der Entnahmestellen richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen.

5.2.1.2 Die Proben sind der beständigen Schicht der Gewässersohle zu entnehmen. Ist eine Deckschicht vorhanden, die einen anderen Aufbau als der Untergrund auf-

weist, sind getrennte Proben zu entnehmen. Bei rolligem Material darf die Entnahme nicht aus Geschiebeebänken, bei loser Lagerung nicht aus der obersten Schicht der Sohle erfolgen.

5.2.1.3 In Neubaustrecken besteht die Sohle zunächst aus dem Material des Untergrundes, aus dem dann feines Korn ausgespült wird, bis sich eine Deckschicht bildet. Es ist zu prüfen, ob sich aus dem Untergrund eine der Sohle der Musterstrecke entsprechende Deckschicht bilden kann.

5.2.1.4 Für eine gestörte Probe wird 1 m² der Gewässer-sohle etwa 0,5 m tief ausgehoben; dabei ist die Dichte festzustellen und die Porenzahl zu bestimmen. Bei feinsandigem bis tonigem Bodenmaterial oder verkitteter Sohle sollten zur besseren Feststellung des schichtweisen Bodenaufbaues ungestörte Proben entnommen werden.

5.2.2 Schwebstoffführung

5.2.2.1 Feststoffe, die durch die Turbulenz der Strömung im Schwebzustand gehalten werden, werden als Schweb bezeichnet. Die Grenze zwischen Schweb und Geschiebe hängt also nicht allein von der Korngröße ab. Material unterhalb 0,063 mm Korngröße gehört immer zum Schweb, Material zwischen 0,063 mm und 0,2 mm ist je nach Verhalten dem Schweb oder dem Geschiebe zuzurechnen.

5.2.2.2 Die Ermittlung des Schwebstoffgehaltes kann durch gravimetrische Bestimmung der Kornanteile oder durch photometrische Trübungsmessungen erfolgen.

5.2.3 Auswertung

5.2.3.1 Rolliges Material

Bei rolligem Material ist die Bodenprobe zu trocknen; danach sind Siebanalyse und Gewichtsbestimmung durchzuführen. Für die Siebanalyse sind genormte Prüfsiebgebilde zu verwenden.

Für Korngrößen über 63 mm ist eine Einzelkornbestimmung vorzunehmen. Ungewöhnlich geformtes Material ist von Hand nachzusortieren. Besondere Sorgfalt erfordert die Einordnung der Korngrößen über 63 mm in die Sieblinie, damit der Anteil der Steine repräsentativ bleibt.

Bei der Auswertung der Proben von rolligem Material ist die mittlere Korngröße d_m aus der Sieblinie nach Bild 3 zu ermitteln. Dabei wird die Sieblinie derart geschnitten, daß die schraffierten Flächen gleich groß sind. Je steiler die Sieblinie ist, desto besser kennzeichnet die mittlere Korngröße das Sohlenmaterial.

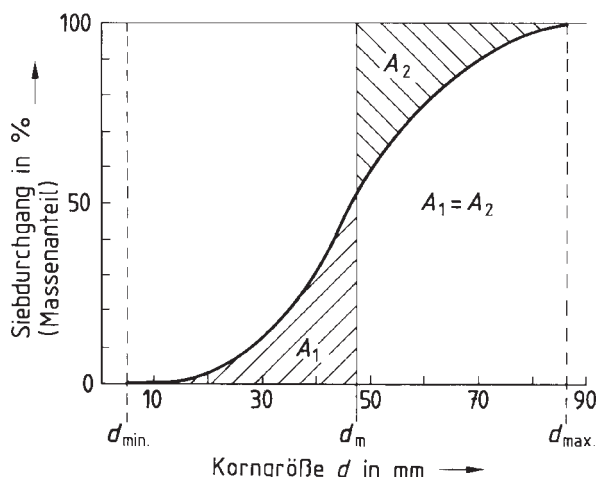


Bild 3: Bestimmung der mittleren Korngröße d_m

5.2.3.2 Bindiges Material

Bei bindigem Material ist die Porenzahl e zu ermitteln:

$$e = \frac{V - V_s}{V_s} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

e Porenzahl,

V Gesamtvolumen der Bodenprobe,

V_s Feststoffvolumen der Bodenprobe.

5.3 Wasserwirtschaftliche Untersuchungen

5.3.1 Allgemeines

Die Herkunft der als Bemessungsgrundlage dienenden Werte ist anzugeben. Der Umfang der Erhebungen und Untersuchungen richtet sich nach der Bedeutung des Bauwerkes.

5.3.2 Wahl des Bemessungshochwassers

5.3.2.1 Das Bemessungshochwasser richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten und Erfordernissen. Sohlenstufen und Stützschnellen müssen in der Regel mindestens den dem Gewässerausbau zugrundeliegenden Abflüssen hydraulisch genügen.

5.3.2.2 Für jedes innerhalb des Hochwasserabflußquerschnittes geplante Sohlenbauwerk, das den Abfluß eines Gewässers beeinträchtigt, ist zu prüfen:

- welche Nachteile bei den in Betracht gezogenen Abflüssen auftreten,
- wie häufig mit diesen Nachteilen gerechnet werden muß.

5.3.2.3 Für die Bemessung eines Sohlenbauwerkes sind zu ermitteln und festzulegen:

- das Hochwasser, bei dem ein bestimmter Überstau durchschnittlich einmal erreicht oder überschritten wird (z. B. HQ_{25}),
- die Wasserspiegelhöhe, die an der für das Sohlenbauwerk vorgesehenen Stelle diesem HQ entspricht,
- sonstige mögliche Beeinflussungen, wie Senkung oder Hebung im Oberwasser, Rückstau im Unterwasser.

Mit diesen Werten können unter Zugrundelegung der hydraulischen Kenngrößen die Sohlenstufen bemessen werden.

Für Grundschwellen und Sohlenschwellen sind diese Gesichtspunkte in der Regel nicht maßgebend; es ist der Abflußquerschnitt des Gewässers zugrunde zu legen.

5.3.3 Ermittlung des Bemessungshochwassers

Soweit für ein bestimmtes oder ein vergleichbares Gebiet ausreichend lange Abflußbeobachtungen vorliegen, können das Bemessungshochwasser und seine Häufigkeit nach statistischen Verfahren mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden.

Liegen Abflußbeobachtungen nicht ausreichend vor, und sind auch angenäherte Vergleiche mit ähnlichen Einzugsgebieten nicht möglich, kann das Bemessungshochwasser über Niederschlag-Abfluß-Modelle ermittelt werden.

Vorliegende Abflußbeobachtungen sind zum Vergleich heranzuziehen. Die Ergebnisse der verschiedenen Bemessungsverfahren sind miteinander zu vergleichen.

5.3.4 Berücksichtigung niedriger Abflüsse

5.3.4.1 Für die Ausbildung des Abflußquerschnittes sind außer dem Bemessungshochwasser auch mittlere und niedrige Abflüsse von Bedeutung. Durch geeignete Formgebung oder Vorsehen von Staumöglichkeiten sollten auch für diese charakteristischen Abflüsse möglichst gute Bedingungen