
Wasserbau

Texte zu den Veranstaltungen:
Wasserbau, Wasserwirtschaft und Hydraulik
Wasserbau A



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Prof. Dr.-Ing. habil, Prof. h. c., U. Zanke
Fachgebiet Wasserbau
Petersenstraße 13
64287 Darmstadt

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft
Fachgebiet Wasserbau
Prof. Dr.-Ing. habil., Prof. h. c., Ulrich C. E. Zanke

Petersentraße 13
64287 Darmstadt
Tel.: +49 (0)6151 16-4067
Fax.: +49 (0)6151 16-3223

Wie bemühen uns, das Skript immer fehlerfrei und auf dem aktuellen Stand zu halten.
Sollten Ihnen bei der Arbeit mit dem Skript Fehler oder veraltete Angaben auffallen, teilen Sie uns dies bitte mit.

Wenden Sie sich dafür an den zuständigen Mitarbeiter im Fachgebiet:
Dipl.-Ing. Tobias Kubetzek
L5|01 311
Tel.: +49 (0)6151 16-3643
kubetzek@wb.tu-darmstadt.de

Bei dem vorliegenden Skript handelt es sich um die überarbeitete Neuauflage des Skriptes
"Wasserbau A" von 2001.

Layoutumsetzung und Überarbeitung:

Kubetzek, T.

Das Originalskript wurde erstellt unter Mitarbeit von:

Christoph, F., Hirschhäuser, T., Holfelder, T., Krebs, M., Mewis, P., Saenger, N., Seydell, I., Wawra, B.,
Wittig, M., Wurpts, A.

Version: Winter 2010/2011.

Die Datei wurde erstellt am: 20. Januar 2011

Das vorliegende Skript stellt einen Auszug aus den Veranstaltungen zu Wasserbau I dar. Es ist ein Leitfaden, der zur Orientierung dient, jedoch nicht als Ersatz für die Vorlesungen und Übungen. Es beinhaltet einerseits nicht sämtliche Themen und Details, die in den Lehrveranstaltungen besprochen werden. Es gibt in manchen Aspekten jedoch auch über die vorgetragenen Inhalte hinausgehende Informationen. Zum weitergehenden Studium und zur Prüfungsvorbereitung sind auch die Sprechzeiten und weiterführende Literatur zu nutzen.

Zum ergänzenden Studium der hydraulischen Grundlagen werden folgende Bücher empfohlen:

Zanke, U.: Hydromechanik der Gerinne und Künstengewässer, Parey/Blackwell-Verlag, Berlin 2001

Schröder, R. und Zanke, U.: Technische Hydraulik, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 2003



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Schutz und Nutzung als Ingenieuraufgabe	1
1.2	Wasserbau an der TU Darmstadt	3
1.3	Historische Entwicklung	4
2	Grundgleichungen der Hydraulik	7
2.1	Fließfomeln	7
2.1.1	Kontinuitätsgleichung	7
2.1.2	Bernoulli-Gleichung	7
2.1.3	Darcy-Weisbach-Gleichung	8
2.1.4	Gauckler-Manning-Strickler	8
2.1.5	Prandtl-Colebrook	9
3	Berechnung und Simulation von Strömungen	10
3.1	Fließfomeln	10
3.2	Hydraulische Modelle	10
3.3	Wasserspiegelberechnung in offenen Gerinnen	10
3.4	Voranalyse	11
3.4.1	Ermittlung von Kontrollquerschnitten	11
3.5	Ermittlung auftretender Abflußformen	12
3.6	Einteilung in Berechnungsabschnitte	12
3.7	Iterative Spiegellinienberechnung	13
3.8	Iteration	15
3.9	Berechnung bei gegliederten Querschnitten	15
3.10	Literaturhinweise	17
4	Grundwasser	20
4.1	Grundlagen und Begriffe	20
4.2	Fließprozesse in porösen Medien	21
4.2.1	Die Filterexperimente von Darcy	21
4.2.2	Durchlässigkeitsbeiwert k_f	22
4.2.3	Porosität	24
4.2.4	Kontinuumsbetrachtung	24
4.2.5	Geschwindigkeitsbegriffe im Grundwasser	25
4.2.6	Das hydraulische Potential	26
4.3	Bewegungsgleichungen für Grundwasserströmungen	26
4.3.1	Allgemeine Bewegungsgleichung	26
4.3.2	Horizontal-ebene Grundwasserströmung	28
4.3.3	Anfangs- und Randbedingungen	29
4.3.4	Die Potentialtheorie	29
4.4	Aufgaben in der Grundwasserhydraulik	29
4.4.1	Bestimmung des hydraulischen Gradienten	29
4.4.2	Konstruktion von Strömungsbildern	30
4.4.3	Gebietsbilanzierung	31
4.5	Literaturhinweise	32

5	Flußstautufen und Wehre	33
5.1	Konventionelle Aufgaben	34
5.1.1	Schifffahrt	34
5.1.2	Wasserkraft	34
5.1.3	Ausleitungen	34
5.2	Neuere Aufgabenstellung	34
5.3	Wehrtypen	35
5.3.1	Feste Wehre	35
5.3.2	Bewegliche Wehre	37
5.4	Fischpässe	38
5.5	Energieumwandlung	39
5.6	Literaturhinweise	42
6	Talsperren	43
6.1	Zweck einer Talsperre	43
6.2	Beeinflussung durch Talsperren	43
6.3	Generelle Gestaltung einer Talsperre	43
6.3.1	Hochwasserentlastungsanlage	44
6.3.2	Grundablaß	44
6.3.3	Entnahgebauwerk	45
6.3.4	Vorsperre	45
6.3.5	Kontrollgang	45
6.3.6	Absperrbauwerke	45
6.4	Literaturhinweise	50
7	Wasserkraft	51
7.1	Bedeutung der Wasserkraftnutzung	51
7.2	Einteilung der Wasserkraftanlagen	51
7.3	Vor- und Nachteile von Wasserkraftanlagen	53
7.4	Hydraulische Grundlagen der Wasserkraftanlagen	54
7.4.1	Leistung	54
7.4.2	Wirkungsgrad	55
7.5	Turbinen	55
7.5.1	Turbinenarten	55
7.5.2	Prinzipien der Energieumwandlung	60
7.5.3	Kavitation	61
7.5.4	Bemessung	61
7.5.5	Auslegung der Turbine	63
8	Standicherheit von Wasserbauten	68
8.1	Einführung	68
8.2	Mögliche Versagensfälle wasserbaulicher Konstruktionen	68
8.3	Nachweisverfahren der Standicherheit	69
8.3.1	Einwirkungen auf das Bauwerk	71
8.3.2	Widerstände	72
8.3.3	Lastfälle	72
8.4	Ermittlung der Beanspruchungen infolge Wasserdruck	73
8.5	Wasserdruckkräfte im Untergrund (Unterströmung)	73
8.5.1	Potentialnetz	74
8.5.2	Näherungsverfahren nach LANE	74

8.6	Nachweise	76
8.6.1	Nachweis der Gleitsicherheit (GZ 1B)	76
8.6.2	Zulässige Ausmittigkeit und Kippen (GZ 1B)	79
8.6.3	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen (GZ 1A)	80
9	Numerische Simulation	81
9.1	Einsatzbereiche numerischer Modelle	81
9.2	Schritte der Modellerstellung, Fehlerquellen und die Begriffe Verifikation, Kalibration und Validation	82
9.3	Grundlegende Auswahl der Prozesse und der räumlichen Dimensionalität eines Problems	84
9.4	Modellgleichungen	86
9.5	Grundlegende numerische Methoden	88
9.5.1	Finite Differenzen	88
9.5.2	Finite Elemente	89
9.5.3	Finite Volumen	89
9.6	Rechnernetze	89
9.7	Instationäre Probleme und Verfahren der Zeitintegration	90
9.8	Numerische Effekte	91
9.9	Ablauf einer Modellierung	92
9.10	Pre- und Postprocessing	93
9.11	Einsatzgebiete und verbreitete Modelle	93
9.11.1	Oberflächengewässer	93
9.11.2	Grundwasser	95
9.11.3	Mehrphasenströmung	95
10	Potamologie (Flußkunde)	96
10.1	Generelle Ausprägung der Fließgewässer	97
10.1.1	Längsschnitt	97
10.1.2	Grundriß	99
10.1.3	Querschnitt	100
10.2	Zur Ausbildung von Flußkurven	100
11	Naturnaher Gewässerausbau	102
11.1	Rückblick	102
11.2	Konzepte	103
11.3	Methoden der Ufersicherung	103
11.3.1	Elemente der Ufersicherung	104
11.4	Böschungfuß und untere Böschung	104
11.4.1	Weichholzzone	109
11.4.2	Filter	113
11.5	Beispiele	117
11.5.1	Die Mümling bei Höchst (Odw.)	117
11.5.2	Der Hengsbach in Sprendlingen	118
11.5.3	Die Nidda in Frankfurt	118
11.5.4	Der Hambach in Heppenheim	119
11.5.5	Die Erf in Bayern	120
11.5.6	Ausblick	121
12	Allgemeine Einführung in das Küsteningenieurwesen	124
12.1	Küsteningenieurwesen im Grundfachbereich	124

12.2 Übersicht - Aufgaben des Küsteningenieurs	124
12.2.1 Hydrographische Einflüsse	125
12.2.2 Geotechnische und morphologische Aspekte	125
12.2.3 Konstruktive Aspekte	125
12.3 Wasserstände - Die Gezeiten	126
12.3.1 Einführung	126
12.3.2 Gezeitenentstehung	126
12.3.3 Halbmonatliche Ungleichheit - Spring-Nipp-Zyklus	127
12.3.4 Definitionen von Tideparametern	127
12.4 Wind als Einflußgröße	128
12.5 Seegang	128
12.5.1 Statistische Beschreibung des Seegangs	130
12.5.2 Wellentheorien	131
12.5.3 Flachwassereffekte	134
12.6 Küstennahe Strömungen	134
12.6.1 Einleitung	135
12.6.2 Gezeitenströmungen	136
12.7 Dichteströmungen	138
12.8 Driftströmungen	139
12.9 Bauwerke im Küstenwasserbau	139
12.9.1 Deiche	140
12.9.2 Sturmflutsperrwerke	140
12.9.3 Siele	141
12.9.4 Schöpfwerke	142
12.9.5 Wellenbrecher	142
12.9.6 Bühnen	143

Formelzeichen

Zeichen	Bedeutung	Einheit
A	Querschnittsfläche	m^2
B, b	Gerinnebreite	m
C	1. Konzentration, insbes. bei Schwebstoffen 2. Wenn überstrichen: zeitlich gemittelt	- m
C_L	lineare Konzentration	-
C_0	Referenzkonzentration	-
C'	turbulente Konzentrationsschwankung	-
D	hydraulischer Durchmesser	m
D	1. Diffusivität, molekulare/turbulente 2. Dispersionskoeffizient	m^2/s
DL	Kürzel für Drucklinie	
E	Elastizitätsziffer (Hooke) kritische Wassertiefe	N/m^2
Fr	Froudezahl	-
g	Erdbeschleunigung	m^2/s
h_{gr}	Grenzwassertiefe	m
h_v	Verlustrhöhe	m
I	Gefälle	-
I_S	Sohlgefälle	-
I_E	Energieliniengefälle	-
I_W	Wasserspiegelgefälle	-
k_{st}	Strickler Beiwert	$m^{1/3}/s$
ow	Oberwasser	
Q	Abfluß	m^3/s
$R = \frac{A}{U}$	Hydraulischer Radius	-
U	benetzter Umfang	m
uw	Unterwasser	
v	Fließgeschwindigkeit	m/s
w	Hilfsgröße	
z_w	Wassertiefe	m
Δx	Gerinnelänge	m
Δz	Wasserspiegelhöhendifferenz	m
Index F	Fluß	
Index L	Linkes Vorland	
Index R	Rechtes Vorland	

