

72017-011

Helme, Hesserode Durchgängigkeit HM16

Standort:

Fließgewässer Helme

Landkreis Nordhausen

Stadt Nordhausen, Ortsteil Hesserode

Gewässer - km 60+420

Unterlage 4.2:

**Hydraulische Berechnungen für die Helme im Bereich
des Standortes Sohlabsturz Hesserode HM 16**

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis	3
1 Vorbemerkung.....	6
2 Grundlagen der Berechnung.....	7
2.1 Berechnungsmodell	7
2.2 Hydrologische Verhältnisse	7
3 Ergebnisse der hydraulischen Berechnung.....	9
3.1 Hydraulisches Modell Ist-Zustand	9
3.2 Hydraulisches Modell Plan-Zustand	10
3.3 Vergleich der Berechnungsergebnisse	11
3.3.1 Vergleich der Wasserspiegel und Überflutungsflächen	11
3.3.2 Vergleich der Fließgeschwindigkeiten und Schubspannungen.....	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hochwasserscheitelwerte für das Bearbeitungsgebiet	8
Tabelle 2: Hydrologische Hauptwerte für das Bearbeitungsgebiet.....	8
Tabelle 3: Vergleich der Wasserspiegel im Ist- und Planzustand.....	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellgebiet der hydraulischen Berechnung	9
Abbildung 2: Modellgebiet mit Darstellung Geländehöhen.....	10
Abbildung 3: Überschwemmungsgebiet bei HQ100 im Istzustand.....	14
Abbildung 4: Überschwemmungsgebiet bei HQ100 im Planzustand.....	15

Abkürzungsverzeichnis

<u>Abkürzung</u>	<u>Erläuterung</u>
2D-Modell	Hydrnumerisches Modell zur tiefengemittelten Berechnung des Abflussgeschehens auf der Geländeoberfläche
A _E	Fläche des Einzugsgebietes
AG	Auftraggeber; Aktiengesellschaft
AN	Auftragnehmer
BHQ	Bemessungsabfluss
BHW	Bemessungshochwasser
ca.	circa, ungefähr
cm	Zentimeter
DHHN	Deutsches Haupthöhennetz (Höhensystem);
DIN	Deutsches Institut für Normung
DGM	Digitales Geländemodell;
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
e.V.	Eingetragener Verein
EU-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
FFH-Gebiet	Flora-Fauna- Habitat-Gebiet (Europäisches Schutzgebiet)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GOK	Geländeoberkante
GRP	Gewässerrahmenplan
GW	Grundwasser
GWK	Grundwasserkörper
H; h	Höhe, Wasserstand
HHQ	Höchster jemals beobachteter Abfluss
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HQ	Höchster Abfluss innerhalb eines Zeitraumes
HQ(100)	Hochwasserabfluss in m ³ /s, der statistisch einmal in 100 Jahren auftritt
HQ(T)	Hochwasserabfluss in m ³ /s, der statistisch einmal in T Jahren auftritt (T = {2, 5, 10, 20, 50, 100, 200})

<u>Abkürzung</u>	<u>Erläuterung</u>
HW(100)	Wasserstand in m für ein Hochwasser, das statistisch einmal in 100 Jahren auftritt
HWS	Hochwasserschutz
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
LAWA	Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LK	Landkreis
LP	Leistungsphase gemäß Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)
LSG	Landschaftsschutzgebiet
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde, Maßeinheit der Geschwindigkeit
m ³ /s	Kubikmeter pro Sekunde, Maßeinheit des Durchflusses
m NHN, m ü.NHN	Meter über Normalhöhennull; Angabe im Höhensystem DHHN
MHQ	Mittlerer Hochwasserabfluss
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss
MQ	Mittlerer Abfluss, Jahresmittelwert der Tagesabflüsse
MW	Mittelwasser
Natura 2000	Europäisches Schutzgebietsnetz
NNQ	Niedrigster jemals beobachteter Niedrigwasserabfluss
NQ	Niedrigster Abfluss innerhalb eines Zeitraumes
NSG	Naturschutzgebiet
NW	Niedrigwasser
OK	Oberkante (eines baulichen Objektes)
OW	Oberwasser
OWK	Oberflächenwasserkörper nach EU-WRRL
PKBW	Projektkostenbarwert
Q ₃₀	Abfluss in m ³ /s, der an 30 Tagen im Jahr unterschritten wird
Q ₃₃₀	Abfluss in m ³ /s, der an 330 Tagen im Jahr unterschritten wird
SPA-Gebiet	Special Protection Area (Europäisches Vogelschutzgebiet)

Abkürzung

Erläuterung

ThLG	Thüringer Landgesellschaft
TLBG	Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
TLUBN	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz
TLUG	(ehem.) Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
TLVermGeo	(ehem.) Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation
TLVwA	(ehem.) Thüringer Landesverwaltungsamt
UNB	Untere Naturschutzbehörde
UW	Unterwasser
UWB	Untere Wasserbehörde
WSP	Wasserspiegel

1 Vorbemerkung

Die Helme, Teil des Flussgebietes Elbe, ist laut Thüringer Wassergesetz (ThürWG) ein Gewässer 1. Ordnung und unterliegt somit der Unterhaltung durch den Freistaat Thüringen.

Die Helme im Bearbeitungsabschnitt ist Teil des Oberflächenwasserkörpers (OWK) "Obere Helme", Wasserkörper-Nr. 20030. Der OWK wird gemäß Gewässerrahmenplan nicht als erheblich veränderter Wasserkörper eingeschätzt. Es werden jedoch Defizite hinsichtlich der vorhandenen Struktur und der Durchgängigkeit festgestellt.

Für die Helme besteht u.a. ein Defizit in der ökologischen Durchgängigkeit. Ein Baustein zur Herstellung der Durchgängigkeit ist die Beseitigung von Hindernissen im Gewässer. Im Bereich des Ortsteils Hesserode der Stadt Nordhausen befindet sich ein Sohlabsturz bzw. Wehr mit fester Krone, das mit der Bezeichnung HM16 im Gewässerrahmenplan geführt wird. Dieses Bauwerk behindert die ökologische Durchgängigkeit der Helme. Eine Umgestaltung dieses Querbauwerkes mit dem Ziel der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit trägt zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes im OWK „Obere Helme“ bei.

2 Grundlagen der Berechnung

2.1 Berechnungsmodell

Als Grundlage für eine hydraulische Berechnung des Hochwasserabflusses in der Helme steht die Vermessung des Gewässerabschnittes am Bauwerk HM16 aus dem Jahr 2018 zur Verfügung. Da kein vorhandenes hydraulisches Modell für das Bearbeitungsgebiet vorlag, wurde aus den Vermessungsdaten sowie aus den Daten des DGM, das durch das TLBG bereitgestellt wird, ein zweidimensionales hydraulisches Modell der Helme für das Bearbeitungsgebiet erstellt. Das Modell wurde für den Rechenkern HYDRO_AS-2D aufgestellt. Der Ausschnitt umfasst den vermessenen Bereich zwischen den Gewässerstationen km 60+210 und km60+690. Das Wehr liegt bei Station 60+420 und damit etwa in der Mitte des Modellgebietes. Das Modell wurde zur Berechnung des Ist-Zustandes für verschiedenen HQ(T) mit HYDRO_AS-2D verwendet. Anschließend wurde der Planzustand in das Modell eingearbeitet und damit eine entsprechende HQ(T)-Berechnung durchgeführt.

2.2 Hydrologische Verhältnisse

Das Einzugsgebiet der Helme umfasst eine Fläche von ca. 1300 km². Es erstreckt sich entlang des Südharzes in West-Ost-Richtung in den Bundesländern Thüringen und Sachsen-Anhalt und sowie zu einem kleineren Teil im Oberlauf in Niedersachsen.

An der Helme werden in Thüringen 2 Pegel betrieben, von denen der Pegel Sundhausen (Einzugsgebiet 200,6 km²) als Hochwassermeldepegel arbeitet. Außerdem gibt es noch den Pegel Aumühle (Einzugsgebiet 628,0 km²).

Durch die TLUG wurde für die Helme ein hydrologischer Längsschnitt erarbeitet, der an maßgeblichen Gewässerknoten die Hochwasserscheitelwerte von HQ₂ bis HQ₁₀₀ enthält. Maßgeblich für den Vorhabenstandort ist der Querschnitt oberhalb der Einmündung des Herreder Baches.

Die hydrologischen Kennwerte sind aus dem hydrologischen Längsschnitt der TLUG vom April 2011 entnommen.

Daraus ergeben sich für den Bearbeitungsabschnitt die folgenden Scheitelabflüsse:

Tabelle 1: Hochwasserscheitelwerte für das Bearbeitungsgebiet

Knoten	AE (km ²)	HQ ₂ m ³ /s	HQ ₅ m ³ /s	HQ ₁₀ m ³ /s	HQ ₂₀ m ³ /s	HQ ₂₅ m ³ /s	HQ ₅₀ m ³ /s	HQ ₁₀₀ m ³ /s
Helme oberhalb Mündung B. a. Herreden	164,3	20,2	30,1	35,9	41,1	42,7	47,4	51,8
Pegel Sundhausen	200,6	23,2	34,6	41,3	47,3	49,1	54,5	59,6

Aus der Pegelstatistik des Pegels Sundhausen lassen sich weiterhin die für die ökologische Durchgängigkeit wesentlichen Abflusswerte entnehmen. Die wesentlichen Hauptwerte als Mittelwerte aus der Hauptzahlen des Pegels Sundhausen, Stand 2015, sind:

Tabelle 2: Hydrologische Hauptwerte für das Bearbeitungsgebiet

Knoten	AE (km ²)	NQ m ³ /s	MNQ m ³ /s	MQ m ³ /s	MHQ m ³ /s	HQ m ³ /s	Q ₃₀ m ³ /s	Q ₃₃₀ m ³ /s
Helme oberhalb Mündung B. a. Herreden	164,2	0,065	0,309	1,22	20,2	43,0	0,36	2,37
Pegel Sundhausen	200,6	0,08	0,377	1,49	24,7	52,5	0,44	2,90

Der Sohlabsturz Hesserode liegt ca. 30 m stromoberhalb der Einmündung des Baches aus Herreden in die Helme am Auslass des Teileinzugsgebiet 5648173. Das Einzugsgebiet an diesem Standort beträgt ca. 164.2 km².

Angewendet wurde ein Verfahren nach DYCK [Dyck S. und andere, Angewandte Hydrologie Teil 1, 2. Auflage, Verlag für Bauwesen Berlin 1980], in dem die direkte Proportionalität der Einzugsgebietsgrößen für die Ermittlung der HQ(T) und Hauptwerte an unbeobachteten Berechnungspunkten genutzt wird.

Dies wurde auch an der Ilm im Rahmen des Durchgängigkeitskonzeptes Ilm verwendet:

$$Q_{Wehr} = Q_{Pegel} \cdot \frac{AE_{Wehr}}{AE_{Pegel}}$$

Mit:	Q_{Wehr}	zu ermittelnder Abfluss im Maßnahmenbereich
	Q_{Pegel}	jeweiliger Abfluss am Pegel
	AE_{Wehr}	Einzugsgebietsgröße am Maßnahmenstandort
	AE_{Pegel}	Einzugsgebietsgröße am Pegel

Die Ermittlung der in Tabelle 2 aufgeführten maßgeblichen Abflusswerte am Sohlabsturz Hesserode erfolgte nach dieser Gleichung.

Aus diesen Tabellen wurden die Wert bei HQ100, HQ20, HQ5, HQ2 und MQ für die hydraulische Berechnung des Bearbeitungsabschnitts verwendet.

3 Ergebnisse der hydraulischen Berechnung

3.1 Hydraulisches Modell Ist-Zustand

Der erstellte Bereich des hydraulischen Modells ist so groß, dass das Projektgebiet mit dem Bauwerk HM16 vollständig abgedeckt wird. Der obere Modellrand liegt zwischen Kleinwechungen und Hesserode bei km 60+690. Der untere Modellrand liegt am westlichen Rand der Ortslage Hesserode km 60+210. Das Wehr liegt bei Station 60+420 und damit etwa in der Mitte des Modellgebietes. Die Modellausdehnung gewährleistet, dass die Einflüsse der Randbedingungen auf den eigentlichen Bearbeitungsabschnitt gering bleiben.



Abbildung 1: Modellgebiet der hydraulischen Berechnung

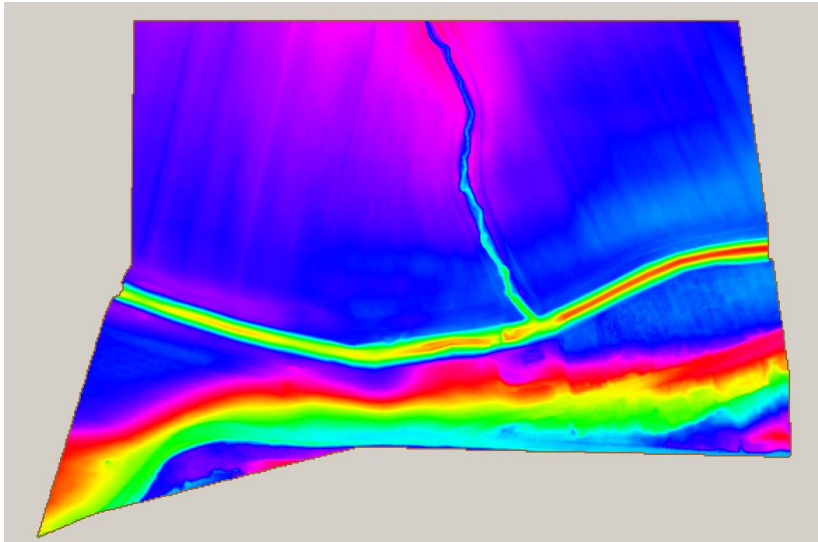


Abbildung 2: Modellgebiet mit Darstellung Geländehöhen

Die Modellzuflüsse für die obere Randbedingung wurden aus dem hydrologischen Längsschnitt der Helme entnommen. Als untere Randbedingung wurde ein Auslauf mit einem Gefälle von 2‰ definiert, der sich aus Ergebnissen einer 1D-Berechnung zur Ermittlung der Überschwemmungsgebiete der Helme ergibt. Die Rauheitsbeiwerte wurden entsprechend der Flächennutzung nach Erfahrungswerten eingeschätzt.

3.2 Hydraulisches Modell Plan-Zustand

Für den Planzustand wurden die vorgesehenen Veränderungen am Standort des Wehres HM16 in das Modell eingearbeitet.

Die Wehroberkante wurde auf das durchgehende Sohlniveau entsprechend dem Längsschnitt für die Planung abgesenkt. Die Sohle zwischen Ober- und Unterwasser des Wehres wurde angeglichen. Anschließend wurden die Berechnung für die o.g. HQ(T) durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich durch die vorgesehene Maßnahme im Hochwasserfall nur geringfügige Änderungen der Wasserspiegel im Planzustand gegenüber dem Istzustand ergeben. Die größte Abweichung tritt dabei erwartungsgemäß unmittelbar oberhalb des Wehres auf, da durch den Rückbau des Wehres der Rückstau beseitigt wird. Die Differenzen sind gering. Die Differenz ist bei HQ2 mit -0,04 m am größten, bei den anderen HQ(T) reduziert sie sich bis auf -0,02 m bei HQ100. Insgesamt tritt damit eine Absenkung der Wasserspiegel im Oberwasser des Wehres auf. Die Wirkung erstreckt sich mit einer rechnerischen Differenz von -1 cm bis zum oberen Modellrand. Unterhalb des Wehrstandortes kommt es im Bereich der Einmündung des Herreder Baches zu geringfügigen Erhöhungen des Wasserspiegels um 1 bis 2 cm. Alle diese Differenzen bewegen sich im Bereich der Modellgenauigkeit und haben

keine Auswirkungen auf Ausuferungen und auf die Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes der Helme.

Mit dem Modell wurde außer den Berechnungen für verschiedene Hochwasserabflüsse auch eine Berechnung bei mittlerem Abfluss MQ durchgeführt. Durch den Abbruch des Wehres kommt es hier zu größeren Absenkungen des Wasserspiegels im Planzustand gegenüber dem Istzustand. Die Absenkungen liegen unmittelbar oberhalb des Wehres bei -0,77 m. Bis zum oberen Modellrand reduzieren sie sich auf etwa -0,22 m. Am oberen Modellrand ist die Stauwurzel des Wehres Hesserode noch nicht erreicht. Die Wehrkrone liegt bei 184,16 mNHN, während die Gewässersohle am oberen Modellrand bei etwa 183,70 mNHN liegt. Vermessungsdaten für diesen Bereich oberhalb des Modells lagen nicht vor. Es wird eingeschätzt, dass die Reichweite sich bis ca. 100 m oberhalb des oberen Modellrandes, also etwa bis Station 60+800 erstrecken wird. Dieser gesamte Bereich der Absenkung befindet sich außerhalb von Ortslagen und Bebauungen. Negative Auswirkungen auf angrenzende Nutzungen durch die Absenkung des Wasserspiegels in der Helme sind daher nicht zu erwarten.

3.3 Vergleich der Berechnungsergebnisse

3.3.1 Vergleich der Wasserspiegel und Überflutungsflächen

Die Berechnungsergebnisse des Ist- und Planzustandes sind in der folgenden Tabelle für ausgewählte Punkte zusammengestellt.

Tabelle 3: Vergleich der Wasserspiegel im Ist- und Planzustand

	Station Helme	MQ Ist m NHN	MQ Plan m NHN	HQ2 Ist m NHN	HQ2 Plan m NHN	HQ5 Ist m NHN	HQ5 Plan m NHN	HQ20 Ist m NHN	HQ20 Plan m NHN	HQ100 Ist m NHN	HQ100 Plan m NHN	HQ100 Diff. m
Unterwasser	60+231	183,06	183,06	185,00	185,00	185,53	185,53	186,00	186,00	186,24	186,24	0,00
	60+252	183,13	183,13	185,03	185,03	185,55	185,55	186,01	186,01	186,25	186,25	0,00
	60+276	183,21	183,21	185,10	185,10	185,62	185,62	186,09	186,09	186,33	186,33	0,00
	60+299	183,27	183,28	185,16	185,16	185,69	185,69	186,15	186,15	186,39	186,39	0,00
	60+322	183,32	183,32	185,19	185,19	185,71	185,71	186,18	186,18	186,42	186,42	0,00
	60+345	183,40	183,39	185,25	185,25	185,77	185,77	186,23	186,23	186,47	186,47	0,00
	60+365	183,42	183,42	185,29	185,29	185,81	185,81	186,28	186,28	186,53	186,53	0,00
Einmündung Hesseröder Bach	60+377	183,67	183,45	185,28	185,30	185,81	185,82	186,28	186,30	186,53	186,55	0,02
	60+402	183,85	183,52	185,39	185,38	185,90	185,90	186,37	186,37	186,63	186,62	-0,01
	60+407	183,84	183,52	185,38	185,38	185,90	185,90	186,37	186,37	186,63	186,62	-0,01
	60+410	183,86	183,52	185,39	185,39	185,91	185,91	186,38	186,38	186,64	186,64	0,00
Wehr Hesserode	60+414	184,27	183,52	185,32	185,39	185,86	185,91	186,33	186,38	186,59	186,64	0,05
	60+422	184,30	183,53	185,44	185,40	185,94	185,92	186,40	186,39	186,66	186,65	-0,01
	60+432	184,31	183,53	185,45	185,41	185,95	185,93	186,42	186,40	186,67	186,65	-0,02
	60+480	184,31	183,58	185,49	185,45	186,00	185,98	186,46	186,44	186,71	186,69	-0,02
	60+505	184,31	183,79	185,52	185,48	186,03	186,00	186,48	186,47	186,73	186,72	-0,01
	60+517	184,31	183,88	185,55	185,51	186,04	186,02	186,49	186,48	186,74	186,73	-0,01

	Station Helme	MQ Ist m NHN	MQ Plan m NHN	HQ2 Ist m NHN	HQ2 Plan m NHN	HQ5 Ist m NHN	HQ5 Plan m NHN	HQ20 Ist m NHN	HQ20 Plan m NHN	HQ100 Ist m NHN	HQ100 Plan m NHN	HQ100 Diff. m
	60+542	184,32	183,94	185,58	185,55	186,07	186,06	186,53	186,52	186,78	186,77	-0,01
	60+563	184,33	184,03	185,62	185,59	186,12	186,10	186,57	186,56	186,83	186,82	-0,01
	60+579	184,33	184,07	185,68	185,65	186,17	186,15	186,62	186,61	186,87	186,87	0,00
	60+604	184,34	184,08	185,73	185,70	186,22	186,20	186,67	186,66	186,94	186,93	-0,01
	60+609	184,34	184,08	185,73	185,71	186,23	186,21	186,68	186,67	186,95	186,94	-0,01
	60+631	184,34	184,09	185,76	185,74	186,26	186,25	186,71	186,70	186,98	186,98	0,00
	60+650	184,34	184,10	185,78	185,75	186,27	186,26	186,73	186,72	187,00	187,00	0,00
	60+661	184,34	184,10	185,78	185,76	186,28	186,27	186,74	186,73	187,02	187,01	-0,01
Oberwasser	60+675	184,34	184,12	185,79	185,77	186,29	186,28	186,75	186,74	187,03	187,02	-0,01

Die Helme ufert im betrachteten Abschnitt großflächig auf der linken Seite und auch in geringerem Umfang auf der rechten Seite aus. Das Überschwemmungsgebiet hat eine Breite von ca. 100 m. Die Ausuferungen beginnen bereits oberhalb des betrachteten Gebietes. Der Einfluss des Wehres Hesserode auf den Abfluss im Hochwasserfall ist gering.

Diese Ausuferung ist sowohl im Ist- als auch im Planzustand vorhanden und wird durch die Planung nicht beeinflusst. Das wird in den beiden folgenden Abbildungen dargestellt. In der qualitativen Darstellung sind die identischen überfluteten Bereiche zu erkennen.



Abbildung 3: Überschwemmungsgebiet bei HQ100 im Istzustand



Abbildung 4: Überschwemmungsgebiet bei HQ100 im Planzustand

Eine Auswirkung auf den Hochwasserabfluss und das Überschwemmungsgebiet wird durch die Maßnahme am Wehr Hesserode an der Helme nicht hervorgerufen.

3.3.2 Vergleich der Fließgeschwindigkeiten und Schubspannungen

Zur Bewertung der Auswirkungen sind für die gleichen Punkte, an denen die Wasserspiegel abgegriffen wurden, auch die Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen aus den Ergebnissen der hydraulischen Berechnung ermittelt worden.

Die Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen verändern sich im unmittelbaren Nahbereich des Wehrstandortes geringfügig. Oberhalb des Wehres erhöhen sich die Fließgeschwindigkeiten bei HQ100 im Planzustand durch den Wegfall des Rückstaus um ca. 10% auf maximal etwa 1,5 m/s. Unmittelbar unterhalb des Wehres treten dagegen geringfügige Reduzierungen auf. Insgesamt liegen die Fließgeschwindigkeit im Gerinne zwischen ca. 1,1 und 1,6 m/s.

Die Sohlschubspannungen werden entsprechend im Planzustand bei HQ100 gegenüber dem Istzustand ebenfalls geringfügig höher. Die größten Werte liegen im Oberwasser des bisherigen Wehres bei ca. 50 N/m². Unterhalb des Wehres in Richtung Modellrand liegen die Werte im Ist- wie im Planzustand bei ca. 50 N/m². Nach den Richtwerten in DWA-M 509, Tabelle 31

wird werden damit für Schüttsteine mit Durchmessern von 63 bis 90 mm die zulässigen Schubspannungen und Fließgeschwindigkeiten eingehalten.