

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur **KS Kaskaden-Schwall** Bewirtschaftung von Kanalisationsnetzen, bei denen die in Fließrichtung verlaufenden Kanaltrassen unterhalb von anzuordnenden, schnell verfahrbaren Steuerungsanlagen in Form von Wehren, Schiebern usw. flacher verlegt werden können, ohne daß die weiterführenden Rohrdurchmesser **D** bei gleicher Ablaufleistung größer dimensioniert werden müssen, da zum Ausgleich des zu reduzierenden Sohlgefälles J_s die Aussteuerung der nutzbaren, oberhalb der Ablaufscheitel zu aktivierenden hydrostatischen Druckhöhen H_{SD} der eingestauten Kaskadenvolumen über die Steuerungsanlagen mit einem entsprechenden Druckliniengefälle J_D genutzt werden. Die weitere Optimierung der Kanalnetzbewirtschaftung durch den Einsatz von hydraulisch verfahrbaren bis zu 10 m/min schnellen Wehren {6} und Schiebersystemen {7} soll durch das vorgestellte Verfahren zur möglichen Reduzierung der Investitions- und Folgekosten wesentlich verbessert werden. Den derzeitigen Stand der Technik wird durch das nachfolgende Literaturverzeichnis wiedergegeben.

Literaturverzeichnis:**[0002]**

{1} Dohmann M., Weyand M.

Analyse und Klassifizierung lokaler Steuerungseinrichtungen in Kanalisationen RWTH Aachen 1990 Heft 117

{2} Weikopf M.

Das Mischsystem mit seinen bisherigen Unzulänglichkeiten und Trendwende zur MSR-Kaskaden und Entlastungstechnik

Korrespondenz Abwasser 7/95

{3} Weikopf M.

Die **KSE Kaskaden-, Schwall- und Entlastungstechnik** als Optimierungsmöglichkeit zukunftsorientierter Mischsysteme

Vortrag zum 5. Chinesisch - Deutschen Umweltsymposium

Guangzhou Juni 1997

{4} Weikopf M.

Kanalnetzbewirtschaftung mit der Kaskaden-, Schwall- und Entlastungstechnik Grundlagen der KSE-Technik und Prozeßsteuerung

VDI/DMA Fachtagung am 22./23.11.1999 in Langen

{5} Uecker K.J.

Tabellen zur Berechnung von Steinzeugrohren nach Prandtl-Colebrook Fachverband Steinzeugindustrie e.V.

{6} Weikopf M.

DE 36 16 418

Steuerbares Wehr zum Spülen von Kanalisationsanlagen bzw. Verfahren zur Abflußverzögerung

{7} Weikopf M.

EP 0 918 113

Schiebersystem zur kontinuierlichen Aussteuerung

[0003] Nach den bisher gängigen Verfahren zur Dimensionierung von Kanalrohren {5} geht man davon aus, die Querschnitte der Kanalisation so auszulegen, daß eine vorgegebene Wassermenge theoretisch bei Scheitelfüllung des Rohres abfließen kann. Es wird der zur Verfügung stehende Querschnitt des Rohres voll ausgenutzt, ohne daß in der Leitung Überdruck entsteht. Darüber hinaus können insbesondere nachts bei geringeren Abflüssen in Misch- und Schmutzwassersystemen, sowie in größeren Kanälen bei entsprechend reduzierten Teilfüllungen Ablagerungen und damit Geruchsbelästigungen auftreten. Anschließende Spülstöße bei entsprechend höheren Zulaufmengen aus Regenwasser, insbesondere bei Mischsystemen können den Betrieb der Kläranlage beeinträchtigen.

[0004] Die wesentlichsten Investitionskosten beim Bau von Kanalisationsnetzen werden nicht durch Lieferung und Verlegung der Rohrsysteme verursacht, sondern maßgebend sind vielmehr die aus der notwendigen Tiefenlage herzuleitenden Kostenanteile aus Aushub, Verbau, Wasserhaltung und Sonderbauwerke wie Pumpstationen, Kurvenbauwerke, Schächte usw., nebst den zugehörigen technischen Ausrüstungen. Wesentliche Problempunkte der Abwasserkanalisation sind nach wie vor der Themenbereich Sedimentation und Geruchsbelästigung mit der daraus resultierenden Schwefelwasserstoffkorrosion, denn zum Beispiel gehört eine kontinuierliche, automatisierte Belüftung von Kanalisationssystemen bisher nicht zur Regel der Technik, da diesbezügliche Investitions- und Folgekosten als nicht tragbar erscheinen. Die anfallenden Betriebskosten zur Unterhaltung der Kanalisationsnetze, sowie die Problematik von Rohr-sanierungen unter Betrieb rücken immer mehr in den Vordergrund, schon aus diesen Gründen ist es unausweichlich, die Möglichkeiten der Kanalnetzbewirtschaftung zu nutzen, damit in Zukunft der stetige Kostenanstieg bei

den Abwassergebühren wesentlich flacher verläuft.

[0005] Die vorliegende Erfindung hat es sich demnach zur Aufgabe gemacht, die KS Kaskaden-Schwall Bewirtschaftung für bestehende und geplante Kanalisationsnetze zur Reduzierung von Investitions- und Folgekosten dadurch erheblich zu reduzieren, in dem gegenüber der bisherigen Planungspraxis die notwendigen Gefälle zur gesteuerten und zeitgetakteten Ableitung von Q_{max} nicht über ein diesbezüglich notwendiges Sohlgefälle J_s umgesetzt werden, sondern dies durch ein zumindest adäquates Druckliniengefälle J_D über Steuerungsanlagen wie Wehr- und Schiebersysteme usw. im Ablaufbereich von einzustauenden Kaskadenvolumen mit den zugehörigen zu aktivierenden Wasserspiegellagen **WSP** optimaler verwirklicht wird.

[0006] Hierbei gilt als maximal zu aktivierende Druckhöhe H_{SD} die jeweilige Konstruktionsgrenze der Steuerungsanlagen, für Wehre der Hub bzw. für Schieber die maximale Höhe der WSP-Lage.

[0007] Diese Vorgehensweise hat den weiteren Vorteil, daß die Querschnitte nicht vergrößert werden müssen, weil die hydrostatische Druckhöhe H_{SD} oberhalb des Ablaufschieitels über Zufahren von Steuerungsanlagen in den vorgelegerten Kaskaden aktiviert werden können. Durch die mögliche flachere Verlegung der weiterführenden Kanaltrassen können zwischengeschaltete Pumpstationen mit entsprechend reduzierten hydrostatischen Förderhöhen h_{red} gemäß Formel [1b] dimensioniert werden. Auch kleinere Zulaufwassermengen, die über frequenzgesteuerte Pumpen z.B. nachts der nachfolgenden Kaskade zufließen, können durch zeitweises, getaktetes Zufahren der Steuerungsanlage zur Aktivierung notwendiger Wasserspiegellagen **WSP** genutzt werden, um optimale Spülwirkungen in den Ablauftrassen mit entsprechender Belüftungswirkung zu erzielen

[0008] Bei Generierung unterschiedlicher Schwallhöhen im Bereich $0 < SHD < D$ können die unterschiedlichsten Optimierungen wie Volumensverlagerungen mit qualitativen Mischprozessen, z.B. Sauerstoffeintrag bei kurzen Schwallwellen und anaerober Transport bei längeren Wellen gesteuert werden. Die serielle und parallele Aktivierung von Kaskaden im Kanalisationsnetz eröffnen neue Möglichkeiten zur qualitativen und quantitativen Bewirtschaftung mit erheblichen Einsparungen bei den Investitions- und

[0009] Folgekosten.

[0010] Die mathematischen Zusammenhänge zur Verwirklichung der Reduzierung des Sohlgefälles J_s und deren Auswirkung zur adäquaten Aktivierung des notwendigen Druckliniengefälles J_D wird durch die nachfolgenden Formelansätze verdeutlicht:

$$SE=0=-J_s \times L + h_{red} + J_{red} \times L + D + H_{SD} - Hub \quad [1]$$

[0011] Durch Umformung der Gleichung [1] erhält man die aktivierbare statische Druckhöhe über **Rohrscheitel**:

$$H_{SD} = Hub - (D + h_{red}) + \frac{J_s - J_{red}}{L} \quad [1a]$$

[0012] Durch Umformung der Gleichung [1a] erhalten wir die nutzbare Gefälledifferenz:

$$h_{red} = Hub - (D + H_{SD}) + \frac{J_s - J_{red}}{L} \quad [1b]$$

[0013] Bei Aktivierung mehrerer Kaskaden gilt weiterhin in Anlehnung an Formel [1b]

$$\sum_{SA=1}^n H_{SD(SA)} = \sum_{SA=1}^n h_{red(SA)} = \sum_{SA=1}^n (Hub(SA) - D(SA)) \quad [1c]$$

[0014] Die Grundgleichung für die Bestimmung der reduzierten **Sohldifferenz [h1]** aus Ablauf Kaskade und Sohleneinlauf Pumpstation ergibt sich wie folgt:

$$SE=0=-h_1 + D + J_D \times L - Hub \quad [2]$$

[0015] Durch Umformung der Gleichung [2] erhält man h_1

$$h_1 = J_D \times L + D - \text{Hub} \quad [2a]$$

5

[0016] Fig. 1 zeigt eine Skizze der konstruktiven baulichen Zusammenhänge bei einem

[0017] Freispiegelzulauf [8] gemäß Fließrichtung [6] zur Kaskade [16] in Verbindung mit den zugehörigen Verfahrensvariablen zur **KS Kaskaden-Schwall** Bewirtschaftung einer weiterführenden Kanaltrasse [15]. Im Sinne des Verfahrens wird die Kaskade [16] durch hochfahren einer Steuerungsanlage [30] in diesem Falle eines Wehres [33] bis zur

10

[0018] Drucklinie [4] aufgestaut. Durch schnelles Absenken des Wehres [33] kann eine programmierte Schwallwelle [25] mit einer zugehörigen Drucklinie [4] und daraus zu aktivierenden Schwallhöhe [24] erzeugt werden, die gemäß der Trassenlänge [31] eine entsprechende Schwallwellenabflachung [26] bewirkt. Erkennbar ist auch, daß eine mögliche Aktivierung der Druckhöhe [3] über den Ablaufscheitel [1] unterhalb der Steuerungsanlage [30] eine Reduzierung des Sohlgefälles [29] ermöglicht, die in Form einer Gefälledifferenz [9] dimensionstechnisch bei gleicher Ablaufleistung nicht zu einer Vergrößerung des Rohrdurchmessers [20] führen muß. Die im Tiefpunkt am Ende der flacheren Kanaltrasse [15] anzuordnende Pumpstation [18] ist somit in der Lage mit einer reduzierten Förderhöhe FH [7] den ankommenden Freispiegelzulauf [8] in eine weitere Kaskade [16] hochzupumpen.

15

[0019] Fig. 2 zeigt eine Skizze mit zwei hintereinander geschalteten Kanaltrassen [15] in die jeweils eine weitere Steuerungsanlage [30] angeordnet ist. Hierbei werden gegenüber Fig. 1 zusätzliche Kaskadenvolumen KV [17] im vorgelagerten Kanalrohr [14] der Steuerungsanlage [30] aktiviert. Die zwischengeschaltete Pumpstation [18] entspricht funktional den Gegebenheiten des letzten Satzes aus Fig. 1. Durch die zusätzliche Anordnung z.B. einer weiteren Steuerungsanlage [30] in der Kanaltrasse [15] wird verdeutlicht, daß hierdurch weitere Druckhöhen H_{SD} [3] zur Bewirtschaftung und Optimierungen im Sinne des Verfahrens für Kanalisationsnetze [13] genutzt werden können. Die zu reduzierenden Förderhöhen FH [7] für die Pumpstationen [18] sowie die vielfältig zu aktivierenden variablen Druckliniengefälle J_D [5] innerhalb der Trassenlängen [31] werden verdeutlicht.

20

[0020] Fig. 3 zeigt ein Diagramm mit der Auswertung einer Wasserstand-Abfluß-Beziehung auf der Basis der bisherigen Dimensionierungshinweise {5} nach den anerkannten Regeln der Technik im Vergleich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren.. Hierbei wird beispielhaft der Verfahrensvorteil ersichtlich, wenn z.B. das ursprüngliche Q_{max} Gefälle $J_s = 2 \text{ ‰}$ betragen hätte und man nunmehr das vorgenannte Gefälle auf $J_s = 1 \text{ ‰}$ halbiert, ist die gleiche Abflußleistung unter Beibehaltung des ursprünglichen Rohrdurchmessers D [20] von DN 1000 mit einer Erhöhung der Druckhöhe H_{SD} [3] auf 1,00 m entsprechend einem minimalen Hub_{min} von 2,00 m durch eine Steuerungsanlage [30] auszugleichen.

25

[0021] Da aber Wehre z.Z. mit bis zu 4,00 m Hub [12] produziert werden können, kann die verbleibende Druckhöhendifferenz $DHD = \text{Hub} [12] - \text{Hub}_{min} = 2,00 \text{ m}$ zu weiteren varianten Beziehungen gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren aktiviert und im Extremfall z.B. beim Sohlgefälle [29] bis in den negativen Sohlgefällebereich genutzt werden.

30

35

Aufstellung der Bezugszeichen

[0022]

40

1. Ablaufscheitel	
2. <u>Differenzhöhe Kaskade - Zulaufsohle Pumpstation:</u>	h_1
3. <u>Druckhöhe statisch über Scheitel:</u>	H_{SD}
4. Drucklinie	
5. <u>Druckliniengefälle:</u>	J_D
6. Fließrichtung	
7. <u>Förderhöhe:</u>	FH
8. Freispiegelzuläufe	
9. <u>Gefälledifferenz reduziert:</u>	h_{red}
10. <u>Höhe WSP-Lage:</u>	
11. <u>Höhendifferenz für J_D:</u>	H_{DJ}
12. <u>Hub gilt für Wehre:</u>	Hub
13. Kanalisationsnetz	
14. Kanalrohren	
15. Kanaltrasse	

45

50

55

(fortgesetzt)

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

16. Kaskade	
17. Kaskadenvolumen:	KV
18. Pumpstation	
19. Querschnitt	
20. <u>Rohrdurchmesser:</u>	D
21. <u>Rohrgefälle reduziert:</u>	J_{red}
22. Scheitelfüllung	
23. Schieber	
24. <u>Schwallhöhen:</u>	SH
25. Schwallwelle	
26. <u>Schwallwellenabflachung:</u>	SWA
27. <u>Sohldifferenz der Kaskade:</u>	h_0
28. Sohleneinlauf	
29. <u>Sohlgefälle:</u>	J_s
30. Steuerungsanlage	
31. <u>Trassenlänge:</u>	L
32. <u>Wasserspiegellage:</u>	WSP
33. Wehr	

Patentansprüche

1. Verfahren zur **KS Kaskaden-Schwall** Bewirtschaftung von Kanalisationsnetzen [13], bei denen die in Fließrichtung [6] verlaufenden Kanaltrassen [15] unterhalb von anzuordnenden, schnell verfahrbaren Steuerungsanlagen [30] in Form von Wehren, Schiebern usw. flacher verlegt werden können, ohne daß die weiterführenden Rohrdurchmesser **D** [20] bei gleicher Ablauleistung größer dimensioniert werden müssen, da zum Ausgleich des zu reduzierenden Sohlgefälles J_s [29] die Aussteuerung der nutzbaren, oberhalb der Ablaufschartel [1] zu aktivierenden variablen hydrostatischen Druckhöhen H_{SD} [3] der eingestauten Kaskadenvolumen **KV** [17] über die Steuerungsanlagen [30] mit einem entsprechenden Druckliniengefälle J_D [5] genutzt werden.
2. Verfahren zur **KS** Bewirtschaftung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzielung eines Q_{max} Schwalles bei flacher verlegten Kanaltrasse [15], die zugehörige hydrostatische Nutzung des Kaskadenvolumens **KV** [17] durch zeitgetaktetes Zufahren der vorgelagerten Steuerungsanlage [30] erfolgt, damit auch unterschiedliche Zulaufmengen aus Freispiegelzuläufen [8] bzw. Förderleistungen der Pumpen innerhalb der Pumpstationen [18] zur notwendigen Aktivierung der hydrostatischen Drucklinie [4] in der Kaskade [16] beitragen können.
3. Verfahren zur **KS** Bewirtschaftung nach Anspruch 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die flacher verlegte Kanaltrasse [15] je nach Notwendigkeit durch programmiertes Öffnen der Steuerungsanlage [30] zur Aktivierung unterschiedlicher Schwallhöhen **SH** [24] in Teil- bis Vollfüllung zur Optimierung der Kanalnetzbelüftung beiträgt und weiterhin auch hierdurch eine permanent zu automatisierende Kanalreinigung zu erzielen ist.
4. Verfahren zur **KS** Bewirtschaftung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** je nach Bedarf weitere Steuerungsanlagen [30] in der weiterführenden Kanaltrasse [15] angeordnet werden können, damit das Kaskadenvolumen **KV** [17] im vorgelagerten Kanalisationsnetz [13] in Abhängigkeit der wiederholt nutzbaren Druckhöhen H_{SD} [3] zu weiteren steuerungstechnischen Optimierungen z.B. von Schwallaktivierungen, Luftwechsel usw. genutzt werden können.
5. Verfahren zur **KS** Bewirtschaftung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** weitere hintereinander geschaltete Pumpstationen [18] am Ende der flacher verlegter Kanaltrassen [15] mit entsprechend geringeren hydrostatischen Förderhöhen **FH** [7] gemäß zugehöriger Druckhöhe H_{SD} [3] aus Formel [1b] geplant und ausgebaut werden können.
6. Verfahren zur **KS** Bewirtschaftung nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch die Generierung wechselnder Schwallhöhen [24] im Bereich $0 < SHD > D$ die unterschiedlichsten Optimierungen wie Volumensver-

EP 1 279 774 A1

lagerungen mit qualitativen bzw. quantitativen Mischprozessen, z.B. Sauerstoffeintrag bei kurzen Schwallwellen und anaerober Transport bei längeren Wellen, sowie insbesondere parallele zeitversetzte Aktivierung von Kaskadenvolumen **KV [17]** zum Aufmischen und Mittelwertbildung unterschiedlicher Schmutzfrachten unmittelbar unterhalb der Zusammenführungen von Kanaltrassen **[15]** ermöglicht werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

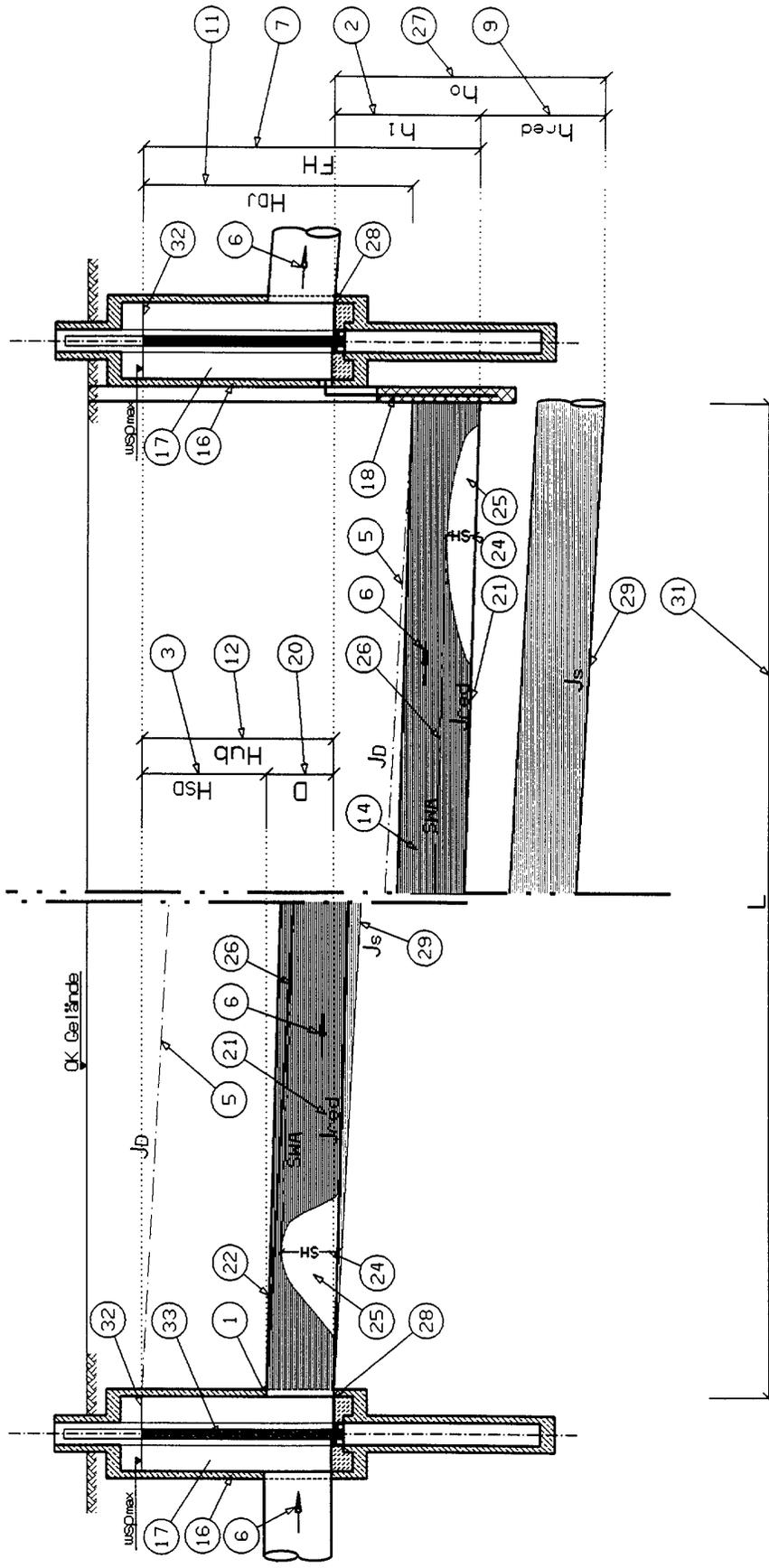


Fig.1

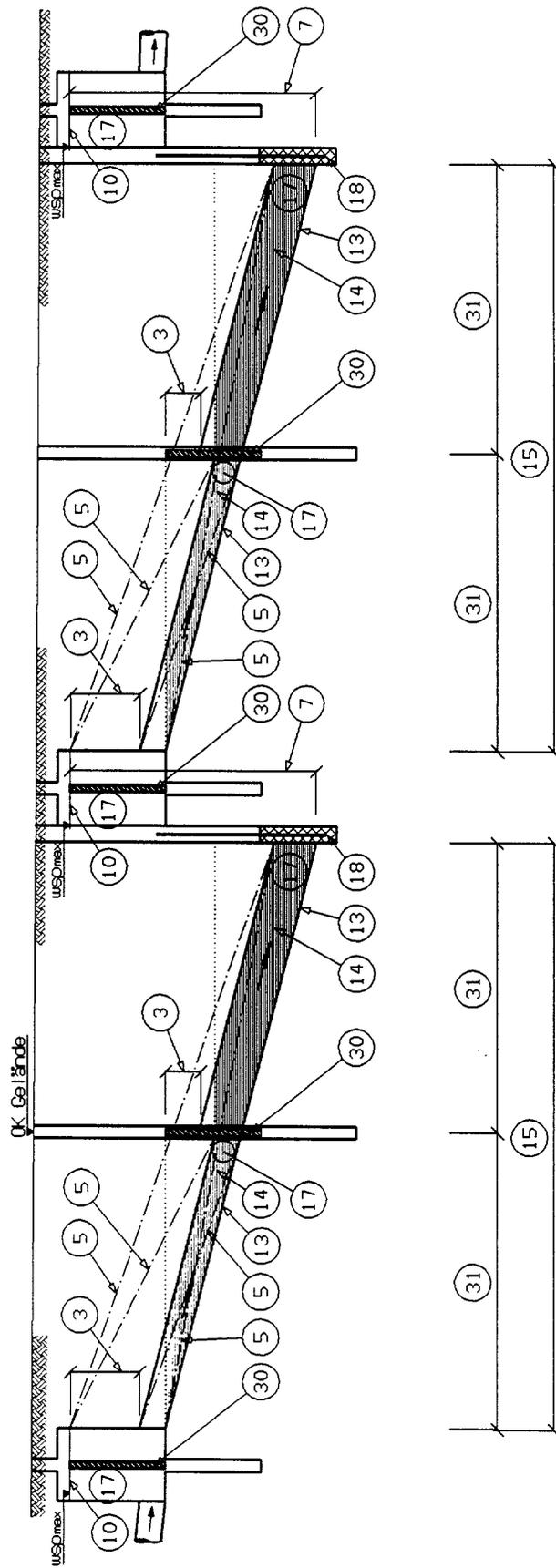


Fig.2

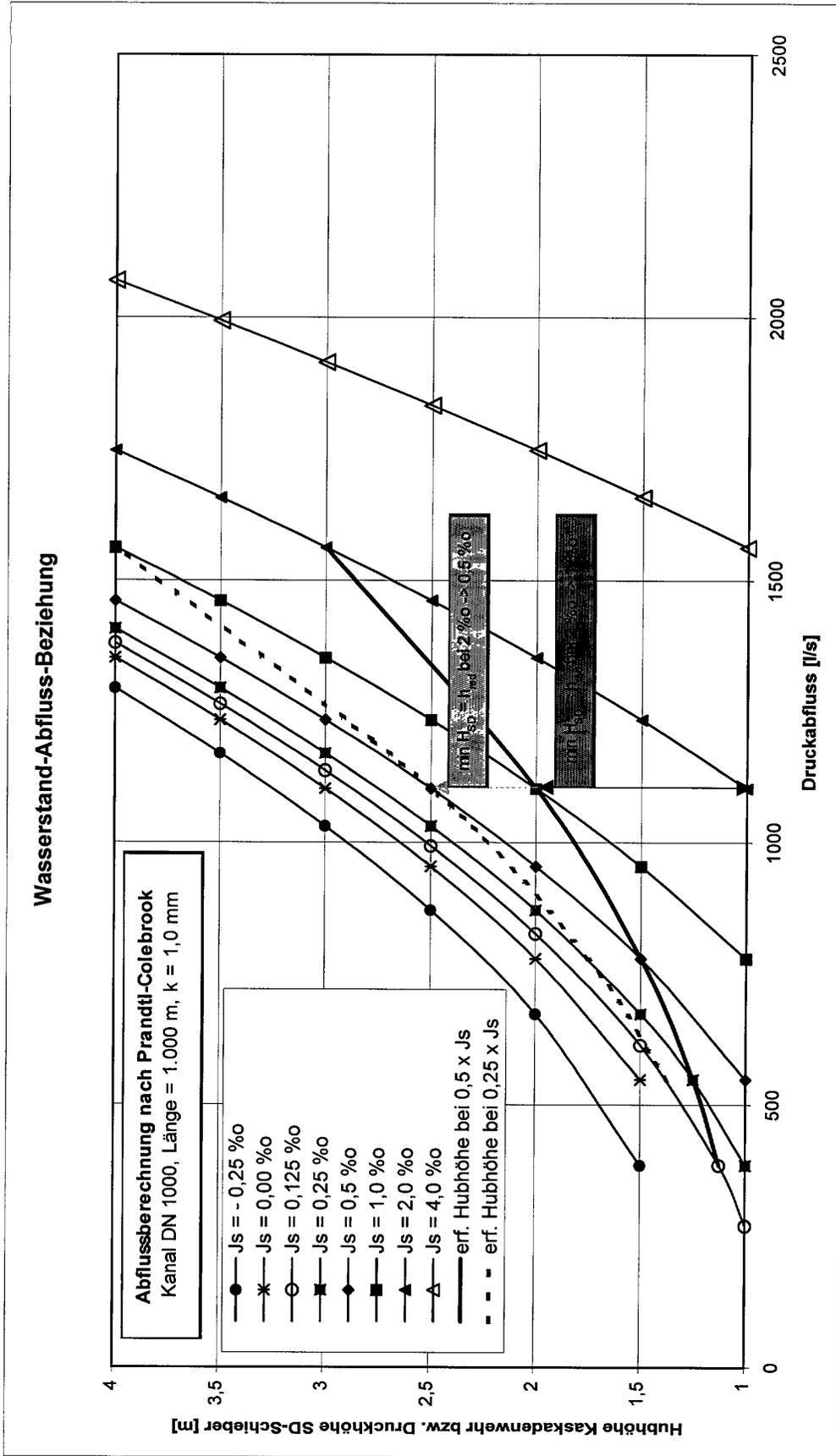


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 8077

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 299 03 265 U (LIEBAU LOTHAR) 10. Juni 1999 (1999-06-10) * das ganze Dokument *	1-6	E03F9/00 E03F3/02
E	EP 1 132 533 A (LIEBAU LOTHAR) 12. September 2001 (2001-09-12) * das ganze Dokument *	1-6	
A	EP 0 658 657 A (STEINHARDT LOTHAR) 21. Juni 1995 (1995-06-21) * Zusammenfassung; Anspruch 7 *	2,3	
A	DAUER L: "STEINKA - STUFENENTWASSERUNG MIT EINFACHEM KANALBAU EIN KOSTENGUNSTIGES ENTWURFSKONZEPT FÜR SCHMUTZWASSERENTSORGUNGS- NETZE IM LANDLICHEN BEREICH UND IM AUSSENBEREICH VON STÄDTEN" KORRESPONDENZ ABWASSER, ABWASSERTECHNISCHE VEREINIGUNG, ST. AUGUSTIN, DE, Bd. 41, Nr. 12, 1. Dezember 1994 (1994-12-01), Seiten 2196-2201, XP000482352 ISSN: 0341-1540 * Seite 2197, linke Spalte, Zeile 31 - Zeile 42 *	5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			E03F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	20. Dezember 2001	De Coene, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPC FORM 1503 03.82 (PCAC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 8077

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 29903265	U	10-06-1999	DE	29903265 U1	10-06-1999
EP 1132533	A	12-09-2001	DE	10010836 A1	27-09-2001
			EP	1132533 A2	12-09-2001
EP 0658657	A	21-06-1995	DE	4342612 A1	22-06-1995
			CA	2137874 A1	15-06-1995
			EP	0658657 A2	21-06-1995

EPO FORM P/461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82