

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91 (1973)
Heft: 39

Artikel: Arnold Hörler als entscheidender Förderer des Kanalisationswesens
Autor: Heierli, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72006>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Arnold Hörler als entscheidender Förderer des Kanalisationswesens

Von R. Heierli, Zürich

DK 628.2:92

Wahrscheinlich fordert der Verfasser mit der Überschrift zu diesem Aufsatze den Widerspruch seines Freunden Hörler heraus, der seine Verdienste nicht gerne in der Öffentlichkeit herausgestellt sieht. Die Gelegenheit soll jedoch benutzt werden, um auch dem Nichtspezialisten darzulegen, dass die Kanalisationstechnik unserer Zeit von Prof. Dr. h. c. Arnold Hörler wesentlich beeinflusst worden ist. Viele grundlegende Erkenntnisse, die uns heute

selbstverständlich sind, gehen auf seine Arbeiten zurück. Vor allem ist es sein Verdienst, in das von den meisten Ingenieuren früher recht primitiv behandelte Kanalisationswesen systematisches Denken gebracht zu haben. Im folgenden sollen für denjenigen, der sich nicht häufig mit abwassertechnischen Fragen zu befassen hat, die wichtigsten Aspekte der heutigen Kanalisationstechnik in der Schweiz umschrieben werden.

1. Einige allgemeine Gesichtspunkte

Der Gewässerschutz ist wohl der Teil des Umweltschutzes, bei dem die Aufgabe am konkretesten formuliert werden kann. Die Gewässer sollen in einen möglichst natürlichen Zustand versetzt werden. Jedenfalls sollen die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der Gewässer die wichtigsten Nutzungen ermöglichen. Dazu gehört etwa die Wasserversorgung oder die Erholung an Bächen, Flüssen und Seen. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, dürfen Fremdstoffe nur in einer beschränkten Menge in die Gewässer eingeleitet werden. Das hat zur Folge, dass das Abwasser in komplizierten Reinigungsanlagen behandelt werden muss.

Die Reinigungstechniken werden nun ständig anspruchsvoller. Glaubte man vor Jahrzehnten noch, an den leistungsfähigen Vorflutern mit einfachen Absetzanlagen auszukommen, so ist zumindest in unserem Lande seit etwa 20 Jahren die Erkenntnis Allgemeingut, dass das Abwasser überall biologisch behandelt werden muss. In Zukunft wird der Anteil an schwer abbaubaren organischen Verbindungen im Abwasser, aber auch die Abwassermenge selbst weiter zunehmen. Die biologische Reinigung genügt deshalb auf lange Sicht nicht, um die Restfrachten an Verunreinigungen soweit zu reduzieren, dass der gewünschte Zustand in unseren Gewässern eingehalten wird. Die sogenannte weitergehende Abwasserreinigung, häufig auch als dritte Reinigungsstufe bezeichnet, wird sich dieser Restverunreinigung annehmen müssen. Das bedingt weitere, technisch mit Sicherheit nicht einfache Reinigungseinrichtungen.

Die Reinigung hat in möglichst grossen Kläranlagen zu geschehen. Nur dort ist es technisch sinnvoll, anspruchsvolle Einrichtungen zu erstellen und zu betreiben, nur so können die Werke mit einem vertretbaren Aufwand gebaut und betrieben werden. Dies hat nun zur Folge, dass die Kanalisationen außerordentlich wichtige Bestandteile der Abwassersanierung werden. Es sind ausgedehnte Netze zu erstellen, die auch ausserhalb der grossen Städte das Abwasser der Siedlungsgebiete ganzer Regionen zu Grossanlagen leiten. Solche Abwasserregionen abzugrenzen ist nicht einfach. Hörler hat in seinen Arbeiten Grundlagen für eine objektive Beurteilung geliefert. Durch seine Gutachtertätigkeit ist er zudem an vielen Orten am Zustandekommen von Abwasserregionen beteiligt [1].

Von den gesamten Baukosten der Abwassersanierung müssen etwa drei Viertel bis vier Fünftel für den Bau von Kanalisationen aufgewendet werden. Die Kosten von Kanalisationen wachsen einerseits mit zunehmender Tiefenlage der Leitung und andererseits mit grösser werdender hydraulischer Kapazität. Die zweckmässige Disposition des Netzes und Bemessung der Kanäle ist also volkswirtschaftlich ein Problem erster Ordnung.

2. Das generelle Kanalisationsprojekt

Lange bevor die Planung zu einem in der Fachwelt wichtigen Begriff wurde, hat es bereits das generelle Kanalisationsprojekt gegeben. Es ist Planung im eigentlichsten Sinne des Wortes, weil es das Gesamtkonzept einer nach und nach auszubauenden, umfangreichen technischen Anlage darstellt, welche in jedem Zeitpunkt funktionsfähig sein muss. Die wichtig-

sten Teile des Entwässerungsnetzes eines Siedlungsgebietes müssen sofort erstellt werden. Sie sind so zu disponieren, dass die Weiterentwicklung möglich ist, ohne dass man jetzt bereits untragbare Kosten in Kauf nehmen muss.

Die Bedeutung des generellen Kanalisationsprojektes ist so gross, dass im eidgenössischen Gewässerschutzgesetz unter dem Titel «Grundsätze der Abwassersanierung» (Art. 17) die Aufstellung genereller Kanalisationsprojekte vorgeschrieben wird. Die Allgemeine Gewässerschutzverordnung baut ihre wichtigsten Bestimmungen auf dem generellen Kanalisationsprojekt (GKP) auf. Das GKP ist damit der erste, auf Bundesebene verbindlich vorgesehene Teilplan. Es kann verstanden werden als Bestandteil des Versorgungsplanes, in welchem außer der Abwasserbeseitigung die Wasserversorgung, die Abfallbeseitigung, die Versorgung mit Energie und mit Nachrichten (Telefon, Fernsehen usw.) zu regeln ist.

Die praktische Notwendigkeit hat schon vor langer Zeit zur Aufstellung von Richtlinien über generelle Kanalisationsprojekte geführt. Hörler hat dazu einen wesentlichen Anteil beigeleistet. Das gilt übrigens ganz allgemein für die Richtlinien des Verbandes schweizerischer Abwasserfachleute [2].

Im generellen Kanalisationsprojekt ist die Frage nach dem Standort der Kläranlage zu beantworten, was Zusammenschlussstudien im früher erwähnten Sinne voraussetzt. Sodann ist das Entwässerungsverfahren festzulegen. Die Vor- und Nachteile des Trennverfahrens und des Mischverfahrens müssen für verschiedene Teileinzugsgebiete eines Kanalisationsrayons abgewogen werden. Massgebende Grundlage dafür ist Hörlers Publikation «Probleme bei der Planung von Abwasseranlagen» [3]. Gewässerschutztechnische, praktische und wirtschaftliche Gesichtspunkte haben den Ausschlag gegeben, dass in der Schweiz weit überwiegend das Mischverfahren angewendet wird. Dabei wird Schmutzwasser und Regenwasser in einer gemeinsamen Rohrleitung abgeführt. Es hätte allerdings wenig Sinn, bei stärkerem Regen die gesamte Mischwassermenge bis zur Kläranlage zu führen, denn sie macht unter Umständen mehr als das hundertfache des Trockenwetterabflusses aus und könnte in der Kläranlage doch nicht behandelt werden. Es werden deshalb an geeigneten Orten Regenüberläufe angeordnet. Sie stellen eine Belastung der Vorfluter dar. Die Entlastungsverhältnisse sind deshalb eingehend zu überprüfen. Wir verdanken Hörler die grundlegenden Einsichten in die Zusammenhänge [4] [5].

Es war früher üblich, die Entlastungsverhältnisse als Vielfache der Trockenwettermenge anzugeben. Aufgrund der erwähnten Arbeiten Hörlers hat es sich in der Schweiz durchgesetzt und ist auch im Ausland vielerorts gebräuchlich geworden, eine sogenannte kritische Regenintensität festzulegen, von welcher an die Regenüberläufe in Funktion treten dürfen. So werden Regenüberläufe ohne besondere Reinigungseinrichtungen auch an leistungsfähigen Vorflutern nur erstellt, wenn mindestens die einer Regenintensität von 15 l/s ha entsprechende Wassermenge weitergeleitet werden kann. Aber auch diese Wassermenge kann in den normalen Reinigungseinrichtungen einer Kläranlage nicht behandelt werden. Sie ist deshalb vor der Klär-

anlage oder bereits im Netz noch weiter zu reduzieren. Die in den Vorfluter abzuleitenden Mischwassermengen müssen dann aber behandelt werden, wobei für die Bemessung der Regenbecken auch wieder die kritische Regenintensität herangezogen wird. Als minimale, wo immer möglich wesentlich zu überschreitende Grösse der Regenbecken wird eine Aufenthaltszeit von 10 Minuten bei einer Wassermenge entsprechend 15 l/s ha Regenintensität angenommen.

Die Anforderungen an Regenwassereinleitungen werden in Zukunft noch verschärft werden müssen. Regenbecken dienen nicht nur der Klärung des in die Vorfluter einzuleitenden Wassers und damit der Reduktion von Stoffen, welche Schlammablagerungen zur Folge haben können, sondern auch der Retention. Es ist auf diese Weise möglich, grössere zusätzliche Anteile des Mischwassers nach Abklingen des Regens zur Kläranlage fliessen zu lassen. Diese Abflussverzögerung hat nicht nur gewässerschutztechnische Vorteile, sondern ist vom allgemein wasserwirtschaftlichen Standpunkt aus sehr zu begrüssen. Sie wird in Zukunft noch stark an Bedeutung gewinnen, wenn nicht unsere offenen Wasserläufe mit untragbaren Kosten zu riesigen Kanälen ausgebaut werden sollen.

Die Gestaltung der Kanalisationsnetze im GKP ist eine schwierige Aufgabe. Vorhandene Leitungen sind einzubeziehen, die hintereinanderfolgenden Phasen des Ausbaues sind zu berücksichtigen, wobei in bezug auf die Entwicklung der Siedlungen grosse Unsicherheiten bestehen. Mit vielen Gutachten über generelle Kanalisationsprojekte hat Hörler auch in dieser Hinsicht zur Vertiefung der Erkenntnisse beigetragen.

3. Berechnung der Regenwassermengen

Die Regenwasserabflüsse sind für die hydraulische Bemessung der Kanalisationen meist massgebend. Es stellt sich daher die Frage, wie diese Menge zu berechnen sei. Das wichtigste Problem ist dabei die Bestimmung der Regenintensität. Die Regenintensität liegt um so höher, je kürzer das betrachtete Regenereignis ist und je weniger häufig es auftritt. Hörler hat, zum Teil zusammen mit Rhein, die Beobachtungen der Starkregenfälle in der Schweiz ausgewertet [6]. Seither werden die Wassermengen überall auf dieser Grundlage ermittelt. Nach ausserordentlich aufwendigen und zum Teil komplizierten Auswertearbeiten hat sich die einfache Formel

$$r = \frac{K}{T + B}$$

ergeben. Dabei bedeuten:

r die Regenintensität in l/s ha

T die Regendauer in Minuten

$K = G(B + 15)$ hz; hierin sind:

G die sogenannte Grundzahl in l/s ha, das heisst die Intensität eines Regens von 15 Minuten Dauer, die alle Jahre im Durchschnitt einmal erreicht oder überschritten wird

B eine Ortskonstante in Minuten

$h_z = 1 + C \log z$, was eine Näherungsformel für den sogenannten Häufigkeitsfaktor darstellt, der für alle praktisch vorkommenden Gefälle genügend genau ist, worin bedeuten:

C eine weitere Ortskonstante

z die Anzahl Jahre, innerhalb derer das betrachtete Regenereignis einmal erreicht oder überschritten wird.

Die Grundwerte G , B und C sind in den erwähnten Veröffentlichung für 16 verschiedene Orte der Schweiz und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft angegeben. Für das schweizerische Mittelland variieren sie nicht stark und betragen beispielsweise für Zürich

$$G = 132 \text{ l/s ha}, \quad B = 8 \text{ Minuten}, \quad C = 0,75.$$

Hat man einmal die Regenintensitätskurven festgelegt, wo bei der Wert z frei wählbar bleibt – er wird in der Schweiz normalerweise zu 10 Jahren angenommen – so lässt sich nach der sogenannten Grundgleichung des Regenwasserabflusses

$$Q = r \psi_s F$$

die Regenwassermenge bestimmen. Darin bedeuten:

Q die Regenwassermenge in l/s

r die Regenintensität in l/s ha

ψ_s der Abflussbeiwert, der zwischen 0 und 1 liegt

F die Fläche des Einzugsgebietes in ha

Für die Regenintensität r ist aus der Regenintensitätskurve derjenige Wert herauszulesen, dessen Regendauer der Anlaufzeit und Fliesszeit zusammen entspricht. Diese Regel gilt allerdings nur bei annähernd rechteckigen Einzugsgebieten mit einigermassen gleichmässigem Abflussbeiwert und mehr oder weniger einheitlichem Gefälle. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, so muss das betrachtete Gebiet aufgeteilt werden. Die grösste, das heisst massgebende Menge ist dann unter Umständen durch ein kleineres Teilgebiet bedingt.

4. Hydraulische Probleme bei Kanalisationen

Kanalisationen sind hydraulisch meistens Freispiegelgerinne, häufig mit rundem Querschnitt. Ein Einstau über den Kanalscheitel, also der Betrieb unter Druck ist in der Regel, aber nicht immer, unzulässig. Dabei ist die Möglichkeit und die allfällige schädliche Auswirkung von Rückstau in seitlich einmündende Kanäle, in Hausanschlussleitungen sowie in Unterführungen zu prüfen. Nun erfolgt die hydraulische Berechnung meist aufgrund des Normalabflusses etwa nach der Stricklerschen Fliessformel oder nach derjenigen von Colebrook-White. Eine solche Berechnungsart ist aber nicht immer zulässig, vor allem bei Sonderbauwerken und bei Gefällswechseln. Es sind schon verschiedentlich Schäden aufgetreten, weil diese Besonderheiten, etwa beim Übergang von einer flachen zu einer steilen Kanalisationsstrecke, nicht beachtet wurden. Es ist das Verdienst Hörlers, auf solche Umstände hingewiesen und praktisch brauchbare Methoden für eine zutreffende Berechnung angegeben zu haben. Grundlegende Publikation dazu ist «Gefällswechsel in der Kanalisationstechnik bei Kreisprofilen» in der Schweizerischen Zeitschrift für Hydrologie 1967 [7].

Eine besondere Schwierigkeit bildet die hydraulische Berechnung im Bereich von Regenüberläufen. Wie meistens in der Abwassertechnik genügt es nicht, die normale Hydraulik anzuwenden. Die Gefahr von Ablagerungen, die extremen Unterschiede in den Wassermengen, die weiträumige Verteilung der Bauwerke sind Gegebenheiten, die die technische Gestaltung stark beeinflussen. Dadurch, dass Hörler nicht nur ein Hydrauliker, sondern auch ein Praktiker des Abwasserwesens ist, führten seine Vorschläge jeweils zu wirklich brauchbaren technischen Lösungen [8].

Bei allen erwähnten Arbeiten werden nicht nur Probleme aufgezeigt und ungefähre Lösungsvorschläge gebracht. Vielmehr sind die Methoden immer praktisch durchführbar, meistens verdeutlicht durch die Darstellung von Beispielen. Eine Zusammenfassung der Erkenntnisse bezüglich der Kanalisation stellt der Beitrag «Kanalisation» im Ingenieur-Handbuch 1966, Band II, dar [9]. Dieses Werk, von dem ein Sonderdruck – übrigens auch in französischer Übersetzung – bei den Fachleuten eine weite Verbreitung gefunden hat, ist heute die wohl beste Grundlage für alle Berechnungen, die in der Kanalisationstechnik durchgeführt werden.

Literatur

- [1] Wegleitung für den abwassertechnischen Zusammenschluss von Gemeinden. Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (VSA)
- [2] Richtlinien über den Umfang und die Honorierung genereller Kana-

- lisationsprojekte. Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (VSA)
- [3] Hörler, A.: Probleme bei der Planung von Abwasseranlagen. «Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie», Vol. XIX, Fasc. 1 (1957).
- [4] Hörler, A.: Die Wirkung der Regenausträume. «Schweiz. Bauzeitung» 118 (1941), H. 20, S. 229 – 234.
- [5] Hörler, A.: Regenausträume. «Verbandsbericht VSA» Nr. 85/1 (1965)
- [6] Hörler, A. und Rhein H. R.: Die Intensitäten der Starkregen in der Schweiz. «Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie», Vol. XXIV, Fasc. 2 (1962).

- [7] Hörler, A.: Gefällswechsel in der Kanalisationstechnik bei Kreisprofilen. «Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie», Vol. 29, Fasc. 2 (1967).
- [8] Hörler, A.: Hydraulische Probleme bei Kanalisationsbauten. «Verbandsbericht VSA» Nr. 22/2 (1951).
- [9] Hörler, A.: Kanalisation. Ingenieur-Handbuch, Band II (1966), Schweiz. Verlagshaus AG, Zürich.

Adresse des Verfassers: Prof. R. Heierli, Culmannstr. 56, 8006 Zürich

Untersuchungen über die Eignung des Mikrosiebes zur Entnahme suspendierter Stoffe aus den Abläufen biologischer Kläranlagen

Von Baldefrid Hanisch, Stuttgart

DK 628.356

1. Aufgabe

Bei der biologischen Abwasserreinigung wird gelöste organische Substanz oxydiert oder in suspendierte Bakterienmasse eingebaut, die in Form absetzbarer Flocken vom abfließenden Wasser getrennt wird, mit einem Restanteil aber noch in diesem verbleibt. Ist die biologische Anlage nach den in der Schweiz und in der Bundesrepublik üblichen Regeln bemessen und belastet, so verteilt sich der im Ablauf noch vorhandene organische Kohlenstoff normalerweise etwa je zur Hälfte auf gelöste Verbindungen und suspendierte Bestandteile. Wird durch herabgesetzte Belastung des biologischen Systems die Oxydation des Abwassers jedoch weitergeführt, so kann der auf die nicht absetzbaren Suspensa entfallende Anteil des organischen Kohlenstoffes im Anlagenablauf mehr als 80% ausmachen. Die Behandlung des Abwassers mit chemischen Fällmitteln führt durch Entstabilisierung von Kolloiden ebenfalls zur Bildung von flockigen Teilchen, die durch Sedimentation nicht restlos zurückgehalten werden können. Die Entfernung suspendierter Bestandteile aus dem Ablauf biologischer, gegebenenfalls auch chemischer Anlagen ist infolgedessen ein wesentliches Problem bei

den Bemühungen um die weitergehende Reinigung des Abwassers.

Veranlasst durch hohe Anforderungen an die Qualität der Kläranlagenabläufe, sind englische Abwasserfachleute bereits vor über 20 Jahren dazu übergegangen, zur Ausscheidung von suspendierten Flockenbestandteilen Mikrosiebe und Schnellsandfilter anzuwenden. Inzwischen sind diese aus der Trinkwasseraufbereitungstechnik seit langem bekannten Verfahrenssysteme entsprechend den besonderen Bedingungen der Abwasserbehandlung weiterentwickelt und in einer Reihe von Anlagen mit Erfolg eingesetzt worden.

2. Aufbau und Arbeitsweise des Mikrosiebes

Das Mikrosieb, heute auch allgemein unter der englischen Bezeichnung «Microstrainer» bekannt, ist eine in der Durchflusskammer horizontal angeordnete, langsam rotierende Trommel, die als käfigartiges Gerüst konstruiert und mit dem sehr feinen Siebgewebe bespannt ist (Bild 1). Das bisher in Kläranlagen verwendete Gewebe wird aus dünnen Edelstahldrähten in Tressenbindung mit den Maschenweiten 23 µm oder 35 µm hergestellt. Die Siebtrommel dreht sich mit einer Umgangsgeschwindigkeit bis zu etwa 30 m/min und wird von innen nach außen durchflossen. Die auf der inneren Sieboberfläche zurückgehaltenen Suspensa verfilzen dabei zu einer Filterschicht, von der auch Teilchen festgehalten werden, die wesentlich kleiner als die Öffnungen des Siebgewebes sind. Es handelt sich also mehr um eine Filterwirkung als nur um eine Siebung. Mit Hilfe einer Reihe von Spritzdüsen, die über der Siebtrommel entlang der Scheitellinie angebracht sind, wird das vom Sieb ausgeschiedene Schwebstoffmaterial ständig in eine Rinne gespült, die das Schmutzwasser nach außen ableitet, wo es dann zur Vorklärung rückgeführt wird. Als Spritzwasser werden etwa 5% des gereinigten Siebablaufs benötigt. Eine Verschleimung des Siebgewebes durch die in biologisch gereinigten Abläufen enthaltenen Zoogloea-Bakterien wird durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht verhindert. Die Siebtrommel ist annähernd zur Hälfte in das Abwasser eingetaucht. Die Differenz zwischen dem inneren und äusseren Wasserspiegel (= Siebwiderstand) entspricht dabei dem Druckhöhenverlust beim Durchfluss durch das Sieb. Sie beträgt in der Regel 10 bis 15 cm. Überschreitet sie ihren Grenzwert, so bricht die zurückgehaltene Schwebstoffschicht durch das Siebgewebe, und die Siebwirkung sinkt stark ab. In neuzeitlichen Anlagen wird die Wasserspiegeldifferenz auf den optimalen, durch Betriebserfahrung gefundenen Wert eingestellt und mit Hilfe einer pneumatisch wirkenden, selbsttätigen Regelung die Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel auf den in Menge und Beschaffenheit schwankenden Zulauf eingesteuert.

Tabelle 1. Erhältliche Trommelgrößen für Mikrosiebe

Trommelabmessungen		Motorleistung PS
Durchmesser m	Länge m	
1,50	0,90	0,75
2,25	1,50	2,0
3,00	3,00	5,0
3,00	4,50	7,5

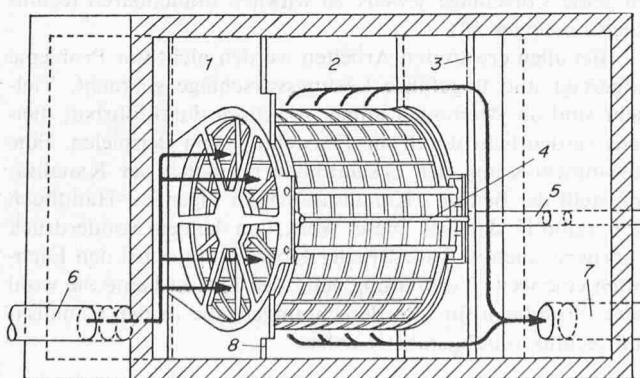


Bild 1. Durchflussschema einer Microstraineranlage (perspektivische Draufsicht), 1 Einlaufkammer, 2 Filterwasserkammer, 3 Ablaufwehr, 4 Spülwasserzulauf, 5 Spülwasserablauf, 6 Zulauf, 7 Ablauf, 8 Notüberfall