

Rohrechengutanfall und Rechengutentsorgungswege in Deutschland

Wolfgang Branner (Berching)

Zusammenfassung

Erstmals nach 1985 wurden die in Deutschland anfallenden Mengen an Rechengut und deren Entsorgungswege wieder umfassend untersucht. Hierzu wurde an der Hochschule Amberg-Weiden ein Berechnungstool entwickelt, mit dessen Hilfe aufgrund einfach verfügbarer Klärwerksdaten auf den Rohrechengutanfall zurückgeschlossen werden kann. Zur weiteren Verifizierung des Berechnungstools wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KEK-11.1 „Abfälle aus öffentlichen Abwasseranlagen, ausgenommen Klärschlamm“ eine stichpunktartige Datenerhebung von ca. 50 großen deutschen Kläranlagen gestartet. Die Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Schlagwörter: Abfall, Rechengut, Anfall, Entsorgung, Menge, Rechen, Verbrennung, Heizwert, biologische Behandlung

DOI: 10.3242/kae2013.04.004

Abstract

Amount of and Disposal Paths for Raw Screenings in Germany

For the first time since 1985, a comprehensive study of the amount of screenings produced in Germany and their disposal paths was carried out. At Amberg-Weiden University of Applied Sciences a calculation tool was developed, which relies on readily available data from wastewater treatment plants to calculate the amount of raw screenings that is produced. To further verify the calculation tool, DWA working group AK-11.1 "Waste from public sewerage works other than sewage sludge" carried out a data survey of some 50 large German sewerage works on a sample basis. The results are presented and discussed in this paper.

Key words: waste, screenings, amounts produced, disposal, volume, screen, incineration, calorific value, biological treatment

1 Veranlassung

Die letzte gesicherte Ermittlung der Rohrechengutmenge wurde durch Seyfried et. al. im Jahre 1985 [1] durchgeführt. Seyfrieds Arbeiten stützten sich dabei auf Imhoff [2]. Seit dieser Datenerhebung konnten Ingenieure neue Rechen entwickeln, die entweder mit kleinen Spaltweiten oder mit zweidimensionalen Lochsieben die Feststoffe sicher aus dem Abwasser entnehmen. Durch die Verringerung des Trennschnitts fallen natürlich auch größere Rohrechengutmengen an, die zur Auslegung nachfolgender Behandlungsaggregate (zum Beispiel Waschpressen) und zur Planung einer sicheren Logistik unerlässlich sind.

Zur Ermittlung aktueller Rohrechengutmengen wurde von der Huber SE [3] eine umfassende wissenschaftliche Arbeit in Zusammenarbeit mit der Hochschule Amberg-Weiden durchgeführt. Das gesamte Vorhaben erstreckte sich dabei über ein Jahr und war in ein halbjährliches Betriebspraktikum und eine sich daran anschließende Diplomarbeit gegliedert. Hauptschwerpunkt der Arbeit war die Entwicklung eines Berechnungstools, mit dessen Hilfe aufgrund einfach verfügbarer Klärwerksdaten auf den Rohrechengutanfall zurückgeschlossen werden kann.

Zur weiteren Verifizierung des Berechnungstools wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KEK-11.1 eine stichpunktartige Datenerhebung von ca. 50 großen deutschen Kläranlagen gestartet. 24 Kläranlagen stellten dabei ihre entsorgten Rechengutmengen zur Verfügung. Die Ergebnisse werden im weiteren Verlauf des Berichts vorgestellt und diskutiert.

2 Grundlagen

Die Hauptaufgabe der mechanischen Abwasserbehandlung ist die Entnahme von Störstoffen, die sich in der Regel nachteilig auf den weiteren Klärprozess auswirken. Der Schwerpunkt liegt dabei hauptsächlich in der Siebung des Abwassers, die alle nachfolgenden Behandlungsstufen vor lästigen Ablagerungen, Verzopfungen und Verstopfungen schützt und somit einen sicheren Betrieb des kompletten Reinigungsprozesses gewährleistet. Das mit der Siebung anfallende Siebgut wird üblicherweise auch als Rohrechengut bezeichnet. Die Quantität des anfallenden Rohrechenguts hängt primär von der Spaltweite des eingesetzten Rechens (Trennschnitt) ab. Darüber hinaus beeinflusst auch die Effektivität des Rechensystems, das heißt, was letztendlich tatsächlich abgeschieden wird, nicht unerheblich die anfallende Rohrechengutmenge. Des Weiteren ist die Rohrechengutmenge abhängig von der Art der Abwasserableitung (Pumpstationen, Verweilzeiten der Feststoffe im Kanal) und von den Abfallentsorgungsgewohnheiten der Bürger (Stichwort: Toilette als Mülltonne).

Zur Abwassersiebung werden heute überwiegend vorkonfektionierte Rechen und Siebe aus dem Werkstoff Edelstahl eingesetzt, die sich durch Bauart, Funktionsprinzip und Trennschnitt unterscheiden. Je nach Anforderungsprofil des nachfolgenden Abwasserbehandlungsverfahrens (konventionelles Belebungsverfahren, Membranbiologie) muss dabei der Trennschnitt, also die zu entnehmende Partikelgröße des Rechenguts, entsprechend ausgewählt werden. Weiterhin sind bauliche Parameter und mögliche Spülstöße, in der Regel kurz-

fristige Feststoffschübe (Ablagerungen) aus dem Gerinne, bei der Dimensionierung der Siebeinheit von großer Bedeutung.

In den 1980er-Jahren wurde bei einer Spaltweite von 15–30 mm von einem Feinrechen gesprochen [4]. Heute spricht man in der Fachwelt bei einer Spaltweite zwischen 3 und 10 mm von einem Feinrechen. Ein Grobrechen deckt ein Stababstandsspektrum von 10–40 mm ab. Siebe mit einem Stababstand von ≥ 40 mm werden als Trash-Rechen (Sperrmüll-Rechen) bezeichnet und kommen meist in Pumpstationen oder in sehr großen Kläranlagen zum Einsatz. Rechenanlagen mit einem Trennschnitt < 3 mm werden als Feinstrechen bezeichnet, die in der Regel bei Membrankläranlagen oder Sea-Outfall-Anlagen eingesetzt werden. Früher wurden Rechen hauptsächlich nach dem Räumprinzip in Mitstrom- und Gegenstromrechen unterteilt. Heute ist jedoch eine Unterscheidung aufgrund der engen Überschneidung zwischen Rechen und Sieben in folgenden vier Gruppen denkbar und sinnvoll:

- Stabrechen, überwiegend als Mitstromrechen arbeitend (eindimensionale Spaltgeometrie von 6 (3)–40 mm)
- Stufenrechen mit beweglicher Lamelle (eindimensionaler Spalt von 3–6 mm)
- Rotierende Spalt- und Lochblechsiebe (eindimensionale Spaltsiebe von 0,5–6 mm; Lochdurchmesser 1–6 mm)
- Lochblechrechen, als Umlaufrechen arbeitend (zweidimensionale Lochsiebe von 3–10 mm)

Sicherlich gibt es weitere Rechensysteme, die aber im Verhältnis zu den vier großen Gruppen nur einen kleinen Marktanteil abdecken und deshalb nicht weiter verfolgt werden. Bei Stabrechen sammelt sich in Abhängigkeit von der Spaltweite Rohrechengut am Rechenrost und bildet mit der Zeit einen geschlossenen Rechengutteppich aus. Ab einem festgelegten Differenzniveau wird das am Rost haftende Rohrechengut über einen Rechenguträumer aufgenommen und dem Abwasserstrom entnommen. Stufenrechen unterscheiden sich zu den Stabrechen in der Art der Rechengutabräumung mittels beweglicher Lamellen. Mit jedem „Step“ des Rechens wird der Rechenrost stufenweise, von der Kanalsole beginnend, vom Siebgut gereinigt. Bei rotierenden Spalt- oder Lochblechsieben erfolgt die Feststoffabtrennung an einem starren Siebelement. Das abgeschiedene Rechengut wird bei dieser Technik schonend und innerhalb kurzer Zeit aus dem Abwasserstrom gefördert. Lochblechumlaufrechen bestehen aus an einer Kette befestigten Filterelementen, welche das Rechengut aus dem Abwasser austragen. Aufgrund ihrer zweidimensionalen Struktur besitzen diese Rechen zwangsläufig ein hohes Abscheidevermögen, aber gleichzeitig erzeugen diese Systeme gegenüber eindimensionalen Spaltrechen höhere Druckverluste.

3 Vorbereitungen für die Berechnung der Rechengutmengen

Grundsätzlich gibt es unterschiedliche Methoden, die einwohnerspezifische Rohrechengutmenge $[l/(E \times a)]$ zu ermitteln, jedoch sind diese Messungen mit viel Mühe und einem nahezu nicht zumutbaren Arbeitsaufwand verbunden. Eine Methode besteht darin, die Rechenbelegung für eine definierte Zeiteinheit manuell zu erfassen, um danach das Volumen des Siebguts

über die jährliche Laufzeit des Rechens und in Abhängigkeit von der jährlichen Abwassermenge zu berechnen. Eine weitere Methode sieht vor, über die Laufzeit und das Füllvolumen einer Rechengutbehandlungsanlage (Waschpresse) die zugeführte Menge an Siebgut zu berechnen. Mit beiden Methoden lassen sich aussagekräftige Ergebnisse erzielen, und beide wurden als Verifizierungsgrundlage für das spätere Berechnungstool herangezogen.

Um ein Berechnungstool entwickeln zu können, müssen zuerst die unterschiedlichen Parameter bekannt sein, die das Endergebnis beeinflussen. Neben den angeschlossenen Einwohnerwerten sind auch die Abwassermengen, der Rechentyp einschließlich Trennschnitt, die entsorgte Rechengutmasse und der Trockenrückstand des entsorgten Rechenguts von Bedeutung. Damit die Daten relativ gesichert sind, sollte ein Untersuchungszeitraum von einem Jahr bei konstanten Verhältnissen herangezogen werden. Zusätzlich zu den genannten Daten muss auch jede Form einer Rechengutbehandlung berücksichtigt werden. Mit dem Auswaschen des Rechenguts wird ein gewisser Rohrechengutanteil (Fäkalien, Schlamm, Fasern ...) dem Abwasser wieder zugeführt, der in der Bilanzierung berücksichtigt werden muss. In diesem Zusammenhang sind Kenntnisse über die Behandlungsart, den Waschwassereinsatz (Volumenstrom, Dauer) und die Feststoffkonzentration im ablaufenden Wasser zu ermitteln. Im Rahmen einer Voruntersuchung [3] wurden der Feststoffgehalt von Rohrechengut und die Dichte von unterschiedlichem Siebgut bestimmt. Dabei konnten die Werte von Seyfried [1] bestätigt werden. Für die Feststoffkonzentration von unbehandeltem Siebgut konnte direkt am Rechen in Abhängigkeit von der Spalt-/Lochweite ein Wert von 8–12 % analysiert werden. Die Feststoffkonzentration nimmt mit der Dauer der Abtropfzeit zu und kann bis zu 18 % erreichen. Das Rohrechengut aus Feinrechen < 10 mm hat in der Regel eine etwas geringere Dichte (700–800 g/l) im Gegensatz zu Grobrechengut (800–900 g/l). Bei behandeltem, gewaschenem und/oder gepresstem Rechengut beträgt die Dichte in einer Containerschüttung je nach Form des Gutes zwischen 400 g/l (bei Flocken) bis 700 g/l (bei Klötze/Würste). Das behandelte Rechengut aus der Waschpresse hat dabei eine Schüttdichte von ca. 900–1000 g/l [3].

4 Durchführung der Berechnungen

Im Zuge der Untersuchungen wurden bei über 100 Kläranlagen die nötigen Kenngrößen aufgenommen. Aus der entsorgten Rechengutmenge und dessen Trockenrückstand erfolgte nach Gleichung 1 die Berechnung der entsorgten Trockenmasse.

$$\text{entsorgte Rechengutmenge} \left[\frac{t}{a} \right] \cdot TR - \text{Rechengut} \left[\frac{t \cdot TM}{100 \cdot t} \right] = TM - \text{Rechengut} \left[\frac{t \cdot TM}{a} \right] \quad (1)$$

Der Anteil Trockenmasse, der über das Waschwasser der Rechengutbehandlung zurück in das Abwasser fließt, wurde über die Fracht ermittelt und liegt in einem Bereich von 5–10 %. Dieser Anteil wird nach Gleichung 2 mit der Trockenmasse des Rechenguts aufsummiert, so dass die gesamte Trockenmasse pro Jahr berechnet werden kann.

$$TM - \text{Rechengut} \left[\frac{t \cdot TM}{a} \right] + TM - \text{Waschwasser} \left[\frac{t \cdot TM}{a} \right] = \text{gesamte Trockenmasse} \left[\frac{t \cdot TM}{a} \right] \quad (2)$$

Der Trockenrückstand des Rohrechenguts beträgt in der Regel, in Abhängigkeit vom untersuchten Rechen, zwischen 8 und

Bestimmungsmethode	Rohrechengutmenge [l/(E × a)]			
	Waschpressenbeladung	Rechenbelegung	entsorgtes Rechengut	Mittelwert
Stufenrechen 6 mm	10,5	11,1	12,3	11,3
Stabrechen 8 mm	8,1	7,4	7,9	7,8
Stufenrechen 6mm	n.e.	14,2	15,6	14,9
Stufenrechen 6 mm	n.e.	14,5	13,7	14,1
Stufenrechen 5 mm	13,5	14,5	15,8	14,6
Stufenrechen 6 mm	16,7	15,9	16,1	16,3
Stufenrechen 3 mm	27,4	28,2	27,9	27,8

Tabelle 1: Vergleich der unterschiedlichen Methoden zur Ermittlung von Rohrechengutmengen

12%. Mit diesem Trockenrückstand wird anschließend die gesamte Rohrechengutmasse nach Gleichung 3 errechnet.

$$\frac{\text{gesamte Trockenmasse} \left[\frac{t}{a} \right]}{TR - \text{Rohrechengut} \left[\frac{t}{100t} \right]} = \text{gesamte Rohrechengutmasse} \left[\frac{t}{a} \right] \quad (3)$$

Mit der Dichte des Rohrechenguts und der gesamten Rohrechengutmasse aus Gleichung 3 lässt sich das Rohrechengutvolumen gemäß Gleichung 4 bestimmen:

$$\frac{\text{Rohrechengutmasse} \left[\frac{t}{a} \right]}{\text{Dichte Rohrechengut} \left[\frac{t}{m^3} \right]} = \text{Rohrechengutvolumen} \left[\frac{m^3}{a} \right] \quad (4)$$

Schließlich wird das Rohrechengutvolumen durch die Zahl der angeschlossenen Einwohner nach Gleichung 5 geteilt und auf die entsprechende Einheit umgerechnet.

$$\frac{\text{Rohrechengutmenge} \left[\frac{m^3}{a} \right] * 1000 \left[\frac{l}{m^3} \right]}{\text{Anzahl der angeschlossenen Einwohner [E]}} = \text{spez. Rohrechengutmenge} \left[\frac{l}{E * a} \right] \quad (5)$$

Die dabei berechneten Rohrechengutmengen wurden danach mit den beiden vorher beschriebenen Bestimmungsmethoden verifiziert (Tabelle 1).

5 Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund der sehr heterogenen Zusammensetzung des Abwassers und der bereits erwähnten komplexen Abhängigkeiten (Kanalsystem, Entsorgungsmotivität der Einwohner usw.) sind die folgenden Aussagen über die Rohrechengutmengen einer gewissen Streubreite unterworfen. In Abbildung 1 werden die Ergebnisse für alle Spaltsiebe (Mittelwerte aller unterschiedlichen Spaltsiebsysteme) mit Seyfried [1] verglichen.

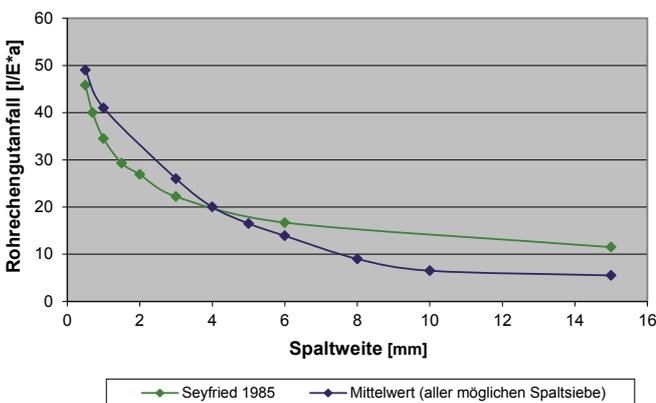


Abb. 1: Mittlerer Rohrechengutanfall bei Spaltsieben

Die ermittelten Werte aus Abbildung 1 sind nahezu auf vergleichbarem Niveau zu Seyfried. Bei den Feinrechen < 4 mm muss mit etwas mehr Rohrechengut gerechnet werden. Weiterhin wurde untersucht, welchen Einfluss unterschiedliche Spaltsiebsysteme auf die abgeschiedene Rohrechengutmenge haben. Abbildung 2 zeigt den Rechengutanfall der unterschiedlichen Spaltrechentypen.

Die Messwerte der Stufenrechen sind dabei in der Regel unterhalb der Mittelwerte aller Spaltrechen. Die Ergebnisse der rotierenden Spaltsiebe dagegen befinden sich stets über diesem Median. Bei abnehmender Spaltweite verstärkt sich dieser Effekt deutlich und erreicht bei einem Spalt von 2 mm eine Differenz von ca. 40 %. Aufgrund der höheren Rohrechengutmenge bei rotierenden Siebanlagen lässt sich auf bessere Rechengut-Abscheideleistungen schließen. Die ungünstige Abscheiderate bei den

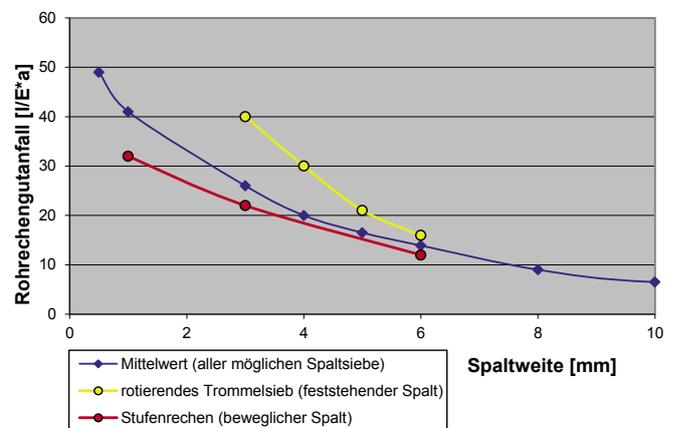


Abb. 2: Rohrechengutanfall von unterschiedlichen Spaltsieben

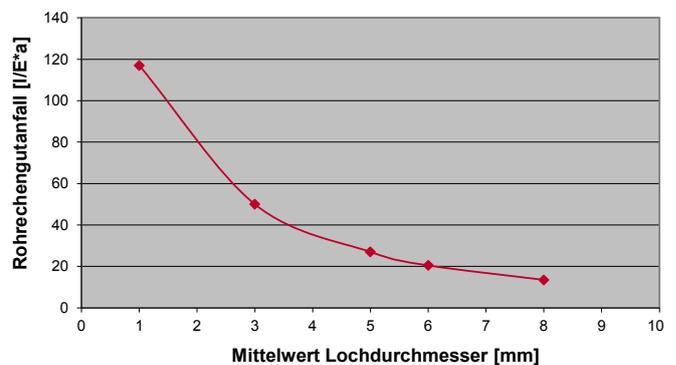


Abb. 3: Mittlerer Rohrechengutanfall bei zweidimensionalen Lochsieben

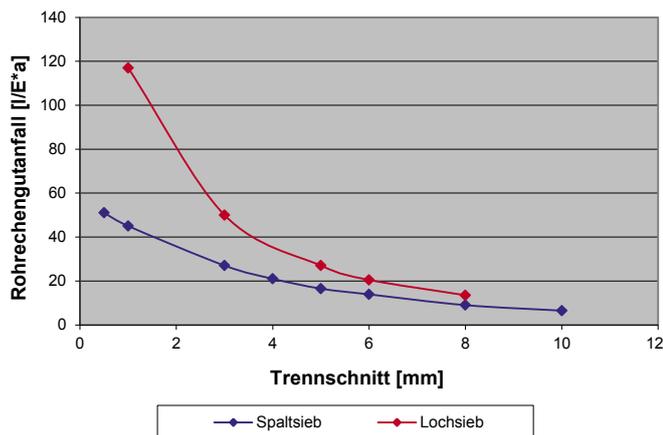


Abb. 4: Vergleich des Rohrechengutanfalls von Spalt- und Lochsieb

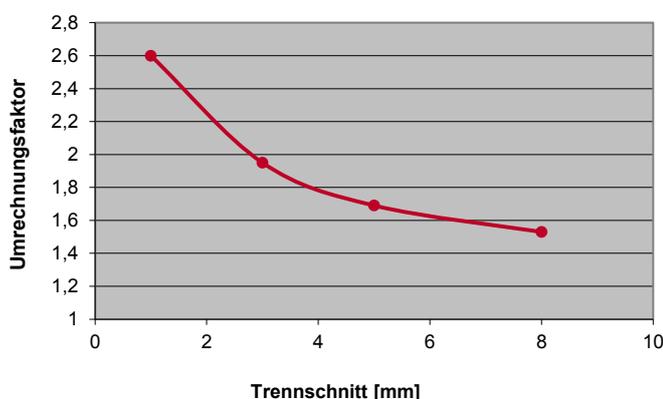


Abb. 5: Umrechnungsfaktor zwischen Spalt- und Lochsiebgeometrie

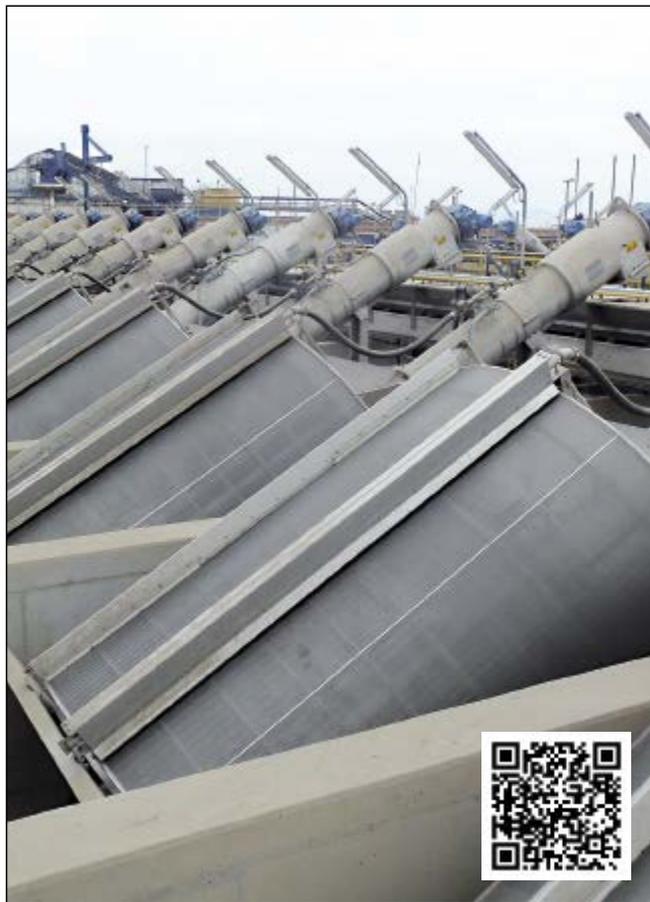
Stufenrechen kann auf die relativ hohe Strömungsgeschwindigkeit im Sohlbereich zurückgeführt werden.

Bei den Lochblechrechen sind die Rohrechengutmengen gemäß Abbildung 3 erwartungsgemäß höher. In Analogie zu den Spaltsieben folgt der Graph einer Potenzfunktion. Bei sehr kleinen Trennschnitten wird schnell die 2- bis 2,5-fache Menge an Rohrechengut im Vergleich zu einem Spaltrechen erreicht.

In Abbildung 4 werden die Ergebnisse der eindimensionalen und zweidimensionalen Siebung gegenübergestellt. Die Abbildung zeigt, dass bei einem Trennschnitt von ≤ 6 mm über die zweidimensionale Siebung deutlich mehr Rohrechengut abcheiden wird und somit auch mehr Rechengut behandelt und gegebenenfalls entsorgt werden muss. Aus Abbildung 4 kann ein Umrechnungsfaktor zwischen ein- und zweidimensionaler Siebung abgeleitet werden, wie in Abbildung 5 dargestellt. Mit dessen Hilfe kann relativ leicht beim Wechsel oder Austausch des Rechens auf die zukünftige Rohrechengutmenge geschlossen werden.

In diesem Zusammenhang sei jedoch darauf hingewiesen, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb einer Abwasserbehandlungsanlage mit Spaltsieben ohne weiteres möglich ist. Zweidimensionale Siebe werden vor allem dann eingesetzt, wenn höhere Anforderungen an die Feststoffabscheidung gestellt werden.

Die bei der DWA-Umfrage erhaltenen Daten von bundesweit 24 Kläranlagen wurden entsprechend mit dem Berechnungstool ausgewertet. Die 24 Kläranlagen reinigen dabei 14 % der jährlichen deutschen Abwassermenge von fünf Milli-



Beste Vorreinigung in jedem Fall

Mit Sicherheit mehr herausholen!

Wir finden optimale Lösungen für Ihre Bedürfnisse:

- Unsere Rechen und Siebe sichern den problemlosen Betrieb Ihrer Anlagen
- Unsere Waschpressen und Sandwäscher minimieren Ihre Entsorgungskosten

Wie die Planer und Betreiber tausender Kläranlagen weltweit können auch Sie sich auf unsere Produkte und Lösungen verlassen.



Besuchen Sie uns auf der Messe
WASSER BERLIN INTERNATIONAL vom
23. – 26. April in Halle 2.2, Stand 300

info@huber.de
www.huber.de

HUBER
TECHNOLOGY
WASTE WATER Solutions

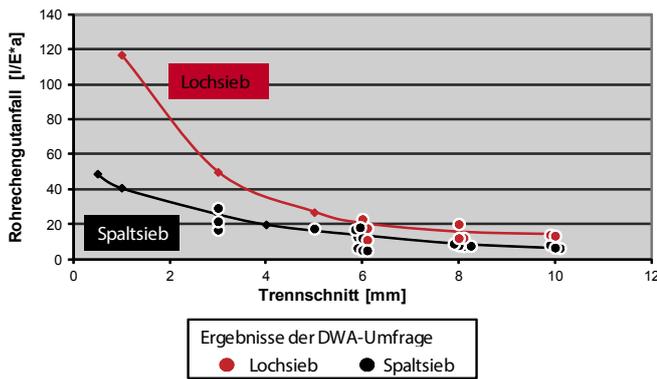


Abb. 6: Ergebnisse der DWA-Umfrage: Rohrechengutanfall von Spalt- und Lochsieben

arden Kubikmetern. Somit können die ermittelten Werte als repräsentativ betrachtet werden. Die einzelnen Messwerte für die unterschiedlichen Rechenysteme stimmen mit den Ergebnissen von Seyfried [1] und der Arbeit [3] nahezu überein. In Abbildung 6 wurden die Ergebnisse der DWA-Umfrage entsprechend gekennzeichnet.

Oft wird in der Praxis zur Auslegung der Rechen und/oder der Rechengutbehandlungsanlage nicht mit $l/(E \times a)$, sondern mit l Rohrechengut pro 1000 m^3 Abwasser ($l \text{ RRG}/1000 \text{ m}^3$) gearbeitet. Bereits Kalbskopf [5] bezifferte 1977 die Menge auf ca. $100 \text{ l RRG}/1000 \text{ m}^3$ Abwasser, die Seyfried [1] im Jahr 1985 bereits auf $30\text{--}300 \text{ l RRG}/1000 \text{ m}^3$ ausdehnte. Er führte dabei in seiner Arbeit bereits zukünftig kleinere Spaltweiten und geänderte Lebensgewohnheiten an. In diesem Zusammenhang müssen auch die enormen Feststoff-Schwankungen bei Regenwetter (Stichwort: Spülstoß) berücksichtigt werden. Mit den vorhandenen Daten und der Jahresabwassermenge kann analog der Gleichung 5 die Rohrechengutmenge für 1000 m^3 Abwasser berechnet werden. Dabei kann für Rechen mit einem Trennschnitt $> 3 \text{ mm}$ überschlägig mit $30\text{--}300 \text{ l RRG}/1000 \text{ m}^3$ Abwasser gearbeitet werden. Bei Feinstrechen $\leq 3 \text{ mm}$ muss jedoch aufgrund des unterschiedlichen Rechengutanfalls zwischen ein- und zweidimensionalen Rechen unterschieden werden. Für Spaltsiebe ist dabei ein Bereich von $200\text{--}400 \text{ l RRG}/1000 \text{ m}^3$ ausreichend, bei Lochsieben muss jedoch von $400\text{--}800 \text{ l}/1000 \text{ m}^3$ ausgegangen werden. In diesen Angaben ist dabei noch kein Sicherheitsfaktor für eventuelle Spülstöße aus dem Kanalsystem eingerechnet, der zwischen 2 und 6 betragen kann.

6 Entsorgungswege für Rechengut

Aufgrund der geänderten Abfallgesetze [6, 7] können Rechen- und Siebrückstände (AVV 190801) nicht mehr deponiert werden. Ein Vergleich der Entsorgungs- und Behandlungswege zwischen den Jahren 1999 und 2009 gemäß den Abbildung 7 und 8 zeigt deutlich, dass der Deponieanteil aus 1999 praktisch jeweils zur Hälfte von der Verbrennung und der biologischen Behandlung übernommen wurde [8].

Bei der Verbrennung muss zwischen thermischer Verwertung und thermischer Beseitigung unterschieden werden. Eine Verwertung liegt dann vor, wenn das vorbehandelte Rechengut entweder 11000 kJ/kg Heizwert enthält [7] oder die Energieeffizienz der Verbrennungsanlage den R1-Wert [9] erfüllt. Untersuchungen von behandeltem Rechengut [10, 11] ergaben einen Heizwert von 3 bis 10 MJ/kg . Der Heizwert muss gemäß Abbildung 9 immer in

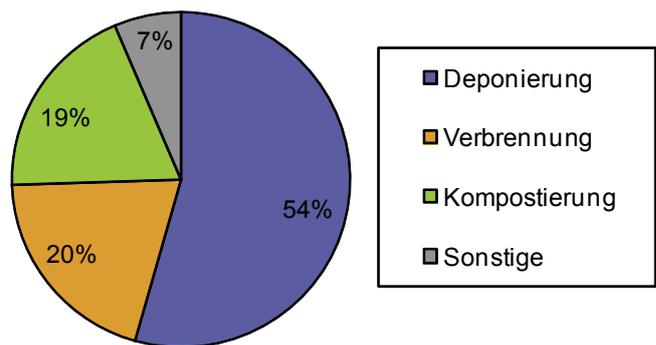


Abb. 7: Entsorgungswege für Rechengut im Jahr 1999

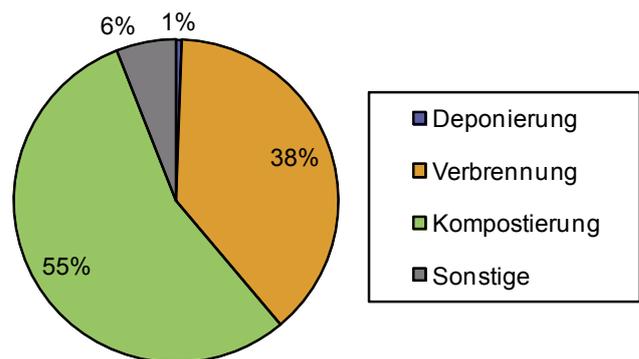


Abb. 8: Entsorgungswege für Rechengut im Jahr 2009

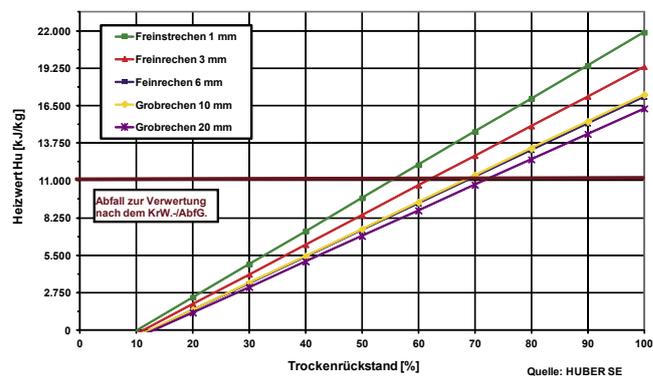


Abb. 9: Heizwert von behandeltem Rechengut [10]

Abhängigkeit vom Trockenrückstand des Rechenguts und dem Trennschnitt des Rechens betrachtet werden.

Bei dem Überbegriff biologische Behandlung kommen unterschiedliche Techniken zum Einsatz. Neben einfachen, biologischen Behandlungsverfahren (z. B. Kompostierung) wird Rechengut auch in biologische Bodenbehandlungsanlagen und in mechanisch-biologischen Verfahren (Rotte/Vergärung) verwertet [8].

Die zu entsorgende Masse an Sieb- und Rechengut hat in den letzten Jahren gemäß Abbildung 10 einen relativ konstanten Wert von durchschnittlich 170 Mt/a eingenommen, trotz leicht rückläufiger Einwohnerzahlen ($\varnothing 82$ Millionen Einwohner) und der damit verbundenen geringfügigen Verringerung der Abwassermenge ($\varnothing 5$ Milliarden m^3/a) [8]. Mit den statistisch erfassten Zahlen kann unter Einbeziehung der Gleichungen 1–5 die durchschnittliche jährliche Rohrechengutmenge pro Einwohner berechnet werden (mit: TM-Waschwasser pauschal 5 % von TM-Rechengut und TR-Rechengut 30 %). Das Er-

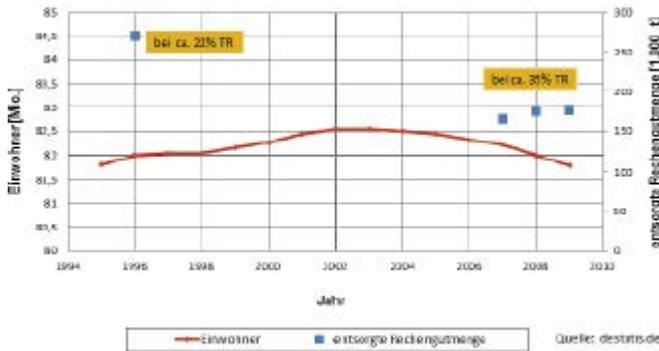


Abb. 10: Entsorgte Rechengutmengen und Einwohneranzahl [8]

gebnis von $9,07 \text{ l}/(\text{E} \times \text{a})$ spiegelt die Realität der vorher aufgezeigten Ergebnisse sehr gut wider, weil im Erfassungszeitraum 2007 bis 2009 in der Regel maßgeblich Rechen mit einer Spaltweite von $\geq 6 \text{ mm}$ im Einsatz waren.

7 Zusammenfassung

Die beschriebene Arbeit [3] mit dem Berechnungstool bestätigte die Angaben von Seyfried. Gleichzeitig konnte mit dem Tool der Rohrechengutanfall für zweidimensionale Rechen und für Feinstrechen $< 3 \text{ mm}$ ermittelt werden. Zukünftig wird sich der Trennschnitt der Rechen je nach Anforderung der Abwasserbehandlungsanlage auf einem Niveau zwischen 3 und 10 mm bewegen. Grob- und Trash-Rechen kommen dabei vermehrt in Pumpstationen oder auf großen Kläranlagen zum Schutz der Fein- und Feinstrechen zum Einsatz. Die dadurch steigenden Rohrechengutmengen sind mit geeigneten Behandlungsverfahren kostenmäßig in den Griff zu bekommen.

Zukünftig wird der Entsorgungsweg der biologischen Behandlung einen gewissen Anteil an die thermische Behandlung/Verwertung abgeben. Durch die Effektivitätssteigerung der installierten Rechengutwaschanlagen wird immer mehr leicht abbaubare Organik dem Klärprozess zugeführt, sodass nur noch die schwer abbaubaren Bestandteile entsorgt werden. In diesem Zusammenhang wird die Rückführung von leicht vergärbarem Substrat, das aus dem Rechengut ausgewaschen und in den Faulurm gegeben wird, eine immer größere Rolle spielen. Rechengut mit 90 % Organikgehalt wird dann mehr und mehr als Kohlenstofflieferant zur Verfügung stehen und nicht mehr als Abfall teuer entsorgt werden.

Literatur

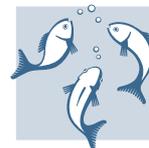
- [1] Seyfried, C.-F., Lohse, M., Bebendorf, G., Schüßler, H.: *Vergleich der Reinigungsleistung von Rechen, Sieben und Siebrechen sowie deren Einfluss auf die weiteren Reinigungsstufen*, Veröffentlichung für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Heft 58, 1985
- [2] Imhoff, K., Imhoff, K. R.: *Taschenbuch der Stadtentwässerung*, 25. Aufl., Oldenburg, München, 1979
- [3] Prottegeier, F.: *Ermittlung eines standardisierten Verfahrens zur qualitativen und quantitativen Beurteilung von kommunalem Rechengut*, Diplomarbeit, Hochschule Amberg-Weiden, 2011
- [4] ATV-Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, Band III: *Grundlagen für Planung und Bau von Abwasserkläranlagen und mechanischen Klärverfahren*, Ernst & Sohn, Berlin, 1983, S. 78
- [5] Kalbskopf, K.-H.: *Entfernung, Aufbereitung und Beseitigung von Rechengut, Sandfanggut und Schwimmstoffen*, ATV-Fortbildungs-

- [6] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAblV), Stand: Oktober 2010, www.bmu.de/abfallwirtschaft/doc/1853.php (abgerufen am 19. März 2012)
- [7] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG), BGBl. I, Nr. 10 vom 29. Februar 2012, S. 212, www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/abfallpolitik/kreislaufwirtschaft (abgerufen am 1. März 2013),
- [8] Statistisches Bundesamt: *Abfallentsorgung, Fachserie 19, Reihe 1*, Stand: 19. März 2012, <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Abfallentsorgung.html?nn=62772> (abgerufen am 19. März 2012)
- [9] Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, *Amtsblatt der Europäischen Union*, 22. November 2008, L 312/3–30
- [10] Branner, W., Huber SE, unveröffentlichte Arbeit, Januar 2002
- [11] Schäfer, M., Hoffmann E.: *Reststoffmanagement auf kommunalen Kläranlagen – Teil 2: Integrales Nähr-/Schadstoffmanagement*, *GWf Wasser/Abwasser* 1998, 139 (10), 642–645

Autor

Dipl.-Ing. Wolfgang Branner
 Sprecher der DWA-Arbeitsgruppe KEK-11.1 „Abfälle aus öffentlichen Abwasseranlagen, ausgenommen Klärschlamm“
 Am Europakanal 5, 92334 Berching

E-Mail: Wolfgang.Branner@huber.de



MECANA
 U M W E L T T E C H N I K

Polstofffilter überzeugen in kommunalen und industriellen Anwendungen!

- Hohe Feststoffkonzentrationen im Zulauf bei hohen Durchsatzleistungen möglich
- Hohe Abscheideleistung und Ablaufqualität
- Kontinuierlicher Betrieb, keine Unterbrüche während der Reinigung
- Effiziente Absaugung (patentierte Technologie), keine chemische Reinigung erforderlich
- Geringer Platzbedarf
- Geringer Energieverbrauch



Über 2000 Anlagen weltweit erfolgreich im Einsatz!

Mecana Polstofffiltration
 effizient, wirtschaftlich und robust!

Mecana Umwelttechnik GmbH • CH-8864 Reichenburg
 Telefon: +41 (55) 464 12 00 • Fax: +41 (55) 464 12 01
 info@mecana.ch • www.mecana.ch

