

Abwasserklassierung von Abwasserinhaltsstoffen im Zulauf von Abwasserentlastungs- bzw. Kläranlagen unter Schwallbewirtschaftungsbedingungen

Manfred Weikopf (Krefeld)

1. Kurzbeschreibung

Bei einer permanenten Schwallbewirtschaftung [1] von Abwassernetzen ist die Abwasserklassierung von Abwasserinhaltsstoffen insbesondere im Zulauf einer Kläranlage nur mit einem Paradigmenwechsel der Anlagenkonzeption, bestehend aus Steinfang, Rundzyklon als Sandfang mit nachgeschaltetem Rechen sinnvoll umzusetzen. Diese neuartige Verfahrensweise ermöglicht auch weitergehende Reduzierungen der Entlastungsfrachten in die Vorfluter, wenn angepasste spezielle Förderbandrechen an den Entlastungen bzw. vor Kläranlagen zum Einsatz kommen.

2. Einleitung

Die übliche Anlagenanordnung im Zulauf zu einer Kläranlage mit Rechen und nachfolgendem Sandfang steht dem derzeitigen Bemühen, Kanalnetze zu bewirtschaften und automatisch mittels Abwassersteuerungsanlagen über große Distanzen zu spülen, im technischen Widerspruch. Bisherige Versuche mit der Schwallbewirtschaftung von Abwassernetzen, insbesondere in Eisenach machen deutlich, dass bei einer Weiterleitung von Schwallwellen in einem teilgefüllten Kanal die Abwasserinhaltsstoffe wie Sedimente, Schwimm- und Schwebstoffe ziehmonikaartig zusammengeschoben werden und sich schlagartig auf dem Rechen vor der Kläranlage festsetzen, sodass ein Ausfall des Rechenguträumers möglich wird und bei nicht rechtzeitiger Entblockung des Rechens sogar der Notüberlauf anspringen kann. Dieser Sachverhalt wird dadurch noch verstärkt, weil auch das auf der Schwallstrecke befindliche Sediment (Sand und Steine) schlagartig den Rechen erreicht und damit den Rechengutabstreifer in seiner Leistungsfähigkeit überfordert und beschädigen kann.

3. Neuer Lösungsansatz zur Abwasserklassierung

Zur Abwasserklassierung von Abwasserinhaltsstoffen im Zulauf von Abwasserentlastungsanlagen, Pumpstationen, Abwassersteuerungsanlagen oder einer Kläranlage, wird bei unterschiedlichen Beschickungsvarianten durch Freispiegel-, Druck- und Schwallbetrieb mit seriell angeordneten Anlagensystemen, beginnend mit einem Steinfang, folgendem Rundzyklon und Förderbandrechen es ermöglicht, dass eine kontinuierliche Entnahme von Sedimenten, Schwebstoffen und Rechengut aus dem zulaufenden Abwasserstrom zu erreichen ist und bei Entlastungsanlagen abfiltrierbare Abwasserinhaltsstoffe im Kanalnetz belassen werden können. Der derzeitige Stand der Technik ist davon geprägt, dass gelegentlich an kritischen Stellen eines Kanalnetzes ein Steinfang angeordnet wird, damit im weiteren Verlauf des Kanalstranges die Beschädigung des Rohrsystems im Sohlenbereich minimiert wird. Sandfänge im Kanalnetz oder vor Pumpstationen anzuordnen, ist technisch in der Freispiegelkanalisation nicht üblich, weil hiermit ein kostenintensiver Betriebspunkt entsteht und weiterhin durch die Sedimentation sandiger Fraktionen auch biogene Stoffe abgesetzt werden, die notwendiger Weise, biologisch auf der Kläranlage abgebaut werden müssen. Bei der Förderung von Abwasser über Pumpsysteme werden in aller Regel alle anfallenden Abwasserinhaltsstoffe, in Einzelfällen bei vorgeschaltetem Steinfang ohne Steinmaterial, komplett über das Druckrohrsystem weitergeleitet. Die auftretenden Schäden und Folgekosten durch die Förderung von Sedimenten (Sand und Steifractionen) über die Pumpsysteme der Abwassernetze sind erheblich und beeinträchtigen den Wirkungsgrad und damit die Förderleistung der Pumpen. Die derzeit sich eröffnenden Möglichkeiten zur Schwallbewirtschaftung der Abwassernetze und hierbei insbesondere der Mischsysteme zur Erzeugung ablagerungsfreier Kanalnetztrassen gemäß den ATV-DVWK Regelwerken A 128 und M 177 mit $a_a = 0$ führen dazu, die derzeit unzulängliche Anordnungssystematik:

Rechen → Sandfang

verfahrenstechnisch in die neue Variante

Rundzyklon → Rechen

umzudrehen, damit nachteilige Wirkungen im Rechenbereich ausgeschlossen werden. Da in Mischsystemen überschüssige Regenwassermengen an Mischwasserentlastungsanlagen in die Vorflut abgeschlagen werden müssen, ist die Reduzierung des Schmutzfrachtaustrages von Schwimm- und Schwebstoffen von erheblicher Bedeutung, sodass die Nutzung der reinen Siebfunktion eines möglichst feinmaschigen Förderbandrechens als so

genannter Förderbandfilterrechen unter Rückführung der unfiltrierbaren Stoffe im weiterführenden Kanalnetz Richtung Kläranlage hier eine besondere Bedeutung erhält.

4. Verfahrensbeschreibung zur Abwasserklassierung

Durch das nachfolgend beschriebene Verfahren zur Abwasserklassierung von Abwasserinhaltsstoffen werden **erstens** die derzeitigen Unzulänglichkeiten im Schwallendbereich der Pumpstationen, Abwassersteuerungsanlagen und Kläranlagen den technischen Notwendigkeiten der Schwallbewirtschaftung angepasst und die Systemanordnung der Sonderbauwerke nunmehr durch die nachfolgenden sinnvollen Anordnungsvarianten [1-4] ersetzt:

Anordnungs-Variante 1: Anordnung im Kanalnetz vor Pumpstation

ASA-SDS → Steinfang → Rundzyklon → Pumpstation

Anordnungs-Variante 2: Anordnung im Kanalnetz vor Abwassersteuerungsanlage

ASA-SDS → Steinfang → Rundzyklon → Abwassersteuerungsanlage

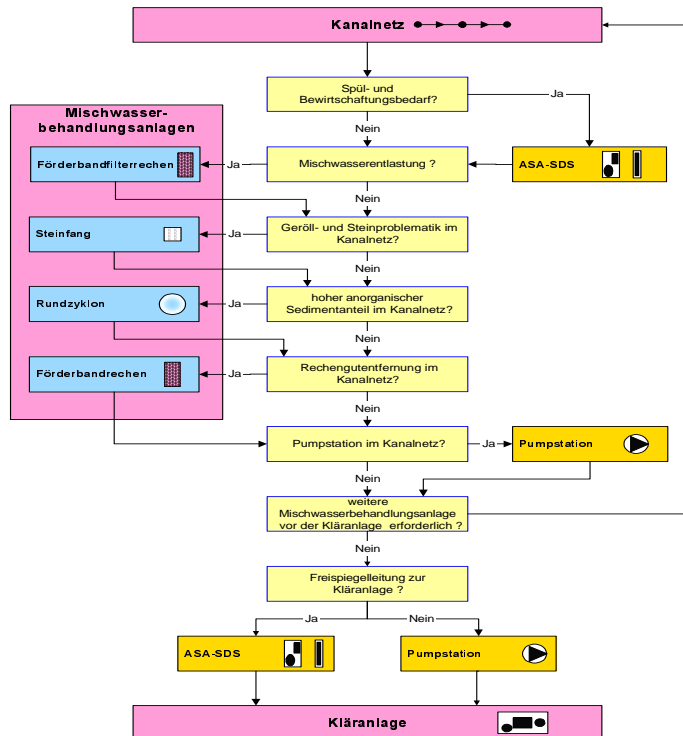
Anordnungs-Variante 3: Zufluss zur Kläranlage über Freispiegel-Transportsystem

ASA-SDS → Steinfang → Rundzyklon → Förderbandrechen → ASA-SDS → Kläranlage

Anordnungs-Variante 4: Zufluss zur Kläranlage über Pumpstation

ASA-SDS → Steinfang → Rundzyklon → Förderbandrechen → Pumpstation → Kläranlage

Anm.: ASA-SDS = Abwasser-Steuerungs-Anlage mit SDS Stau, Drossel- und Schwallfunktion und **zweitens** an Abwasserentlastungsanlagen durch Nutzung der reinen Filterfunktion der Förderbandrechen in Form eines Förderbandfilterrechens die Reduzierung des Schmutzfrachtaustrages unter gleichzeitiger Rückführung von nicht filtrierbaren Abwasserinhaltsstoffen in das weiterführende Kanalnetz Richtung Kläranlage verbessert. Weiterhin beinhaltet dieser Paradigmenwechsel insbesondere die notwendige technische Ausgestaltung und Umsetzung der Verfahrensschritte in der Anlagentechnik der Sonderbauwerke zur Mischwasserbehandlung und Abwassersteuerung im Gesamtsystem eines Kanalnetzes. Die sinnvolle Anordnung der Anlagensysteme im Kanalnetz wird ergänzend durch das nachfolgende Ablaufschema unter Einbeziehung der örtlich bedingten Fragestellungen verdeutlicht:



Gemäß Variante 3 wird beispielhaft das vorgestellte Verfahren unter Einbeziehung der grundsätzlichen technischen Ausbildung der jeweiligen Bauwerke bzw. Anlagen erläutert. Hierbei wird oberhalb der Abwassersteuerungsanlage [ASA-SDS] das Abwasser eingestaut und nunmehr werden nach vorgegebenen Steuerungskriterien unterwasserstandsabhängige Spülstöße im Trocken- bzw. Regenwetterfall erzeugt.

Wurde während der Einstauphase kein Drosselabfluss über die ASA-SDS vorgenommen, so kann es im weiterführenden Kanalabschnitt zu Leerlaufstrecken kommen, in der einstaubedingt eine kurzzeitige Sedimentation auftreten kann. Durch schnelles Absenken der ASA-SDS kann z.B. eine Schwallwelle die sedimentierten Abwasserinhaltsstoffe im Schwallwellenkörper in Richtung zum Rundzyklon befördern. Größere und damit schwerere Sedimentkörper wie Steine usw. werden in einem herausnehmbaren Fangkorb des **Steinfanges** festgehalten, sandige Fraktionen werden durch die Verwirbelung an der Stirnwand des Steinfanges mit der laufenden Welle tangential in den N*Qt-Umwälzraum des **Rundzyklons (Bild 1)** geschwält, wobei der N*Qt-Umwälzraum das Gesamtvolumen des Rundzyklons bis zum maximalen Stauziel beinhaltet.

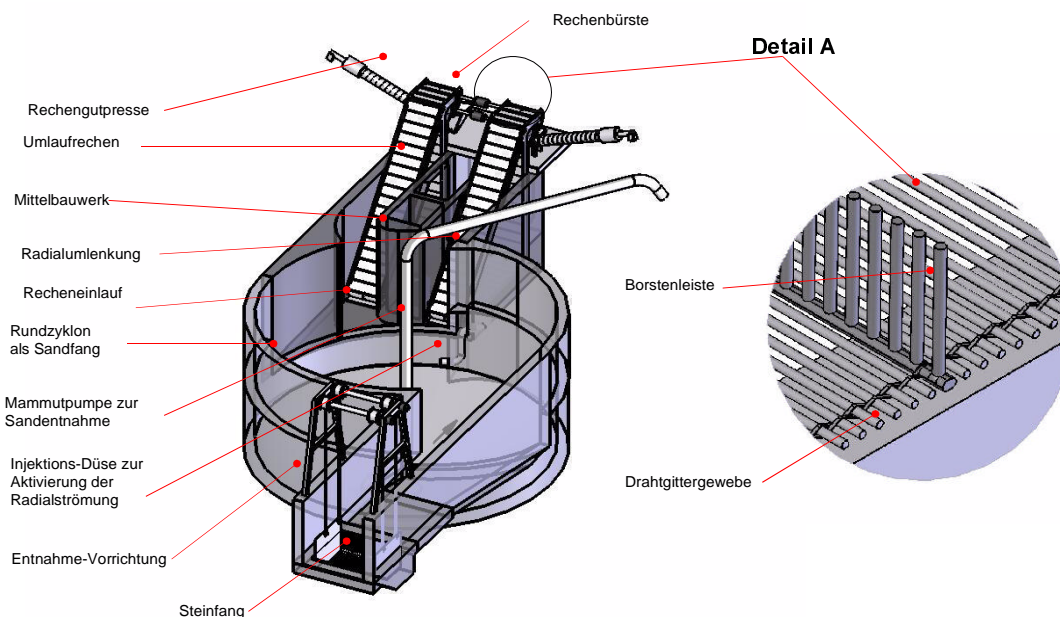


Bild 1: Kombinationsbauwerk (Rundzyklon) zur Stein-, Sand- und Rechengutentnahme im Zulauf einer Kläranlage

Da der Rundzyklon verfahrensgemäß vor dem Recheneinlauf zum Förderbandrechen bauseits mit einer Radialumlenkung ausgestattet ist, wird vermieden, dass eine zulaufende Welle ungebremst auf den Förderbandrechen einwirken und dessen Funktion beeinträchtigen kann. Durch die zwangsgeführte Radialbewegung des zufließenden Abwassers werden die restlichen sedimentierbaren Materialien im Sandstapelraum des Rundzyklons abgesetzt. Zur Optimierung der Absetzwirkung der Sedimente ist verfahrensgemäß vorgesehen, dass ein bzw. mehrere tangential angeordnete Strahlrohre im Rundzyklon angeordnet werden, die über eine Umwälz-Pumpe unter Abwasserentnahme aus der Zulaufrinne über den Ansaugstutzen beschickt werden, wodurch die Zentrifugalbewegung des Abwasserstromes verbessert und gegebenenfalls leichtere biogene Stoffe im konischen Absetzraum des Sandfanges aufgewirbelt werden, damit ein Abzug über die **Förderbandrechen** erfolgen kann. Die Sandentnahme aus dem Sandstapelraum wird verfahrensgemäß über eine mittig angeordnete Sandentnahmepumpe realisiert. Da aus sicherheitstechnischen Gründen sinnvollerweise zwei Förderbandrechen parallel bzw. wechselseitig betrieben werden sollten, ergibt sich somit verfahrensgemäß die Möglichkeit, den weitergehenden Abfluss nach Durchströmung des Förderbandes durch jeweils zwei seitliche Öffnungen in der Seitenwand des Mittelbauwerkes der Zulaufrinne Richtung Kläranlage zuzuleiten.

Das Förderband des Förderbandrechens wird zumindest über einen geschwindigkeitsvariablen, elektromotorischen Riffelwellenantrieb, die in einer gleitsicheren, riffelartigen Oberfläche ausgeführt ist, umlaufend bewegt. Anfallende grobe Schwimm- und Schwebstoffe, so genanntes Rechengut kann das Förderband wegen der vorgegebenen minimierten Schlitzweiten zwischen den Stäben nicht passieren und legt sich durch den Fließdruck des Abwassers auf das unter einem Winkel α geneigte Förderband, wird durch dessen Umlaufwirkung mittels der am Förderband befestigten aufrechten Borsten zum Abwurfpunkt befördert und fällt dort in den Aufnahmetrichter der unterhalb angeordneten Rechengutpresse. Weiteres anhaftendes Rechengut kann unterhalb

des Abwurfpunktes zusätzlich mittels einer angeordneten elektromotorisch angetriebenen Bürstenwelle, die zum Förderband gegenläufig rotiert, entfernt und nachträglich in den Aufnahmetrichter der Rechengutpresse geschleudert werden. Unterhalb der zyklonseitigen Z-Riffelwelle gleiten die Borsten des Förderbandes permanent über eine glatte Kehrlatte, die vorzugsweise aus PE- Material besteht, damit verhindert wird, dass über den Kehrereich der Kehrlatte Rechengut in die Zulaufrinne zuströmen kann. Damit dass unter einem Winkel α betriebene Förderband nicht durchhängt und weiterhin nicht umläufig umspült werden kann, sind verfahrensgemäß an der Rahmenkonstruktion jeweils beidseitig Gleitschienen angeordnet. Das Förderband besteht aus waagrecht angeordneten Stäben aus Edelstahl mit minimierten Schlitzweiten, die untereinander mit verwebten Edelstahldrähten umlaufend elastisch verbunden sind, wobei die riffelartige Oberfläche der Riffelwellen in die Schlitzweiten eingreifen und ein durchrutschen verhindern, sodass eine kontinuierliche Umlaufbewegung des Förderbandrechens gewährleistet ist. Da der Kläranlagenzulauf im Regelfall, konstant gehalten werden muss, ist am Ende der Zulaufrinne je nach den örtlichen Bedingungen unabhängig vom maximalen Stauziel im Rundzyklon bzw. im Bereich des Förderbandrechens eine Pumpstation oder eine Abwassersteuerungsanlage [ASA-SDS] anzuordnen, die die Funktion der Drosselung auf den geplanten Misch- bzw. Schmutzwasserzulauf Q_m (l/s) gewährleisten muss. In einer weitergehenden Abwassersteuerungsvariante innerhalb des Kanalnetzes kann selbstverständlich vor einer Pumpstation verfahrensgemäß nur ein Rundzyklon angeordnet werden und somit auf den Einbau eines Förderbandrechens verzichtet werden, wenn sichergestellt ist, dass das anfallende Rechengut für die Pumpen der Pumpstation keinerlei funktionale Probleme bereitet.

Die Anordnung von Entlastungsanlagen im Mischsystem hängt von der Lage des Kanalsystems und der Nutzung ableitungsfähiger Vorfluter ab, hierbei wird verfahrensgemäß die Anordnung eines oder mehrerer modifizierter Förderbandrechen in Form von **Förderbandfilterrechen**

(Bild 2) angeordnet, die auf Grund der verfeinerten Filtergewebe gegenüber den Förderbandrechen einen Zufluss in den Entlastungsraum zulassen.

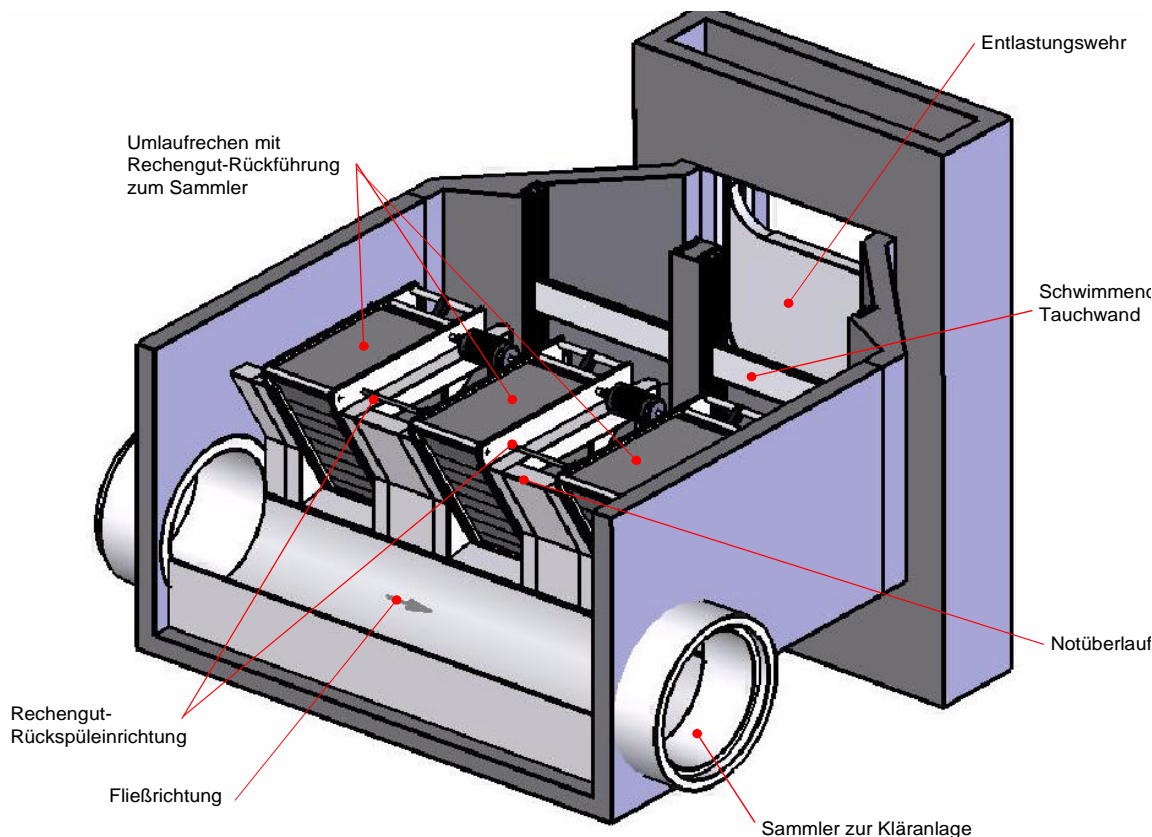


Bild 2: Entlastungsfilter-System mit Umlaufrechen

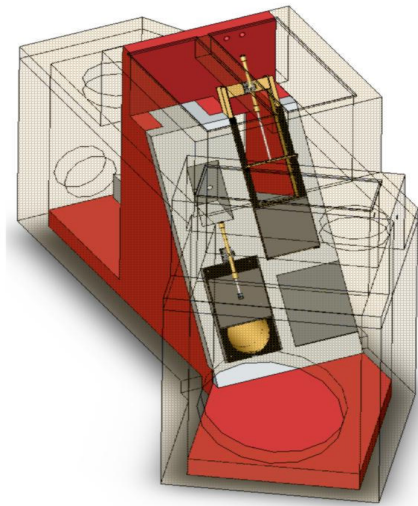
Damit Versetzungen des unter einem Winkel $-\alpha$ (Anm.: gegen die Fließrichtung des Sammlers zur Kläranlage geneigt) angeordneten Förderbandfiltergewebes durch festere Abwasserinhaltsstoffe unterbunden wird, wird das Förderbandfiltergewebe umläufig gegen die Fließrichtung des zu entlastenden Abwassers über einen motorisch betriebenen Riffelwellenantrieb bewegt. Damit anhaftende Partikel nicht in den Entlastungsraum gelangen können, ist verfahrensgemäß zumindest eine Rechengutrückspüleinrichtung ersatzweise auch eine elektromotorisch betriebene Bürstenwelle im Bereich des Abwurfpunktes des jeweiligen Förderbandfilterrechens vorgesehen. Zum Betrieb der Rechengutrückspüleinrichtung ist innerhalb des Entlastungsraumes zumindest eine Druckwasserpumpe in einem Pumpensumpf installiert, damit anschließend über eine Druckleitung die Beschickung der

Rechengutrückspüleinrichtung gewährleistet werden kann. Damit eine Unterströmung der kanalseitigen Riffelwelle unterbunden wird, ist ein justierbarer Abwasserumlaufschutz an der Unterseite der Rahmenkonstruktion des Förderbandfilterrechens vorgesehen. Des Weiteren ist ausbildungstechnisch ein Notüberlauf oberhalb der jeweiligen Mittelbauwerke, sowie Öffnungen in den Seitenwänden in Anlehnung an die Konstruktionsmerkmale der Förderbandrechen vorgesehen. Zur Verbesserung der Spannkraft im umlaufenden Förderbandfiltergewebe ist verfahrensgsgemäß eine Spannvorrichtung an der Rahmenkonstruktion angebracht. Zur Aussteuerung der Entlastungwassermengen wird vorgeschlagen im Auslaufbereich des Entlastungsraumes ein ASA-E-Wehr vorzusehen, das bei Erreichen des geplanten Stauzieles vertikal abgesenkt wird, damit das Überlaufvolumen in die Vorflut entlastet werden kann. Eine verfahrensgemäße Sondervariante kann auch dadurch entstehen, dass im Auslaufbereich eines Rundzyklons auch eine konkurrierende Rechenanlage, oder eine Abwassersteuerungsanlage, oder eine Pumpstation oder ein Rohrdüker angeordnet werden kann. In allen Fällen können hierdurch sinnvolle abwassertechnische Sonderlösungen umgesetzt werden.

5. Auswertung eines Schwallspülversuches in Spaichingen

5.1 Einleitung

Im Jahre 2002 wurden in Spaichingen anstatt eines geschlossenen RÜB's mit einem Volumen von 1.200 m³ mehrere Abwassersteuerungsanlagen bestehend aus einem Kaskadenwehr, einem Entlastungswehr und einer Doppelschieber-Anlage (s. **3D Bild**) zur quantitativen bzw. qualitativen Bewirtschaftung des Mischwassernetzes „Salancher Straße“ eingebaut. Da der eingebaute SD Schwall-Drosselschieber im Regelfall $2 \cdot Q_t + Q_f$ weiterleitet, galt es zu überprüfen, welche Reinigungsleistung bei einer zu definierenden Schwallwellenzahl im Ablaufsammler zur Kläranlage zu erreichen war. Auf Grund theoretischer Überlegungen müssen die CSB Konzentrationen geblockter Schwallwellen auf der Kläranlage generell höher sein, als das 24 h Mittel des CSB's auf der Kläranlage vor Beginn der Schwallversuche, da im Normalfall stets Ablagerungen im Kanalnetz vorhanden sind.



5.2 Beschreibung des Spülversuches

Zur Überprüfung der Kanalreinigung im Ablaufsammler mit einer Länge von ca. 1.600 m und Nennweiten von DN 800-1.200 mm wurde der vorgelagerte Kaskadenstauraum DN 1.800 mm mit variablen Stauhöhen eingestaut und die jeweiligen Schwallwellenlaufzeiten und die zugehörigen CSB-Werte in den zulaufenden Wellen an der Kläranlage gemessen. Die Spülzeiten der Versuche 1-3 dauerten ca. 45 s, wobei die Spülzeit des Versuches 4 ca. 2 Minuten dauerte. Zwischen den einzelnen Spülzeiten wurde der Schwall-Drosselschieber für ca. 3 Minuten geschlossen. Das gültige 24-h Mittel des CSB Zuflusses zur Kläranlage wurde vom Betriebspersonal der Kläranlage Spaichingen zu 292 mg/l ermittelt. Eine Zusammenstellung der Messwerte der vier Spülversuche wurde in der **Tab. 1** vorgenommen.

| Versuch | Stauhöhe | Schwall-- Wellen- Laufzeit | CSB- Wert |
|---------|----------|----------------------------------|--------------|
| - | m | min:s | mg/l |
| 1 | 2,51 | 09:30 | 1106 |
| 2 | 2,40 | 09:45 | 669 |
| 3 | 2,22 | 09:25 | 433 |
| 4 | 1,94 | 09:26 | 616 |

Tabelle 1: Messwerte der Wellenlaufzeit

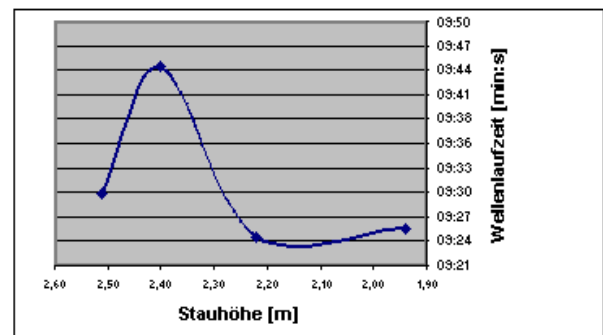


Tabelle 2: Verhältnis Stauhöhe zur Wellenlaufzeit

5.3 Auswertung des Spülversuches

Die Messwerte der Spülversuche 1 – 4 wurden in **Tab. 3** eingetragen, und mit dem zugehörigen arithmetischen Mittel als Funktionsgrade mit 706 mg/l überlagert. Die eingetragene Funktionsgerade mit einem CSB Wert von 292 mg/l entspricht dem CSB 24 h Mittel der in der Kläranlage vor Beginn der Spülversuche festgehalten wurde. Dieses Diagramm zeigt, dass erhebliche Ablagerungen im Zulaufsammler durch Schwallwellen remobilisiert werden können, die ansonsten nicht über den Normalzufluß von $2Q_t + Q_f$ aktiviert werden. Die Ermittlung der

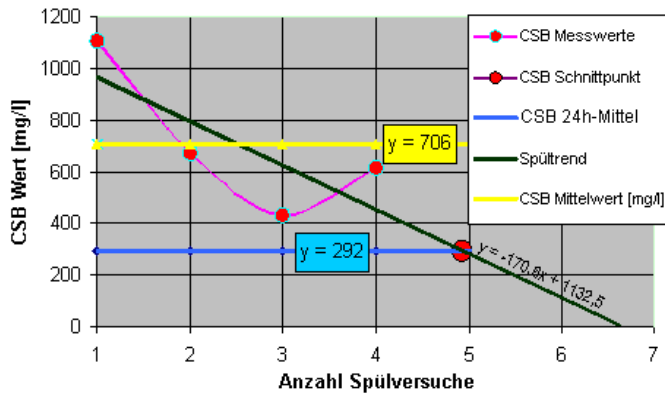


Tabelle 3: Auswertung der Spülversuche

zu ermitteln.

6. Zusammenfassung

Bei einer sinnvollen Anordnung von Abwasserklärungsanlagen in schwallgespültem Abwassernetzen unter Einbeziehung eines Rundzyklons mit vorgeschaltetem Steinfeld und nachgeschaltetem Rechen können die derzeitigen Problempunkte im Zulauf einer Kläranlage behoben werden. Dies wird ersichtlich, wenn man die Auswertungen von Schwallversuchen vor der Kläranlage in Spaichingen näher betrachtet. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Entnahme von Grobsedimenten, und Sand aus dem Abwasser des Schwallwellenkopfes in Zukunft vor Eintritt in die Rechenanlage der Kläranlage sinnvoll ist, damit eine Blockage des Rechens verhindert werden kann. Der Einbau von Förderbandrechen mit minimierten Schlitzweiten kann somit ermöglicht werden um anfallende Klärprozesse zu verbessern. Im Auslaufbereich von Mischwasserentlastungen können Förderbandrechen dazu beitragen den Austrag von Abwasserinhaltsstoffen in die Vorflut zu reduzieren, weil sie durch die negative Neigung zum Sammler der Kläranlage eine Rückführung von beaufschlagtem Rechengut kontinuierlich zulassen.

7. Literaturhinweis

[1] Weikopf, Manfred

Neue Techniken der Kanalnetzsteuerung durch die Schwallbewirtschaftung von Kanalisationsnetzen (KSE Technik)

Dresdner Berichte Band 19, Wasserbauliche Mitteilungen Heft 21, TU Dresden, 2002

Innovationen in der Abwasserableitung und Abwassersteuerung S. 279-301

Autor

Dipl.-Ing. M. Weikopf
ASA Technik GmbH Krefeld

www.asatechnik.de

weikopf@asatechnik.de

Anzahl der Spülversuche wurde durch die zugehörige Trendlinie ermittelt und mit dem CSB 24 h Mittel zum Schnitt gebracht, die laut Diagramm bei ca. 5 Spülversuchen liegt. Weiterhin wird ersichtlich, dass weitergehende Spülversuche mit niedrigeren Stauhöhen vor dem SD Schieber notwendig sind, um sinnvolle Spülintervalle / 24 Stunden umzusetzen.

Weiterhin ist auch eine Differenzierung bei anstehendem Regenwetter und der Zeitdauer von Trockenwetterperioden vorzunehmen. Eine optimale Schwallbewirtschaftung, dies ist aus dem vorliegenden Versuchsansatz zu ersehen, ist nur über empirische Schwallversuche über das gesamte Spektrum der Stauhöhen