

Belüfteter Rücklaufschlamm - ein altes Verfahren im neuen Gewand

Verfahren mit belüftetem Rücklaufschlamm stellen eine der ersten Modifikationen von Belebungsanlagen überhaupt dar. Sie wurden bereits in den 20er Jahren erprobt, allerdings erst wesentlich später von Ullrich und Smith wissenschaftlich beschrieben. Das Prinzip wurde zum ersten Mal großtechnisch 1954 in der Abwasserreinigungsanlage der Stadt Austin, Texas (Orhon, Modeling Activated Sludge Systems) eingesetzt. Die Kläranlage Klattau war die erste von UAS geplante Anlage ihrer Art in Tschechien und läuft bereits seit einigen Jahren unter diesem Verfahren, während bis heute immer neue dazu kommen. In Deutschland blieb diese Entwicklung bisher noch aus.

Im Laufe der Jahre haben Prozesse mit belüftetem Rücklaufschlamm eine Entwicklung durchlaufen, die zu einer Vielzahl von speziellen Ausführungen und Anlagenvarianten geführt hat. Die Probleme, die CS-Prozesse (CS = contact stabilization) und der jeweilige Aufbau solcher Anlagen z.B. für Nitrifikation / Denitrifikation mit sich bringen, müssen daher mit Hilfe von möglichst naturtreuen Modellen simuliert werden.

Grundsätzlich aber besteht der Vorteil von CS-Verfahren gegenüber herkömmlichen Belebungsverfahren in einer effizienteren Nutzung des Energieeintrages für Belüftung und in der Reduktion der Beckengrößen und damit einer Vermeidung von Betriebs- und Bau-, bzw. Sanierungsaufwendungen.

Beschreibung des Verfahrens

Belebtschlammflocken setzen sich zusammen aus organischen und mineralischen unlöslichen Anteilen, v.a. aber aus lebenden Organismen in Form von Bakterien und anderen Mikroorganismen, die 10-95% der Belebtschlammmasse ausmachen können (Website der DNR, Wisconsin) und den biologischen Abbau von Abwasserinhaltsstoffen gewährleisten.

CS-Verfahren bauen auf die Fähigkeit vieler Bakterien, eine bestimmte Menge Substrat an den Zelloberflächen und der extrazellulären Matrix zu adsorbieren und aufzunehmen. Die im Rücklaufschlamm vorliegenden, hohen Gehalte an bakterieller Biomasse gewährleisten eine effektive Nutzung dieser Fähigkeit.

Ein schematischer Ablauf ist in Abb. 1 dargestellt. Vorgeklärtes Abwasser wird zunächst in einem normalen Belebungsbecken belüftet. Dies dient im Wesentlichen der Vermischung des Rohabwassers mit dem Rücklaufschlamm. Man spricht hierbei auch von der Kontaktstufe. Hier findet Adsorption von gelöstem und ungelöstem Substrat, sowie der Abbau leicht zugänglicher C-Verbindungen statt. Durch diesen Vorgang werden dem Wasser bereits viele Feststoffe entzogen, weshalb solche Anlagen oft ohne Vorklärung auskommen.

Wie in einem herkömmlichen Belebungsprozess wird der Ablauf der biologischen Stufe einer abschließenden Nachklärung von sedimentierbaren Stoffen unterzogen.

Der Überschussschlamm wird zur weiteren Stabilisierung abgezogen, während die gesamte zurückgeführte Schlammmenge in einer zweiten biologischen Stufe, der sogenannten Regenerationsstufe erneut belüftet wird. Es liegen TS-Gehalte um 1% vor, abhängig von der aktuellen Situation in der Nachklärung. Die hohe Raumbelastung (0,4-1,4 kg/(m³d) gegenüber ca. 0,2 kg/(m³d) in herkömmlichen Belebungen) und damit die hohen Anteile an lebender Biomasse führen zu sehr guten Abbauraten und verkürzten Aufenthaltszeiten in der Stufe. Hier läuft eine schnelle Aufnahme der an die Zelloberflächen adsorbierten Nährstoffe ab. Im Rahmen dieses Vorganges kann auch von einer Regeneration der Akkumulations- oder Adsorptionskapazität gesprochen werden, da die adsorbierten Moleküle ins Zellinnere aufgenommen und metabolisiert werden, wobei die Zellen ihre Beladungs- oder Adsorptionsplätze für neues Material zugänglich machen. Erst mit der Entdeckung der mikrobiologischen Akkumulationskapazität durch Chudoba in den 70ern wurde die Bedeutung der Regenerationsstufe richtig erkannt.

Weiter wurde gezeigt, dass die Akkumulationskapazität in Systemen mit ausgeprägter exogener und endogener Metabolismusphase, d.h. in intermittierenden Systemen, Batch-Systemen, o.ä., verstärkt auftritt. Voll-durchmischte Systeme zeigen diese Eigenschaft kaum (Chudoba et al.).

Die Stufe wird in der englischen Literatur häufig als Stabilisationsstufe bezeichnet, was in der deutschen Terminologie irreführend ist, da die Reaktivität des Schlammes durch den Prozess kaum verändert wird und damit nicht von einer echten Stabilisierung (s. ATV-A126) gesprochen werden kann.

Ebenso ist die häufig in der Literatur anzutreffende Ansicht, es werden in der Kontaktstufe hauptsächlich ungelöste Stoffe von den Zellen adsorbiert und aufgenommen, mit Vorsicht anzusehen, konnten doch in weitergehenden Studien zur Akkumulationskapazität dieselben Mechanismen von Adsorption und Assimilation auch für gut lösliche Saccharide (Zucker) nachgewiesen werden. Diese Mechanismen spielen im Übrigen nur bei nicht fadenförmigen Organismen eine Rolle. Fäden haben offenbar nur geringe oder gar keine Akkumulationskapazität (Chudoba et al.).

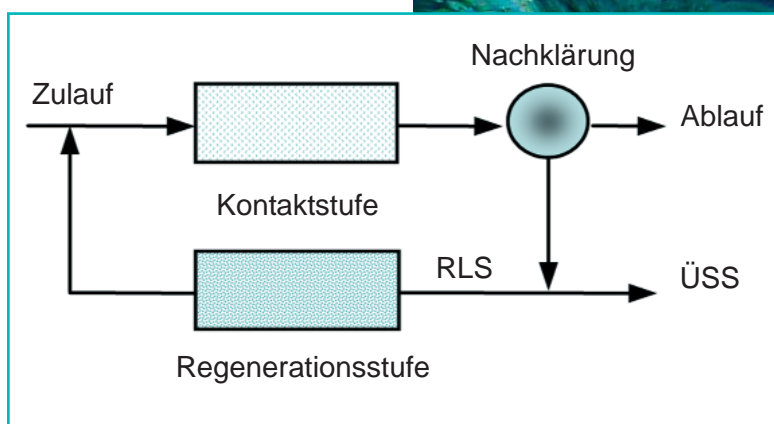


Abb. 1: schematische Darstellung der CS-Verfahrens für reinen C-Abbau

Die Kontaktstufe wurde bis vor einiger Zeit meist als kleinere der beiden Stufen für eine Aufenthaltszeit <1h ausgelegt und diente fast ausschließlich der Mischung des Rücklaufschlammes (RLS) mit dem zuzelfliefenden Rohabwasser und der Verteilung der darin enthaltenen Nährstoffe.

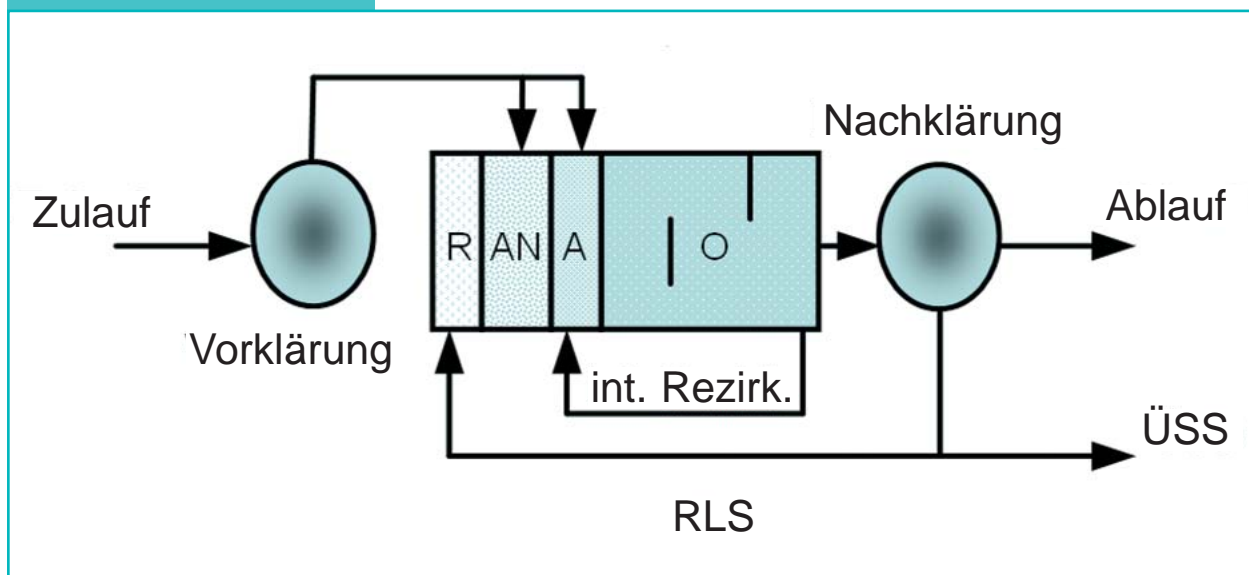
Da bei Einführung dieser Technologie keine Anforderungen bezüglich Nitrifikation und Denitrifikation bestanden, wurde die Regenerationsstufe für Aufenthaltszeiten von 0,5-5h ausgelegt. Anlagen dieser Art konnten daher sehr klein gebaut werden.

Da die Einstellung von Nitrifikation und Denitrifikation aerobe Aufenthaltszeiten um 15h und mehr verlangt, mussten die Verfahren mit belüftetem Rücklaufschlamm modifiziert und angepasst werden. Der schematische Aufbau eines CS-Verfahrens zur Nitrifikation / Denitrifikation sowie zur biologischen P-Elimination ist in Abb. 2 dargestellt.

Abb. 2: typischer Aufbau einer heutigen Anlage nach dem CS-Verfahren für C-, N- und P-Elimination; R = Regeneration, AN = anaerob, A = anoxisch, O = oxisch

Die Kontaktstufe ist hier nicht mehr als eigene Einheit aufgebaut, eine Durchmischung von RLS und Rohabwasser findet hier im Zulaufbereich der Biologie statt. Die Regenerationsstufe besteht aus einem relativ kleinen Beckenabschnitt, der dem Kontaktbereich vorgeschaltet wird. In anschließenden Stufen können Bio-P-, Denitrifikations- und oxische Bereiche durchlaufen werden.

Um die Gefahr von hohen NH₄+ Ablaufwerten zu vermeiden, müssen gerade in Anlagen nach dem CS-Prinzip verschiedene Maßnahmen zur Prozessüberwachung getroffen werden. Aufgrund der reduzierten Beckengrößen ist eine dosierte Zugabe des Press- und Trübwassers von großer Wichtigkeit. Die Dosierung kann dabei manuell aber auch zeit- oder lastabhängig erfolgen. Zudem ist durch entsprechend ausgelegte und steuerbare Rückführungen ein geeignetes Schlammalter einzustellen. Die Belüftung des Rücklaufschlammes sollte in einen Regelkreis eingebunden werden, da abhängig z.B. von Wetterlage und Betriebsweise verschiedene Schlammigenschaften in der Nachklärung vorliegen. Weitere Maßnahmen müssen den herrschenden Verhältnissen angepasst werden.



Das Verfahren hat, zusammengefasst, verschiedene Vorteile:

- Reduktion von Beckengrößen durch hohe TS-Gehalte in der Regenerationsstufe, abhängig von der Qualität der Sedimentation in der Nachklärung
- verminderter Energiebedarf für die Belüftung aufgrund der kleineren Beckenvolumina bei gleich bleibender, bzw. erhöhter Reinigungsleistung
- schnelle Aufnahme ungelöster Stoffe in der Kontaktstufe, es kann u.U. auf die Ausführung einer Vorklärstufe verzichtet werden
- häufig positive Auswirkungen auf den ISV, da die Adsorption von Substrat nicht filamentös wachsenden Bakterien einen Wachstumsvorteil bringt; Fäden zeigen keine Akkumulationskapazität
- sehr gute Reinigungsleistung in kurzer Zeit erreichbar
- Umstellung von Belebungsanlagen auf CS-Betrieb mit wenigen Baumaßnahmen möglich

Es ergeben sich aber auch Nachteile:

- die Systeme sind aufgrund der kleiner ausgelegten Becken empfindlicher gegenüber Schwankungen im Zulauf
- schwierige Einstellung von Nitrifikation / Denitrifikation

Abschließend lässt sich sagen, dass das Verfahren des belüfteten Rücklaufschlammes oft eine kostengünstige Alternative zu reinen Belebungsanlagen bieten kann. Auch Vergrößerungen und Ausbau der Belastungskapazität von Anlagen lassen sich mit dem Verfahren realisieren. Die Empfindlichkeit von CS-Anlagen gegenüber Zulaufschwankungen und hohen Ammoniumkonzentrationen kann durch optimierte Regelkonzepte wie sie die UAS Messtechnik bereit stellt, unter Kontrolle gebracht werden.

Autor:
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Donaubaier
UAS Messtechnik GmbH
Verfahrenstechnik, Wasser-,
Abwasserbehandlung
Prof.-Hermann-Staudinger-Str. 4
D-94234 Viechtach
Tel.: +49 (0)9942 9486-24
Fax.: +49 (0)9942 9486-10
em@il: info@uas.de
www.uas.de