

NEREDA

LEISTUNGSFÄHIGES BIOLOGISCHES ABWASSERBEHANDLUNGSVERFAHREN FÜR DIE SCHWEIZ

Aerober granulierter Belebtschlamm revolutioniert die biologische Abwasserreinigung und ermöglicht leistungsfähige und platzsparende Anlagen mit geringen Betriebskosten. Nereda ist ein Verfahren auf dieser Basis. Das Verfahren wurde während elf Monaten auf der Kläranlage Kloten-Opfikon erfolgreich getestet. Derzeit sind zwei Grossanlagen mit dem Nereda-Verfahren in der Schweiz im Bau resp. in Planung.

Claudio Lehmann, WABAG Wassertechnik AG
Michael Kasper, Abwasserreinigung Kloten-Opfikon*

RÉSUMÉ

NEREDA – PROCÉDÉ BIOLOGIQUE PERFORMANT DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES POUR LA SUISSE

Des procédés avec des boues activées granulées aérobies sont nouvellement utilisés pour l'épuration biologique des eaux usées. Les microorganismes forment alors des billes denses à la place des flocons usuels. Les granules se caractérisent par d'excellentes propriétés de décantation. On peut obtenir ainsi des concentrations de boue nettement plus élevées et dimensionner de ce fait les réacteurs de façon moins encombrante (réduction du volume d'env. 40 à 50% par rapport à une SBR conventionnelle). En outre, l'élimination biologique du phosphore ainsi que la dénitrification simultanée sont favorisées. Nereda, un traitement en batch basé sur cette technologie a été testé avec succès sur une échelle pilote durant 11 mois dans la STEP Kloten-Opfikon. La croissance des granules et une bonne performance d'épuration biologique ont pu être démontrées durant les mois d'hiver pour les eaux usées suisses. En particulier l'élimination moyenne de l'azote de 82% en hiver a dépassé les attentes. De même, l'élimination du phosphore a pu être obtenue de manière fiable et purement biologique après certaines adaptations. En Suisse, le procédé Nereda est en cours de planification ou de construction pour deux stations d'épuration communales avec une taille totale de 200 000 EH. La STEP de la vallée de la Sarneraa sera achevée début 2018 et la STEP Kloten-Opfikon est rénovée progressivement pendant son fonctionnement et sera opérationnelle entre 2021 et 2024.

BIOLOGISCHE ABWASSERREINIGUNG

Die biologische Reinigungsstufe von Kläranlagen in Industrieländern basiert häufig auf Verfahren mit suspendierter Biomasse. Die für den Reinigungsprozess verantwortlichen aktiven Mikroorganismen aggregieren sich dabei zu Belebtschlammflocken, die im zu reinigenden Abwasser schweben und am Ende des Reinigungsprozesses wieder abgetrennt werden müssen. Die Leistung dieser Gruppe von Verfahren ist durch die aktive Biomasse im System begrenzt und durch den Trennprozess von Schlamm und Wasser limitiert.

Beim konventionellen Belebtschlammverfahren ist die maximale Biomasse direkt abhängig von den Schlammabsetzeigenschaften. Je besser die Schlammflocken sedimentieren, desto höhere Belebtschlammkonzentrationen können im Becken erreicht werden und desto kleiner und damit kostengünstiger kann die Anlage gebaut werden. Es gibt viele verschiedene Ansätze, um die Schlammabtrennung zu optimieren, entsprechend sind über die Jahre auch viele andere biologische Abwasserreinigungsverfahren auf Basis von suspendierter Biomasse entstanden.

AEROBER GRANULIERTER BELEBTSCHLAMM

Bereits seit vielen Jahren ist der aerobe granuliert Belebtschlamm (engl. *Aerobic Granular Sludge*, AGS) gut bekannt.

* Kontakt: Claudio.Lehmann@wabag.net

Im Unterschied zum konventionellen Belebtschlamm bilden die Mikroorganismen kompakte Granula von einem Durchmesser zwischen 0,2 und mehreren Millimetern und mit bedeutend höherer Dichte. Die Granula sedimentieren dadurch viel schneller als konventioneller Belebtschlamm und der SVI¹ nach 5 Min. ist praktisch identisch mit demjenigen nach 30 Minuten. Dadurch können signifikant höhere Belebtschlammkonzentrationen erreicht und die biologischen Reinigungsstufen als Folge kleiner dimensioniert werden als mit konventionellem Belebtschlamm.

Die Mikroorganismen, welche die Reinigung erzielen, sind grundsätzlich die gleichen wie bei allen anderen Belebtschlammverfahren, anteilmässig treten sie jedoch in anderer Zusammensetzung auf. Zusammengehalten werden die Granula durch extrazelluläre Polymere, die durch die Organismen selbst produziert und ausgeschieden werden. Somit bilden sich die Granula bei entsprechenden Prozessbedingungen und Steuerung rein biologisch ohne Trägermaterial und optimalerweise im Reinigungsprozess selbst. Dadurch werden sie ebenfalls laufend erneuert.

Die aeroben Schlammgranula sind eine verhältnismässig neue Technologie. Auf dem Gebiet wird intensiv geforscht, entsprechend werden immer mehr Prozesse und Einflussfaktoren untersucht und bekannt.

Die Granula weisen durch die Kompaktheit verschiedene Merkmale von Biofilmen auf. Der Massentransport sämtlicher Stoffe (sowohl Reaktionsedukte als auch -produkte) in die Granula geschieht hauptsächlich durch molekulare Diffusion. Wie auch im Biofilm ist die Umwandlung vieler Stoffe in den Granula im Vergleich zur Diffusion schnell, weshalb sich in den Granula analog zu einer Zwiebel Schichten mit unterschiedlichen Substratkonzentrationen bilden können (Fig. 1). Typischerweise sind die äusseren Schichten noch mit Sauerstoff versorgt, während der Kern anoxisch bis anaerob sein kann.

In den jeweiligen Schichten der Granula laufen somit unterschiedliche biologische Prozesse gleichzeitig ab. Ein grosser Anteil des Phosphors wird biologisch

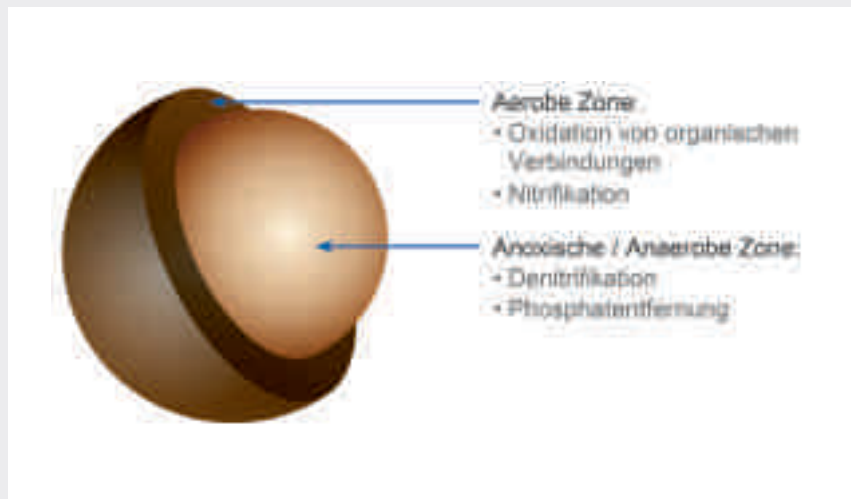


Fig. 1 Schematischer Querschnitt durch ein Belebtschlammgranulum (Quelle: RHDHV)
Coupe transversale schématique à travers un granule de boue activée (Source: RHDHV)

eliminiert. Zusätzlich wird im Gegensatz zu konventionellen Belebtschlammverfahren durch simultane Nitrifikation und Denitrifikation ganzjährig eine hohe Stickstoffelimination erreicht. Beide Prozesse sparen Betriebskosten (z. B. Energie, Fällmittel, Schlammentsorgung). Weiter sind die Mikroorganismen in den Granula wie im Biofilm ebenfalls fixiert und gut geschützt gegen Auswaschen oder negative Einflüsse. Insgesamt ergibt sich dadurch ein stabiles Verfahren.

NEREDA

Nereda ist der Name für ein spezifisches biologisches Abwasserreinigungsverfahren auf Basis von aerobem granuliertem Schlamm. Das Verfahren verfügt in diesem Bereich weltweit über die meisten Referenzen sowohl in der kommunalen als auch in der industriellen Abwasserreinigung. Das Verfahren wurde an der TU Delft (NL) entwickelt und in der Folge in Holland durch ein beispielhaftes nationales Entwicklungsprogramm mit verschiedenen Akteuren zur Marktreife gebracht. Nereda ist ein Batchverfahren und damit gewissermassen eine Weiterentwicklung des *Sequencing-Batch-Reactor* (SBR)-Verfahrens. Die verschiedenen Reinigungsschritte finden ebenfalls zeitlich nacheinander im gleichen Reaktor statt, anstatt örtlich getrennt in verschiedenen Becken wie bei Durchlaufanlagen.

Im Unterschied zum konventionellen SBR-Verfahren liegt bei Nereda-Anlagen der Grossteil der Schlammmasse (70–95%) als aerobe Granula vor, entsprechend hoch sind die Belebtschlammkonzentrationen, die erreicht werden. Grosstechnische kommunale Anlagen

werden mit Schlammkonzentrationen von bis zu 16 g/l betrieben. Die Granula werden während des Reinigungsprozesses laufend neu gebildet. Damit entstehen weder Betriebskosten noch sind spezielle Installationen für die Bildung nötig.

Das stabile Granulawachstum bedarf einer Reihe von Selektionsmechanismen. Durch die spezielle Verfahrensführung und Steuerung werden Mikroorganismen gefördert, welche Granula bilden und eine biologische Phosphatelimination ermöglichen. Auf der anderen Seite wird die Bildung von Flocken gehemmt und Schlamm mit schlechten Absetzeigenschaften regelmässig aus dem Reaktor entfernt.

Die typische Zykluseinteilung ist in Fig. 2 dargestellt. Die guten Absetzeigenschaften der Schlammgranula ermöglichen, dass gleichzeitig mit der Befüllung des Reaktors das gereinigte Klarwasser ausgestossen werden kann. Die Dekantierphase des klassischen SBR fällt damit weg und die Sedimentationsphase kann auf eine kurze Dauer reduziert werden. Damit ist praktisch die gesamte Zykluszeit biologisch nutzbar, während im konventionellen SBR ein bedeutender Teil des Zyklus nicht zur Abwasserreinigung genutzt werden kann (Sedimentation, Dekantation, Pausen am Ende). Zusammen mit der hohen TSS²-Konzentration in den Reaktoren ergeben sich im Vergleich zum konventionellen SBR-Verfahren Reaktoren mit rund 40–50% kleinerem Volumen/Fläche und entsprechend tieferen Investitionskosten. Im Vergleich zum konventionellen Belebtschlammverfahren sind die

¹ SVI = Schlammvolumenindex. Volumen, welches 1 g Belebtschlamm (Trockenmasse) nach einer bestimmten Absetzdauer pro Liter Belebtschlamm einnimmt.

² TSS = Total Suspended Solids, total suspendierte Stoffe



Fig. 2 Typische Zykluseinteilung des Nereda-Verfahrens (Quelle: RHDHV)
Répartition de cycle typique du procédé Nereda (Source: RHDHV)

Unterschiede noch ausgeprägter und zudem der Energiebedarf bedeutend geringer. Gleichzeitig bleibt der Wasserspiegel praktisch konstant. Im Vergleich zu konventionellen SBR-Anlagen mit stark schwankendem Wasserspiegel führt dies hydraulisch insbesondere bei nachgeschalteten Reinigungsstufen zu zahlreichen Vorteilen und einer jederzeit guten Ausnutzung des Beckenvolumens.

Die Reaktionsphase kann analog zum SBR entsprechend den Bedürfnissen frei eingeteilt werden. Insbesondere durch die sehr kurze Sedimentationszeit und die fehlende Dekantation kann der gesamte Reinigungsprozess viel dynamischer geregelt werden, als dies bei konventionellen SBR-Anlagen möglich ist. Bei Bedarf kann ein belüfteter Reaktor innerhalb weniger Minuten wieder für die Beschickung bereit gemacht werden.

Nereda-Reaktoren sind von den baulichen Anforderungen her ähnlich zu SB-Reaktoren. Der Umbau von SBR- zu Nereda-Anlagen ist möglich, aber mit einigem Aufwand verbunden, da sich die elektromechanische Ausrüstung der beiden Verfahren grundsätzlich unterscheidet. Allgemein benötigt eine Nereda-Anlage weniger Maschinen (keine Rührwerke oder bewegliche Dekanter), dafür muss der Hydraulik in den Becken viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden, was Verteilsysteme erforderlich macht.

Auch der Umbau von bestehenden konventionellen Biologien zum Nereda-Verfahren ist möglich, wie das Beispiel der ARA Kloten-Opfikon später in diesem Artikel zeigt.

VERFAHRENTEST ARA KLOTEN-OPFIKON

DURCHFÜHRUNG DER VERSUCHE

Das Nereda-Verfahren wurde auf der ARA Kloten-Opfikon von Juni 2014 bis April 2015 während elf Monaten unter realen Bedingungen im Pilotmassstab getestet. Die in einem Schiffcontainer untergebrachte Anlage verfügte über einen Reaktor von rund 1,5 m³ Volumen bei einer Wasserhöhe von rund 6 m (Fig. 3).



Fig. 3 Testanlage Nereda in Kloten-Opfikon
Installation de test Nereda à Kloten-Opfikon

C (mg l ⁻¹)	Mittelwert	90% Quantil
CSB _{tot}	350	445
N _{tot}	42	50
NH ₄ -N	28	35
P _{tot}	5,1	6,1

Tab. 1 Zulaufkonzentrationen zur Testanlage (Ablauf Vorklärung ARA Kloten-Opfikon, Dezember 2014 bis April 2015)

Concentrations dans l'affluent vers l'installation de test (traitement primaire de la STEP Kloten-Opfikon, décembre 2014 à avril 2015)

Das Ziel der Versuche war, einerseits die Bildung von Schlammgranula mit einem typischen Schweizer Abwasser zu zeigen (Tab. 1) und andererseits die Reinigungsleistung und Robustheit des Verfahrens zu überprüfen sowie Daten für die Auslegung einer grosstechnischen Anlage zu sammeln. Entsprechend den verschiedenen Zielen wurden die Versuche in zwei Phasen eingeteilt.

Phase 1

In Phase 1 (Juni bis Oktober 2014) wurde die Anlage mit konstantem Zufluss und konstanter Zykluseinteilung mit vorgeklärtem Abwasser der ARA Kloten-Opfikon betrieben. Bereits in dieser Phase wurden verschiedene Betriebsstrategien ausprobiert, um die geforderten Einleitbedingungen möglichst effizient einzuhalten. Die Schlammbelastung (bezogen auf die gesamte Zyklusdauer) betrug zwischen 0,2 und 1,2 kg_{CSB} kg_{TSS}⁻¹ d⁻¹.

Phase 2

In Phase 2 der Versuche wurde die Anlage während der Wintermonate (November 2014 bis April 2015) proportional zum Zufluss der ARA beschickt und mit dynamischer Zykluseinteilung betrieben. Ziel war, die Reinigungsleistung insbesondere während den Wintermonaten mit kaltem Abwasser zu überprüfen.

Dazu wurde eine maximale Zyklusdauer sowie Grenzwerte für die verschiedenen Schmutzstoffe vorgegeben. Sobald die geforderten Ablaufkonzentrationen erreicht waren, wurde der nächste Batch gestartet. Damit konnte auch die maximale Leistung der Anlage bei wärmeren Temperaturen gut verfolgt werden. Die minimale Schlammbelastung (bezogen auf die gesamte Zyklusdauer) betrug in dieser Phase rund $0,2 \text{ kg}_{\text{CSB}} \text{ kg}_{\text{TSS}}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

ERGEBNISSE

Die Pilotanlage wurde mit rund $0,7 \text{ g l}^{-1}$ Nereda-Schlamm einer kommunalen holländischen Kläranlage gestartet. Die Konzentration konnte rasch gesteigert werden: Innerhalb von rund sechs Wochen wurde eine Erhöhung auf über 5 g l^{-1} erreicht. Dabei nahmen alle Fraktionen und Korngrößen des Schlammes gleichmässig zu.

In Phase 2 der Versuche während der Wintermonate konnten die Grenzwerte der Stickstoffparameter ($\text{NH}_4\text{-N}$ und N_{tot}) sowie CSB und TSS problemlos eingehalten werden (Tab. 2). Generell hat die An-

lage die Anforderungen bezüglich Stickstoffelimination bei Weitem übertroffen. Die Stickstoffelimination in der Biologie betrug in der Winterphase im Mittel 82%. Gefordert wäre eine Elimination von 70% im Jahresmittel über die Gesamtanlage. Die komplett biologische Phosphorelimination gab zuerst noch Probleme auf. Im Mittel wurde zwar eine Ablaufkonzentration von $0,8 \text{ mg l}^{-1} \text{ P}_{\text{tot}}$ eingehalten

(konsequent ohne Fällmittelzugabe), es gab jedoch häufige Überschreitungen und die geforderte Elimination konnte erst durch eine angepasste Betriebsweise während den letzten zwei Monaten der Versuchsphase zuverlässig erreicht werden. Die Belastung der Pilotanlage war indes über die gesamte Versuchsdauer mindestens doppelt so hoch wie die übliche Dimensionierungsbelastung

C (mg l ⁻¹)	Mittelwert	90% Quantil	Grenzwert Ablauf Biologie
CSB _{tot}	25	32	50
N _{tot}	7,6	10,5	15 ¹
NO ₃ -N	4,4	6,5	-
NH ₄ -N	0,1	0,8	1,5
P _{tot}	0,8	2,6	0,8 ¹
P _{ortho}	0,7	2,3	-
TSS	6,0	8,6	15

¹ Darf im Jahresmittel nicht überschritten werden

Tab. 2 Ablaufkonzentrationen Biologie Phase 2 (Dezember 2014 bis April 2015) ohne offensichtlich falsche Werte während Stillstand der Anlage
 Concentrations dans l'effluent biologie phase 2 (décembre 2014 à avril 2015), manifestation sans valeurs erronées pendant l'arrêt de la station

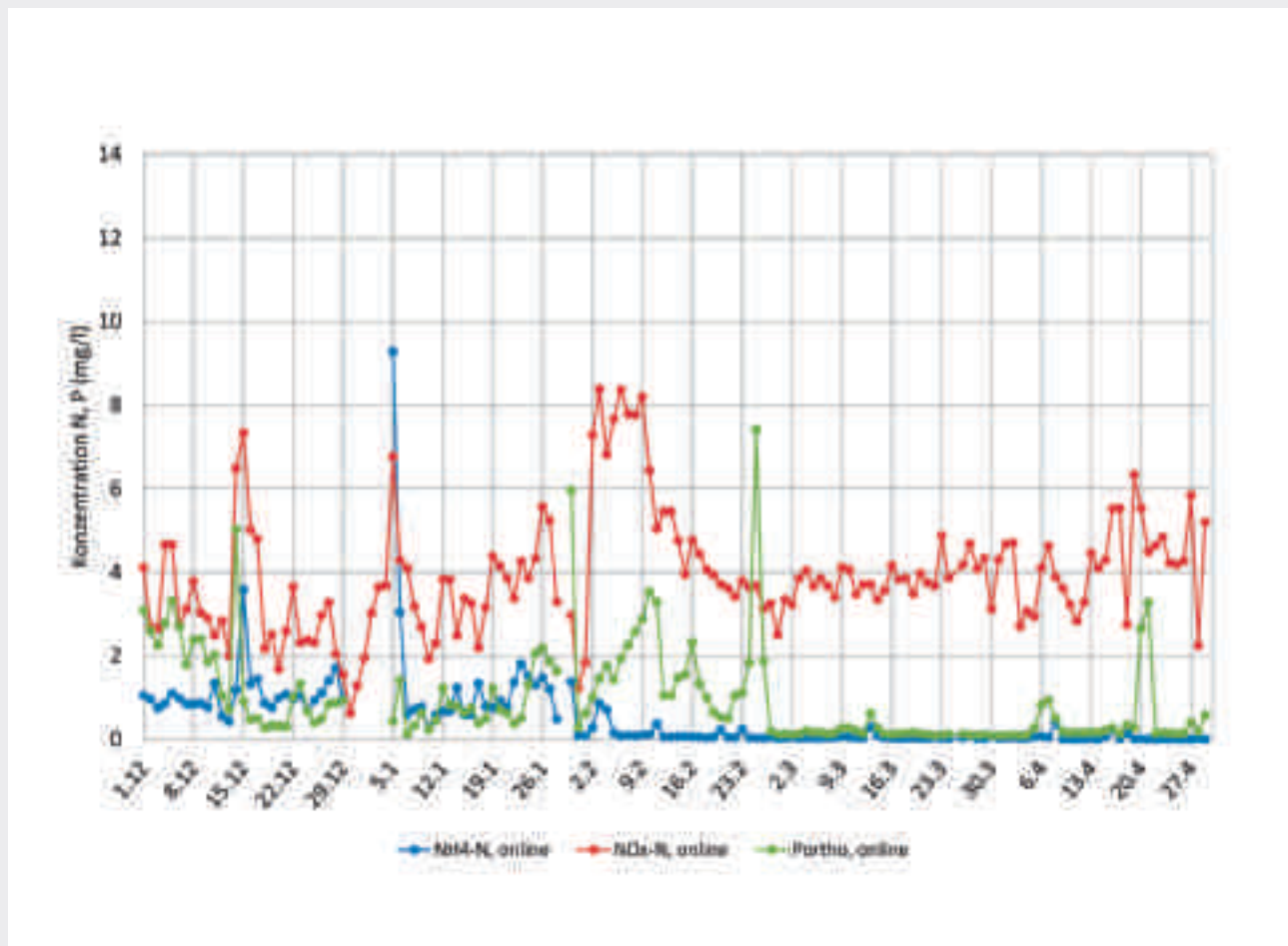


Fig. 4 Ablaufkonzentrationen (Tagesmittel) der Testanlage für Ammonium, Nitrat/Nitrit und Orthophosphat
 Concentrations dans l'effluent (moyenne journalière) de l'installation de test pour l'ammonium, le nitrate/nitrite et l'orthophosphate

einer typischen grosstechnischen Anlage. Das Wachstum des Schlammes und der Granula im Speziellen klappte auch in Phase 2 im Winter problemlos, wie ein Anlagendefekt mit entsprechendem Schlammverlust zeigte.

Der Schlamm der Testanlage wies während der Wintermonate einen SVI_{30} von rund 100 ml g^{-1} auf. Dies ist vergleichbar mit einem guten Belebtschlamm und für granulierten Schlamm relativ hoch. In der gleichen Periode stieg der SVI_{30} der konventionellen Biologie der ARA Kloten-Opfikon hingegen von 150 auf 300 ml g^{-1} .

Generell zeigte sich das Verfahren sehr robust und die Biologie war auch nach längeren Betriebsunterbrüchen innerhalb kurzer Zeit wieder voll auf Leistung (Fig. 4).

VERHALTEN DES SCHLAMMS IN DER FAULUNG

Nach Abschluss der Versuche im April 2015 wurde je eine Probe des Belebtschlammes der konventionellen Biologie sowie des Schlammes aus dem Nereda-Reaktor auf seine Faul- und Entwässerungseigenschaften hin untersucht.

Der organische Anteil des Nereda-Schlammes war primär durch den Verzicht auf Fällmittel um knapp 20% grösser als derjenige der konventionellen Biologie. Die spezifische Gasproduktion ($\text{NI kg}_{\text{OTR}}^{-1}$) war indes 9% geringer als beim konventionellen Belebtschlamm, der fast $350 \text{ NI kg}_{\text{OTR}}^{-1}$ ergab. Der Methangehalt im Faulgas sowie der organische Abbaugrad waren für beide Schlämme sehr ähnlich und für reinen Überschussschlamm (ÜSS) sehr hoch, was auf ein geringes Schlammalter in der konventionellen Biologie hinweist.

Bei gleicher Polymerdosierung (ca. $13 \text{ g}_{\text{WS}} \text{ kg}_{\text{TS}}^{-1}$) konnte im ausgefaulten konventionellen Schlamm ein Trockensubstanz (TS)-Gehalt von knapp 2% erreicht werden, während der Nereda-Schlamm auf knapp 1,5% eingedickt werden konnte. Der Bio-P-Schlamm enthält erwartungsgemäss einen höheren Anteil an Proteinen in Form von exopolymeren Substanzen (EPS), die Wasser binden und damit weniger gut entwässert werden können. Auf einer anderen Nereda-Anlage im Ausland erhielt man genau entgegengesetzte Ergebnisse. Um den Schlamm auf rund 0,6% TS einzudicken, war beim Nereda-Schlamm nur rund die Hälfte der Polymermenge im Vergleich zum konventionellen Belebtschlamm nötig (ca. $2,5 \text{ g}_{\text{WS}} \text{ kg}_{\text{TS}}^{-1}$).

Die Unterschiede zwischen den beiden Schlämmen sind insgesamt klein. Die unterschiedlichen Ergebnisse sind dabei eher auf die umfassende biologische Phosphorelimination als auf das Verfahren mit granulierter Biomasse zurückzuführen. Ähnliche Werte sind für andere Bio-P-Schlämme ebenfalls zu erwarten.

	SBR	Nereda
Anzahl Becken	4	3
Volumen pro Becken	4100 m^3	3300 m^3
Gesamtes Beckenvolumen	16400 m^3	9900 m^3
Gesamte Beckenfläche	2300 m^2	1400 m^2
Erwartete Stickstoffelimination	70% Sommer 0% Winter	85% durchgehend
Phosphorelimination	Fällung	Bio-P > 75% Fällung < 25%

Tab. 3 Vergleich Auslegung SBR- und Nereda-Verfahren (Beispiel ARA Sarneraatal)

Comparaison entre les configurations du procédé SBR et celles du procédé Nereda (exemple STEP Sarneraatal)

AUF EINEN BLICK

Das Nereda-Verfahren auf Basis von aerobem granuliertem Schlamm erwies sich in den Pilotversuchen auf der ARA Kloten-Opfikon als leistungsfähiges und stabiles biologisches Abwasserbehandlungsverfahren. Zwei kommunale Kläranlagen mit einer totalen Ausbaugrösse von gut 200 000 EGW sind in der Schweiz in Planung resp. im Bau.

WICHTIGSTE VORTEILE DES VERFAHRENS

- geringer Volumen- und Flächenbedarf (ca. 50% eines SBR)
- Flexibilität eines Batchverfahrens (SBR)
- hohe biologische Nährstoffelimination ganzjährig (Stickstoff und Phosphor)
- geringer Ressourcenverbrauch im Betrieb (Energie, Chemie)
- robustes Verfahren mit rasant wachsender Anzahl Referenzen weltweit

WEITERE INFORMATIONEN

www.wabag.net

www.royalhaskoningdhv.com/nereda

GROSSANLAGEN IN DER SCHWEIZ IM BAU

ARA SARNERAATAL

Die ARA Sarneraatal mit einer zukünftigen Ausbaugrösse von 65 000 Einwohnergleichwerten (EGW) wird zurzeit umfassend erneuert und erweitert. Für die Anlage wurden je eine Auslegung für das SBR- und das Nereda-Verfahren erstellt und gerechnet und entsprechend sind auch die typischen Unterschiede genau bekannt (Tab. 3). Sepp Amgarten, Geschäftsführer des Entsorgungszweckverbandes Obwalden, begründet den Entscheid für Nereda wie folgt: «Die Art des Verfahrens, die erfolgreichen Tests unter schweizerischen Verhältnissen, das kleinere Bauvolumen, der Mindereinsatz von Fällmittel sowie die geringere Störanfälligkeit der Mikroorganismen bei Ausfällen der Sauerstoffzufuhr (Stromausfälle) haben uns vom Nereda-Verfahren vollends überzeugt.» Aus Tabelle 3 geht hervor, dass die Volumen- und Flächeneinsparung von Nereda gegenüber einem optimierten SBR-Design rund 40% beträgt. Die Ablaufwerte sind durch höhere und ganzjährige Stickstoffelimination jedoch besser und ausserdem sind die Betriebskosten insbesondere aufgrund des reduzierten Fällmittelbedarfs tiefer.

Die Anlage verfügt über einen kleinen Zulaufpuffer, der aus dem SBR-Konzept übernommen wurde. Die Reaktoren werden folglich intermittierend beschickt. Die Anlage befindet sich zurzeit im Bau und wird im Frühjahr 2018 in Betrieb gehen.

ARA KLOTEN-OPFIKON

Die ARA Kloten-Opfikon wird in den kommenden Jahren ebenfalls umfassend erneuert und die biologische Reinigungsstufe von 54 000 auf 125 000 EGW ausgebaut. Die Grenzwerte im Ablauf der Biologie sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Michael Kasper, Geschäftsführer der Abwasserreinigung Kloten-Opfikon, konnte das Verfahren auf der eigenen Anlage testen: «Aufgrund der beengten Platzverhältnisse müssen wir für den anstehenden Ausbau auf 125 000 EGW ein platzsparendes biologisches Verfahren einsetzen. Das Nereda-Verfahren be-

nötigt nur 60% des Reaktorvolumens im Vergleich zum klassischen SBR-Verfahren und übertrifft dessen Flexibilität und Leistungsfähigkeit. Dies wurde in einem einjährigen Pilotversuch auf der ARA Kloten-Opfikon eindrücklich bestätigt.»

Dank dem platzsparenden Verfahren ist eine Erweiterung auf die gut doppelte Ausbaugrösse auf der Fläche der bestehenden biologischen Reinigung möglich. Die bestehenden rechteckigen Belebtschlammbecken und Nachklärbecken werden weiterverwendet und zu Nereda-Reaktoren umgebaut und erhöht.

Die vier zukünftigen Biologie-Reaktoren werden ohne Puffer nacheinander beschickt, wodurch das biologisch gereinigte Abwasser ebenfalls gleichmässig anfällt und die nachfolgende EMV³-Stufe mit Filtration kontinuierlich beschickt werden kann. Die Biologie wird im laufenden Betrieb umgebaut und stufenweise zwischen 2021 und 2024 in Betrieb gehen.

ANWENDUNGEN WELTWEIT

Weltweit sind zurzeit 26 kommunale Kläranlagen mit dem Nereda-Verfahren in Betrieb oder im Bau. Die meisten davon stehen in Europa, weitere auch in Südafrika, Südamerika und Australien. Die älteste kommunale Referenz ist seit 2009 in Betrieb. Das Verfahren eignet sich aufgrund der Kompaktheit auch sehr gut für die Kapazitätserweiterung von bestehenden Anlagen. Aktuell wird zum Beispiel die Kläranlage von Dublin, eine der grössten kommunalen Kläranlagen der Welt, vom SBR zum Nereda-Verfahren umgebaut. Die Ausbaukapazität wird nach Abschluss der Arbeiten bei 2,4 Mio. EGW liegen. Als aussichtsreiche Verfahrenskombination hat sich auch die Kombination von konventioneller Biologie und Nereda-Verfahren gezeigt, die auf einer kommunalen Anlage umgesetzt ist. Um mehr Reinigungskapazität zu schaffen, wurde zusätzlich zur konventionellen Biologie eine eigenständige Nereda-Linie gebaut. Regelmässig wird Schlamm aus den Nereda-Reaktoren in die konventionelle Belebtschlammbiologie zugegeben, wodurch sich die Schlammbesetzungsleistungen auf der bestehenden Anlage bedeutend verbessert haben und die Leistung entsprechend auch auf dieser Teilanlage vergrössert werden konnte.

Die Technologie im Allgemeinen ist im Vergleich zu anderen biologischen Reinigungsverfahren noch jung und ist somit auf entsprechend wenig Anlagen im Einsatz. Deswegen sind die Erfahrungen mit speziellen Industrieabwässern oder besonders kalten und verdünnten Abwässern noch nicht sehr breit abgestützt. Die Zahl der Anlagen wächst weltweit jedoch rasant und damit werden auch immer neue Erkenntnisse gewonnen. Im Zweifelsfall besteht immer die Möglichkeit, die Eignung des Verfahrens für ein spezifisches Abwasser durch Tests im Pilotmassstab zu überprüfen.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] de Kreuk, M.; Heijnen, J.; van Loosdrecht, M. (2005): *Simultaneous COD, Nitrogen and Phosphate Removal by Aerobic Granular Sludge*. Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com)
- [2] Kopp, J. (2015): *Zusammenfassende Bewertung zum Einsatz thermischer Verfahren zur Optimierung der Schlammbehandlung auf der ARA Kloten*. Langede (D): *Kläranlagenberatung Kopp*
- [3] Pronk, M. et al. (2015): *Full scale performance of the aerobic granular sludge process for sewage treatment*. *Water Research* 48, S. 207-217

³ EMV = Elimination von Mikroverunreinigungen



Radarsensor
550.– CHF*

Preiswerte Füllstandmessung. Sensor für die Wasserwirtschaft.

Zuverlässige Füllstandmessung in der Wasseraufbereitung, in Pumpstationen und Regenüberlaufbecken. Durchflussmessung in offenen Gerinnen und Pegelüberwachung.

VEGAPULS WL S 61

- Messbereich bis 8 m
- Ohne Einschränkung im Freifeld einsetzbar
- Überflutungssicheres IP 68-Gehäuse
- Bedienung per Bluetooth mit Smartphone, Tablet oder PC

*Es gelten Staffelpreise:

1 bis 3 Stück 550.– CHF | 4 bis 9 Stück 10 % Rabatt |
ab 10 Stück Preis auf Anfrage

Weitere Informationen: www.vega.com/wls61

Bestellen unter Telefon +41 44 952 40 00

Auf lange Sicht **VEGA**