

Nitrifikation und Denitrifikation mit Scheibentauchkörpern

Eine Lücke bei der Abwasserreinigung im ländlichen Raum schließen

Die Anforderungen an Kläranlagen und deren Ablaufwerte steigen immer weiter, um berechtigten Forderungen kommender Generationen nach sauberem Wasser und einer intakten Umwelt auch weiterhin gerecht werden zu können. Hierbei ist die Abwasseraufbereitung im ländlichen Raum, also vom freistehenden Einzelgehöft bis zur Gemeinde mit 5.000 Einwohnern, vor besondere Herausforderungen gestellt. Hier sind zu nennen:

- stark schwankender Tagesgang im Zulauf,
- stark schwankende Belastung im Wochengang,
- saisonale Schwankungen, insbesondere in Gebieten mit viel Tourismus,
- phasenweise sehr hoch aufkonzentriertes Abwasser (niedrige absolute Höhe in Schadeinheiten, bei jedoch relativ hohen Zulaufkonzentrationen),
- komplexe Entwässerungssysteme, die durch diskontinuierliche Entwicklungsschritte (teilweise starke Schwankungen in der Bevölkerungsdichte nach oben und unten) zumeist punktuell dem Stand der Technik angepasst werden sollen,
- oftmals ist nur eine stufenweise Erschließung bis zum Endausbau möglich, teilweise geht es aber auch in die andere Richtung, und es muss stufenweise zurückgebaut werden,
- häufig stark veraltete Planunterlagen.

Zudem kämpfen ländliche Gebiet mit einer geringen Personaldecke bei steigenden Kosten.

Es werden für den ländlichen Raum also insbesondere Verfahren benötigt, die sich durch einen geringen Wartungsaufwand, Einfachheit im Betrieb und eine hohe Zuverlässigkeit auszeichnen.

Maßgebend sollte dabei immer die Wirtschaftlichkeit sein, insbesondere wenn man bedenkt, dass üblicherweise das Gros der Investition und der Betriebskosten in den Bereichen Kanalbau- und Kanalunterhalt anfällt.

Verschmutzungen und Nährstoffe effektiv und einfach beseitigen

Naturnahe Verfahren wie z. B. Pflanzenfilter und Klärteiche wurden lange Zeit genutzt, allerdings stoßen diese Systeme zusehends an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die Reinigungsleistung. Zudem verursachen diese großflächigen Teiche und Pflanzenfilter neben dem hohen Flächenverbrauch einen relativ hohen Pflegeaufwand, allein durch die Notwendigkeit des Grünschnitts. Vorhandene Kläranlagen dieser Art müssen also zunehmend ertüchtigt oder ganz ersetzt werden.

Die Herausforderung besteht hier in der geordneten effektiven Elimination von Verschmutzung und Nährstoffen aus dem Gewässer, bei gleichzeitiger technischer Einfachheit und niedriger Wartungsintensität der Anlagen. Häufig kommen hierzu unter anderem Festbettverfahren zum Einsatz, bei denen die Biomasse zur Verstoffwechslung der Inhaltsstoffe im Abwasser auf Bewuchsflächen zurückgehalten wird. Die einschlägigen Verfahren haben sich dabei insbesondere bei der aeroben biologischen Reinigung im ländlichen Raum bewährt, da diese aufgrund der kleinen Ausbaugrößen oftmals auch mit wirtschaftlichen Vorteilen einhergehen. Die verfahrensunabhängigen Erfahrungswerte zeigen dabei immer wieder, dass ein solches Festbett dem Betreiber auf Dauer Freude bereitet, sofern die zur Verfügung gestellte

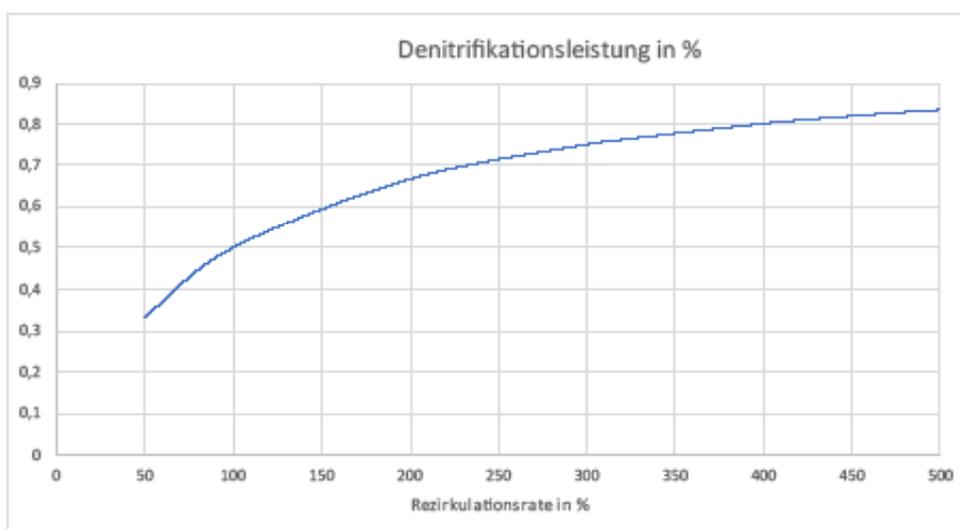


Bild 1: Darstellung der prozentualen Abbauleistung in Abhängigkeit der Rezirkulationsrate. Es ist zu erkennen, dass ab einer Rezirkulationsrate von 400 % (RV = 4) eine weitere Steigerung derselben zu nur sehr geringem Zuwachs der Denitrifikationsleistung führt.



Bild 2: Technologie mit vollständig getauchten Scheiben, übersichtlich und gut zugänglich (Leutershausen Brunst, Bayern)

Aufwuchsfläche auch auf Dauer vollumfänglich zur Verfügung gestellt werden kann, was beispielsweise bei Scheibentauchkörpern mit glatten Scheiben der Fall ist.

Bei steigenden Anforderungen an die Nährstoffreduktion stellt sich insbesondere im ländlichen Raum bei teilweise stark schwankenden Zulaufbedingungen und mitunter hoch aufkonzentriertem Abwasser die Frage der geeigneten Technologie dafür. Es werden bisweilen bei N_{ges} Grenzwerten von $< 40 \text{ mg/l}$ Stickstoff-Eliminationsraten von 75 % und mehr gefordert.

Im ländlichen Raum sind also zunehmend technische Lösungen für eine zuverlässige Denitrifikation gefragt, die betriebssicher zudem einen weitgehend autonomen Betrieb bei dünner Personaldecke ermöglichen.

Bei der Denitrifikation werden bei der anoxischen Prozessführung Nitrat-Ionen ($\text{NO}_3\text{-N}$), die während der Nitrifikation gebildet wurden, zu elementarem Luftstickstoff (N_2) abgebaut.

Durch Einstellen der Rezirkulationsrate kann die Denitrifikationsleistung nach folgender Formel gesteigert werden:

$$\text{„Abbauleistung} = n / n + 1\text{“} [n = \text{Rezirkulationsrate}]$$

Es ergibt sich also eine Kurve, die sich asymptotisch einem Grenzwert annähert (**Bild 1**). Eine Steigerung der Rezirkulationsleistung ist demnach nur bis zu einem Rezirkulationsverhältnis von üblicherweise 4 zielführend, auch hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Kohlenstoffquelle und des dafür benötigten Energieaufwands.

Bei den bei größeren Anlagen verbreiteten Belebtschlammanlagen läuft der Prozess der Nitrifikation und Denitrifikation in Becken ab, in denen entweder das Abwasser umgepumpt wird, oder aber die Belüftung des Beckens intermittierend geschaltet wird. Die Steuerung dieses Prozesses ist im Normalfall jedoch aufwändig und komplex. Es werden hohe Anfangs- als auch Wartungsinvestitionen für die Mess- und Regeltechnik benötigt. Zudem werden hohe Anforderungen an das Personal gestellt. Auch die Energiekosten sind vergleichsweise hoch, da im Vergleich zu Aufwuchsverfahren mit anteilig niedrigerem Schlammgehalt gefahren wird, und entsprechend sehr viel mehr Wasser im Prozess in Bewegung zu halten ist. Zudem ist eine Belebungsanlage darauf angewiesen, dass die Biologie aus dem Nachklärbecken dann als Rücklaufschlamm in den Prozess zurückgeführt wird. Speziell im ländlichen Raum besteht daher bei stark schwankenden Bedingungen und wechselnden Konzentrationen die Gefahr, dass die Biologie ausgespült werden kann (Schlammabtrieb). Wenn darüber hinaus noch berücksichtigt wird, dass im Belebungsprozess die Flocke durch Aufrühren oder Einblasen konstant in der Schwebe gehalten werden muss, erschließt sich der hohe Energiebedarf dieser Prozesstechnik.

Daher bietet es sich an, den Weg der Denitrifikation im ländlichen Raum mit Aufwuchs-Anlagen zu beschreiten, die aufgrund ihrer Bauart von Natur aus auf wartungsarmen und energiesparenden Betrieb ausgelegt sind. Hierbei erweisen sich Festbettsysteme wie Scheibentauchkörper von Vorteil.

Denitrifikation auf Scheibentauchkörpern

Eine der Besonderheiten bei Scheibentauchkörpern, wie auch bei anderen Festbettsystemen ist, dass die Biologie nicht in der Lösung schwebt, sondern auf Aufwuchskörpern ortsfest fixiert ist, und so nicht mit dem Abwasser ausgespült wird (**Bild 2**). Die Biomasse ist fixiert, d. h. wenn die Biomasse auf eine Verschmutzung trifft, dann trifft immer eine sehr hohe Menge an Schlamm auf nur geringe Verschmutzung. Die sich bildende Biomasse ist entsprechend robust. Zudem

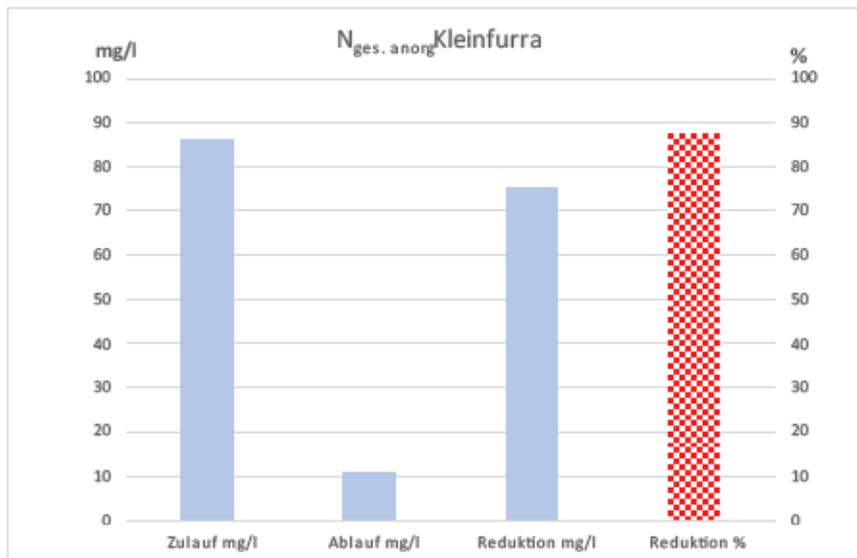


Bild 3: Mittelwerte von Zu- und Ablauf $N_{ges, \text{Anorg}}$ im Sommerhalbjahr 2020 sowie 2021 der Kläranlage „Kleinfurra“ (Thüringen)



BSB Bestimmung



QUALITY Made in GERMANY

Abwasseranalytik

- BSB wählbar 1-28 Tage
- Auch als GLP Variante - OECD 301F
- Graphische Darstellung der Messergebnisse
- Thermoschrank 2 °C - 40 °C
- Optische Sauerstoffmessung
- Normgerechte Bestimmung des Verdünnungs-BSB
- Kompatibel mit Karlsruher Flaschen NS 19/26



Lovibond® Water Testing

muss nicht die gesamte Wassermasse energieintensiv in Bewegung gehalten werden, sondern lediglich die an der Reinigung maßgeblich beteiligte Biomasse. Entscheidend ist bei diesen Systemen der dauerhaft gesicherte Schlammaustrag. Die Erfahrungswerte zeigen, dass sich die Erkenntnisse aus der aeroben Abreinigung dabei auf die anoxische Abreinigung übertragen lassen. Um die in der Planung ermittelte theoretische Oberfläche dauerhaft über Jahrzehnte hinweg zur Verfügung stellen zu können, muss das Zuwachsen der Aufwuchsflächen durch einen induzierten Schlammaustrag verhindert werden.

Bewährt haben sich dabei Verfahren, die erst gar nicht versuchen eine hohe künstliche Oberfläche darzustellen, da diese erfahrungsgemäß trotz großer Mühen dennoch vom Schlamm überwuchert wird, und letztlich ohnehin nur eine glatte Oberfläche übrig bleibt. Technisch gelöst und verfahrenstechnisch ausgereift sind Scheibentauchkörper mit glatten Scheiben und dem damit einhergehenden Schlammaustrag.

Die konsequente Weiterentwicklung dieser Anlagentechnik hat zu marktreifen und funktionstüchtigen Scheibentauchkörper-Anlagen für die Denitrifikation geführt, welche den eingangs erwähnten Ansprüchen an eine moderne und zukunftsfeste Abwasserreinigung im ländlichen Raum bei gleichzeitig geringem Wartungsaufwand gerecht werden.

Die Scheibentauchkörper-Anlagen für die Denitrifikation zeichnen sich aus durch:

- einfache Betriebsführung,
- geringe Wartung,
- weitgehend autonomen Betrieb.

Anwendung der Technologie in der Praxis

In **Bild 3** ist eine beispielhafte Anlage, die mit dieser Technologie arbeitet, dargestellt:

Grenzwerte $N_{ges} < 25 \text{ mg/l}$

Die Anlage Kleinfurra wurde 2019 erstellt und ist seit 2020 in Betrieb. Die Anlage ist auf 1.500 Einwohner bemessen und wird sukzessive erschlossen. Die Mittelwerte wurden aus den Sommermonaten 2021

und 2020 zwischen Mai und November ermittelt. Der Zulauf liegt bei 85,92 mg/l, der Ablauf bei 10,87 mg/l $N_{ges,anorg}$. Die Reduktion des $N_{ges,anorg}$ um insgesamt 87 % zwischen Zu- und Ablauf der Anlage zeigt ihre Leistungsfähigkeit deutlich auf. Die mittlere Reduktion über 2 Sommerhalbjahre liegt bei 75 mg/l. Die Daten beziehen sich nur auf den anorganischen Stickstoff. Wird der Organische Stickstoff hinzugezogen ist eine höhere Reinigungsleistung zu erwarten. Der Prozess kann dauerhaft und zuverlässig betrieben werden, da die Anlage automatisch entschlammt, und zudem für Sichtkontrollen und eventuelle Wartungen gut zugänglich ist.

Die Anlagen können als „Stand alone“ Anlagen oder aber als Anlagen zur Erhöhung und Erweiterung bestehender Anlagen, z. B. Teichanlagen oder Pflanzenfilteranlagen, eingesetzt werden. Ebenso ist eine Kombination mit Belebungsanlagen und anschließender Nitrifikation mit Scheibentauchkörpern realisierbar. Eine Integration von P-Fällung in die Anlagen ist mittlerweile Stand der Technik.

Wichtigster Faktor für den zuverlässigen Betrieb der Anlage ist die exakte Planung der Anlage anhand der geltenden Normen A222 und A281.

Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Anlagen den Anforderungen an Wartungsarmut, einfachen Betrieb und energiesparende Abwasseraufbereitung bei gleichzeitiger Erreichung geforderter Ablaufwerte entsprechen.

Damit ist die Technologie der Abwasseraufbereitung mit Scheibentauchkörpern für die Denitrifikation einen großen Schritt vorangekommen, und stellt gerade für ländliche Gebiete, wie eingangs erwähnt, eine günstige Alternative mit guten Ablaufwerten dar.

Autor:

Sebastian Lindel, Dipl. Biol.
System S&P GmbH
sebastian.lindel@system-s-and-p.de

Auf der IFAT:

Halle A1, Stand 551