

Der Koiteich ohne Biofilter (4)

Über die Selbstreinigung eines Koiteiches durch Sediment-Belebung in einem diskontinuierlichem Betrieb.

Mit Selbstreinigung definiert man einen „Vorgang, bei dem Wasserinhaltsstoffe durch die biologischen, chemischen und physikalischen Vorgänge aus dem Wasserkörper abgeschieden und so verändert werden, dass ihre nachteilige Wirkung auf die Wassergüte vermindert ist“. Die Mindestvoraussetzungen für ein Belebungsverfahren (und der Nitrifikation) sind organische Nährstoffe, das Vorhandensein von gelöstem Sauerstoff (aerobes Milieu) und kräftige Turbulenzen. Mit diskontinuierlichem Betrieb ist der ständige Wechsel zwischen Nitrifikation und Denitrifikation gemeint.

Für biologische Abwasserbehandlungen gibt es zahlreiche Verfahren. Allen Verfahren ist gemeinsam, dass sie die Lebensbedingungen für die Mikroorganismen verbessern, die für den Schadstoffabbau verantwortlich sind. Abwasserbiologen haben die Erfindungen der Natur kopiert und sind heute in der Lage, mit Unterstützung von Technik und Energie, organische Schadstoffe aus dem Abwasser viel effizienter aufzulösen in Stickstoff N₂ und Kohlenstoffdioxid CO₂, als das auf vergleichbarem Raum in der Natur möglich ist. Ein effizienter Schadstoffabbau wird erreicht, wenn zielgerichtet nicht nur nitrifiziert, sondern auch denitrifiziert wird.

Fünf wesentliche Funktionen kennzeichnen ein Belebungsverfahren: **Zulauf, Nitrifikation (Nitri), Denitrifikation (Deni), Schlammrückführung und Ablauf**. Je nach Kläranlagenkonzept variieren die mittleren Funktionen. Üblicherweise finden Nitri und Deni in getrennten Becken statt, weil sie da besser beeinflusst werden können.

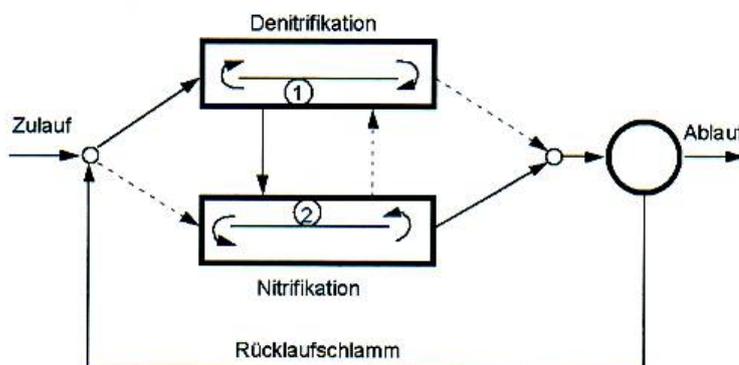


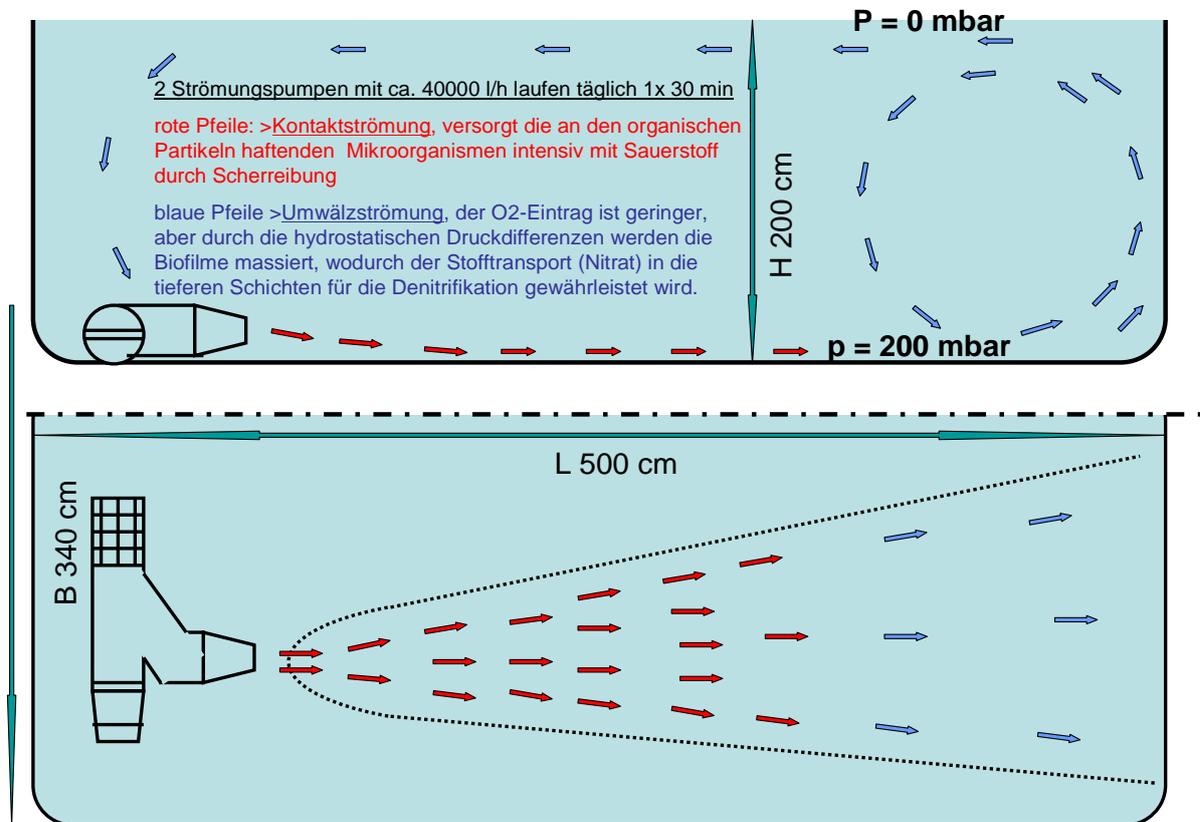
Abb. 3.33 Gekoppelte Nitrifikation und Denitrifikation im diskontinuierlichen Betrieb. Nach HENZE und BUNDGAARD aus BEVER et al. (1993).

Quelle: Röske/Uhlmann: Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung

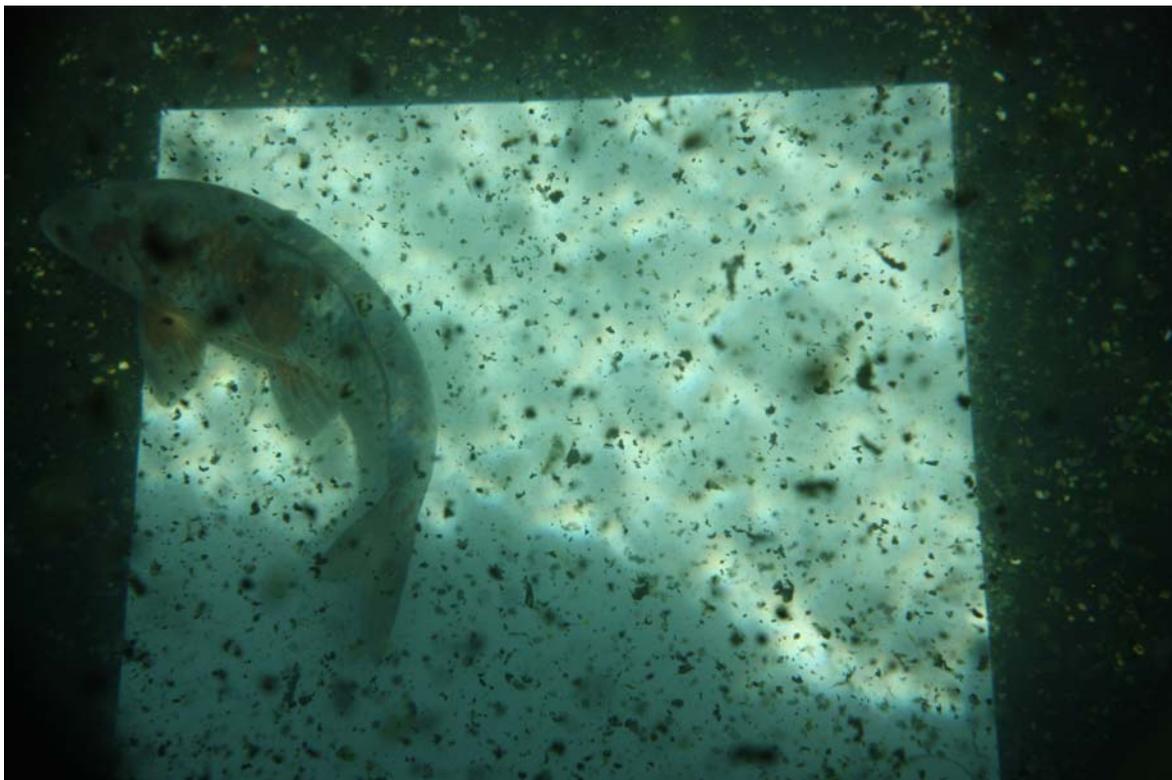
Obiges Schema zeigt aber, dass Nitri und Deni auch nacheinander in einem Becken (oder Teich) ablaufen können. Erst mit Zulauf und Sauerstoffzufuhr für die Nitri und später ohne für die Deni, im diskontinuierlichen Betrieb also. (Möglich ist auch, dass Nitri und Deni gleichzeitig ablaufen, die Nitri im Freiwasser und die Deni in der Schlammflocke).

Wenn die täglich anfallende organische Schadstoffmenge in einem Koiteich suspendiert wäre, wäre die Schlammkonzentration mehr als 1000-mal geringer als in dem Belebungsbecken einer Kläranlage. Die Dicke des Bodensatzes im Koiteich liegt im Millimeterbereich, die Klarwassersäule darüber bei 2 Meter. Das Erstaunliche ist, dass auch bei dieser geringen Schlammmenge die gleichen Mechanismen greifen wie in einer Kläranlage. Aus berufenem Mund wurde mir gesagt, dass die Mikroorganismen in ihrer Menge sich dem Nahrungsangebot anpassen. Meiner Meinung nach ist das hier beschriebene Selbstreinigungsverfahren, bei dem der Bodensatz täglich einmal kräftig aufgewirbelt wird, für Koi als Schlammspezialisten gänzlich ungefährlich. Probleme hat es dadurch in den 6 Jahre lang währenden Versuchen nicht gegeben.

Eher habe ich gelegentlich den Eindruck, dass sich die Koi vergnügen, wenn sie in der Strömung kreuzen wie ein Dingi gegen den Wind. Seit 2005 versuche ich, meinen Teich sich selbst reinigen zu lassen, indem ich gezielt die Mechanismen der Klärtechnik wirken lasse. Was 2005 und 06 nur bei Warmwetterperioden gelang, funktioniert seit 2007 bis auf die fütterungsfreien Wintermonate durchgehend.



Anordnung der Strömungspumpen



Ein weißes Blech auf dem Teichboden in 2 Meter Tiefe verdeutlicht die aufgewirbelten Substanzen. Was schlimm aussieht, ist nur halb so schlimm, Koi haben damit keine Probleme.

Zwischen einem Becken der oben schematisierten Kläranlage und den Vorgängen in meinem Teich sehe ich deutliche Parallelen. Eigentlich ist der Vergleich frivol, ich halte mir aber immer vor Augen, dass die Schlammabbauleistung in meinem Teich 1000-mal geringer sein darf als in einer Kläranlage, weil das Schlammaufkommen in meinem 30 cbm Teich entsprechend geringer ist.

Schon lange bin ich der Meinung, dass bei dem Selbstreinigungsverfahren so gut nitrifiziert wird, dass eine dezentrale biologische Wasseraufbereitung nicht mehr erforderlich ist, dafür gibt es visuelle Indizien. Die Hauptaufgabe der schlammabbauenden Mikroorganismen im Teich besteht darin, das Schlammaufkommen mit dem Schlammabbau in der Waage zu halten. Das Schlammaufkommen resultiert im Wesentlichen aus den Ausscheidungen, die sich aus 100-200 Gramm Fischfutter ergeben. Dabei erfolgt auch die Neutralisation vom Ammonium über Nitrit zum Nitrat. Weil mir das aber selbst nicht ganz geheuer vorkam, habe ich zunächst die konventionellen Biofilter parallel mit laufen lassen. Erst zu Beginn der Saison 2010 habe ich die Hemmschwelle übersprungen und das Filter-Aufwuchsmaterial Zug um Zug entfernt. Die Messwerte der relevanten Wasserparameter sind dadurch nicht schlechter geworden. Hier die wichtigsten Durchschnittswerte: Nitrit nicht nachweisbar, Sauerstoff im Mittel 8 mg/l. Bei 44 von insgesamt 48 Messungen in den letzten vier Jahren lag der pH-Wert zwischen 6,5 und 7,0. Vom Wasserversorger beziehe ich Wasser mit einer Karbonathärte KH von 1,9.

Im Folgenden erläutere ich, wie meiner Meinung nach die fünf wesentlichen Funktionen eines Belebungsverfahrens in meinem Teich wirken:

Zulauf: Wichtig für ein Belebungsverfahren ist der mehr oder weniger kontinuierliche Zulauf oder Zugang von organischen Substanzen, die den Mikroorganismen als Nahrung dienen. Hauptsächlich die täglichen Ausscheidungen der Koi ersetzen diese Funktion. Die Kontinuität wird durch halbwegs gleichmäßige Futtermengen gewährleistet.

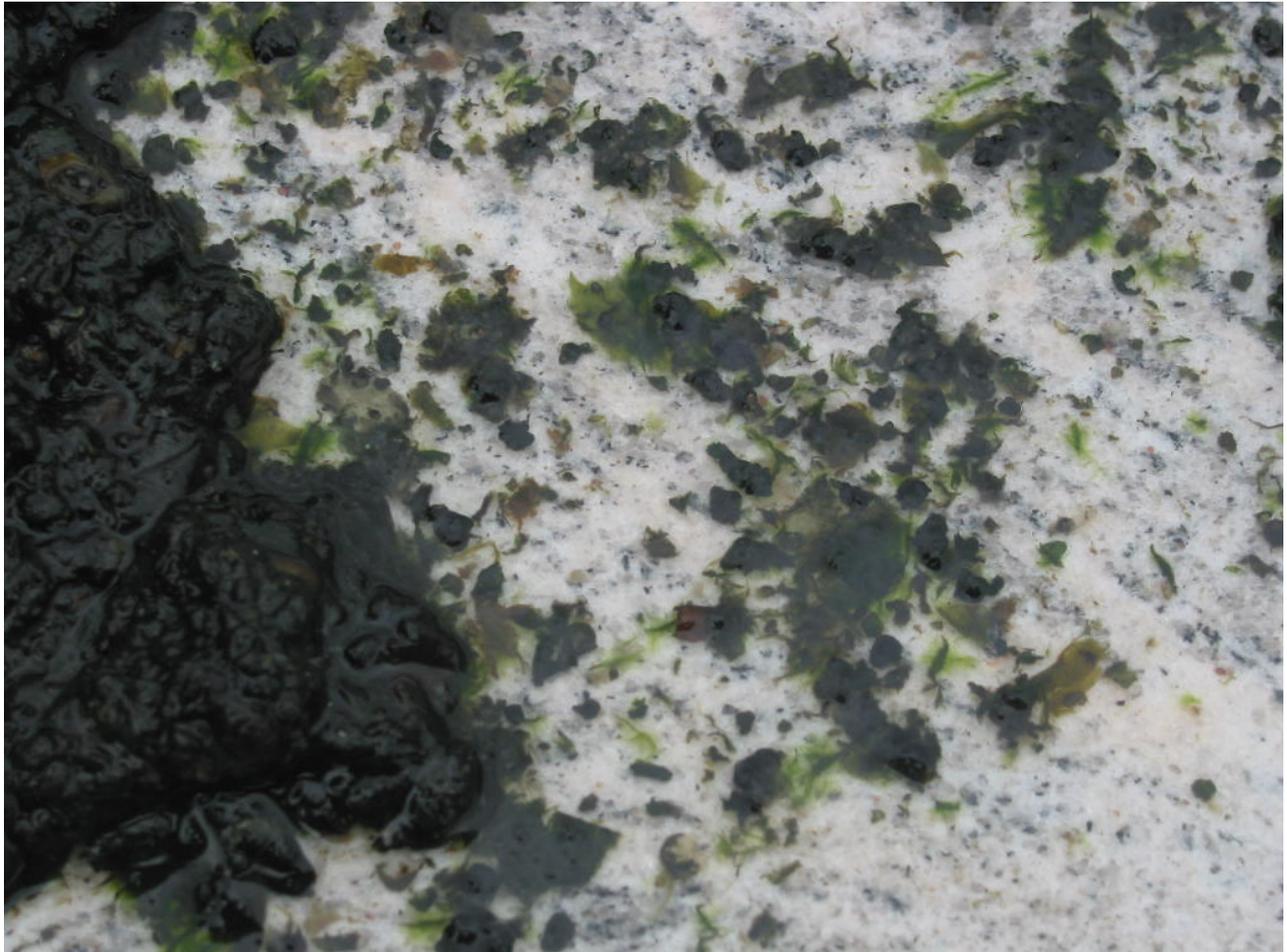
Nitrifikation: Die Mindestvoraussetzungen für eine effektive Nitrifikation sind organische Nährstoffe, das Vorhandensein von gelöstem Sauerstoff (aerobes Milieu) und kräftige Turbulenzen. Durch kräftige Strömungspumpen auf dem Teichboden werden täglich 30 Minuten lang alle organischen Substanzen aufgewirbelt, die dadurch mit Sauerstoff des Teichwassers (ca. 8 mg/l) angereichert werden. Derart angereicherten Substanzen sedimentieren wieder relativ schnell. Nitrifikanten verstoffwechseln den aufgenommenen Sauerstoff mit dem organischen Kohlenstoff C_{org} aus den Ausscheidungen zu Kohlenstoffdioxid CO₂ und Stickstoff N₂, sowie Ammonium über Nitrit zu Nitrat.

Denitrifikation: Wenn der aufgenommene Sauerstoff verbraucht worden ist, wird stattdessen das zuvor im Sediment erzeugte Nitrat veratmet. Nitrifikanten, die notgedrungen Nitrat veratmen, sind dann Denitrifikanten. Auch ihr Stoffwechselprodukt ist CO₂ und N₂. Durch die wechselseitige Nitrifikation und Denitrifikation wird Schlamm effektiv aufgelöst in CO₂ und N₂, die schließlich als Gase in die Atmosphäre entweichen. (Das Stoffwechselprodukt bei der Nitrifikation ist das Nitrat. Man kann auch sagen, dass die Nitrifikanten Nitrat ausscheiden. Mir sind keine Lebewesen bekannt, die freiwillig ihre eigenen Ausscheidungen zur wiederholten Verwertung aufnehmen. Aber ein Verdurstender in einer Wüste trinkt seinen eigenen Urin, um zu überleben. So ähnlich ergeht es den Nitrifikanten, wenn sie von der Sauerstoffatmung zur Nitratatmung übergehen).

Ich bezweifle die Meinung mancher Experten, wonach in einem Teich keine zielgerichtete Denitrifikation stattfinden kann. Meine Erfahrungen sehen so aus: Wenn die Strömungspumpen 3 bis 4-mal am Tag laufen, löst sich das Schlammaufkommen nicht vollständig auf, es kumuliert. Laufen die Strömungspumpen aber nur 1 bis 2-mal am Tag, dann halten sich Schlammaufkommen und Schlammabbau die Waage. „In der Ruhe liegt die Kraft!“ heißt es so schön, hier heißt es besser:

„In der längeren Ruhezeit liegt die Kraft zur Deni!“ Mit Messwerten kann ich meine Überlegungen nicht stützen, sie basieren nur auf visuellen Eindrücken.

Schlammrückführung: Bei biologischen Prozessen ist das Animpfen mit einer reifen Bakterienkultur sehr wichtig, in Kläranlagen wird das durch die Schlammrückführung gewährleistet. Bei biologischen Prozessen hat das Animpfen eine lange Tradition, schon vor 6000 Jahren wurde so Sauerteig hergestellt. Weil es im Teich keine Schlammrückführung gibt, muss diese Funktion durch ein wirkungsgleiches Äquivalent ersetzt werden. Dabei hilft ein glücklicher Zufall:



spinatartiger Bodensatz

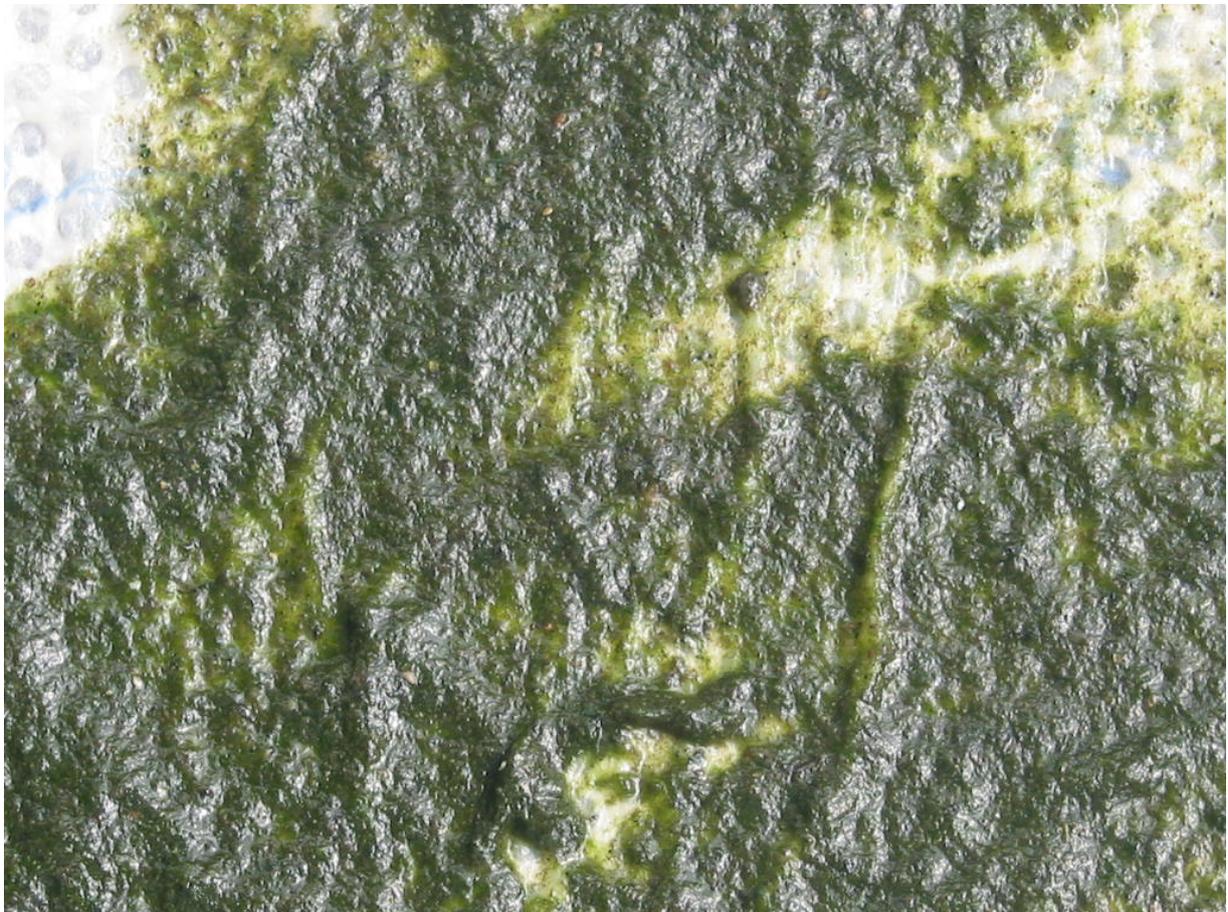
Üblicherweise stellt sich in einem Koiteich ein kotiger Bodensatz ein. Aber durch das Selbstreinigungs-Verfahren stellt sich nach einem längeren Zeitraum ein spezieller Bodensatz ein. Er stinkt nicht, riecht eher erdig frisch und sieht fast aus wie Spinat. Die Ausscheidungen der Koi lösen sich in diesem biologisch aktiven Teichbodenmilieu relativ schnell auf. Nicht so schnell lösen sich die spinatartigen Flocken vom Folienbelag auf. Unterm Mikroskop sind neben Algen auch Fasern zu erkennen, die können meiner Meinung nach nur von den Rohfasern stammen, die dem Fischfutter zusammen mit Rohasche als Ballaststoffe beigemischt werden. Algen werden biologisch nur schwer abgebaut und Rohfasern gar nicht. Die Fasern verfestigen sich auf dem Teichboden und lösen sich von Zeit zu Zeit. Die Belagflocken, die durch die Strömungspumpen zerkleinert werden, bilden in den Randzonen ein ideales Geflecht aus Algen und Fasern, in dem sich vermutlich die Nitrifikanten ansiedeln.

Dieser spezielle Bodensatz erfüllt meiner Meinung nach die Funktion des Animpfens. Wenn diese Partikel aufgewirbelt und scharf angeströmt werden, werden Sauerstoffmoleküle in die

umhüllenden Biofilme einmassiert. Im Zusammenwirken mit dem organischen Kohlenstoff aus den Ausscheidungen wird dann nitrifiziert.

Wenn der Sauerstoff innerhalb der Schlammflocke aufgebraucht ist, dann bekommen die obligaten Anaerobier ein Problem. Im Ruhezustand wirkt ein Biofilm wie eine Sperrschicht gegen die Diffusion von Sauerstoff. Eine sauerstoffhaltige Wassersäule hat somit kaum Einfluss auf die Sedimente. Die Denitrifikanten veratmen dann den chemisch gebundenen Sauerstoff aus dem zuvor von den Nitrifikanten erzeugten Nitratsauerstoff NO_3 . Auch für diesen Vorgang, der Denitrifikation genannt wird, ist organischer Kohlenstoff erforderlich. Nitrifikanten sind nur Nitrosomas und Nitrobacter, denitrifizieren können aber fast alle Bakterien.

Ablauf: Einen Ablauf wie in einer Kläranlage gibt es in der Regel in einem Koiteich nicht. Der Ablauf in einer Kläranlage soll auch den Biomassenüberschuss und den mineralisierte Restschlamm abführen. Diese Funktion übernehmen in meinem Teich ein Schlammabscheider und ein Trommelfilter. Der Schlammabscheider ist im Prinzip ein Bodenablauf, der aber nur einmal am Tag mit 15 Liter Teichwasser gespült wird.



Weil sich im Teichwasser bei Lichteinfall ständig Schwebealgen bilden und weil klares Wasser gewünscht wird, werden die Schwebealgen kontinuierlich mit einem Trommelfilter herausgefiltert. Das Teichwasser wird 40 cm unter der Wasseroberfläche angesaugt und über Schwerkraft dem Trommelfilter zugeführt.

In meinem Teich wird durch die verfahrensbedingte CO_2 Produktion der pH-Wert im Neutralbereich soweit stabilisiert, dass Fadenalgen in den letzten Jahren nie ein Problem waren. Das Selbstreinigungsverfahren ist quasi wartungsfrei, erzeugt hervorragende Wasserparameter, ist energieeffizient und kostengünstig. Das Verfahren ist denkbar einfach zu realisieren (zwei kräftige Strömungspumpen, die den Teichboden tangential anströmen, und eine Zeitschaltuhr). Von der Anlage und Ausstattung her ist nicht jeder Teich für das Verfahren geeignet und ganz

ungefährlich ist es auch nicht. Gerade zu Beginn kann es zu einer Entgleisung kommen, bei der der pH-Wert über Nacht von 7,0 auf 5,0 fallen kann. Auf alle Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen, aber ohne eingehende Beratung sollte es niemand nachahmen.

Zug um Zug sind Filterbürsten, Japanmatten, Biofilmreaktor usw. bei mir im Container gelandet. Die Abwasserbiologie ist ein umfangreiches und kompliziertes Wissensgebiet. Da ich kein Abwasserbiologe bin, sind meine Ausführungen teilweise spekulativ. Mit Messwerten kann ich meine Erläuterungen nicht stützen. Sicher wird sich mancher an meinen Vorstellungen und Formulierungen reiben.

Entscheidend aber ist für mich, dass nach meinen Vorstellungen das erwartete Ergebnis eintritt, nämlich die Teichselbstreinigung!

Ferbruar 2011
Erhard von Oepen
erhard.vonoepen@t-online.de