

Erfahrungen mit Bodenfilteranlagen in Deutschland

Heribert Rustige, AKUT Umweltschutz Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin/ Biesenthal
e-mail/ web: rustige@akut-umwelt.de

Historie und Definition

Aufbauend auf den Pionierarbeiten zur Abwasserbehandlung mit Pflanzenbeeten in den 60er und 70er Jahren liegen nun zahlreiche Erfahrungen vor. Aus der Vielzahl der Verfahrensentwicklungen und aus den anfangs sehr widersprüchlichen Forschungsergebnissen haben sich in den vergangenen 5 Jahren Verfahrenstechniken, Bemessungskriterien und Betriebshinweise für Pflanzenkläranlagen ergeben, die zukünftig eine zuverlässigere Planung mit hohen chemisch-biologischen Reinigungsergebnissen erwarten lassen.

Dieser Beitrag befasst sich deshalb mit den „Bewachsenen Bodenfiltern“ als wichtigstem Pflanzenkläranlagenverfahren im deutschsprachigen Raum. Hiermit soll wissenschaftlich und sprachlich eine Unterscheidung zu hydrobotanischen Kläranlagen, Schilfbeetanlagen, Wurzelraumanlagen und zahlreichen weiteren Pflanzenkläranlagentypen zum Ausdruck gebracht werden.

Bei diesen Bewachsenen Bodenfiltern handelt es sich um Reaktoren, die in der Regel mit einem Festbett aus sandigem Material gefüllt und meist mit Schilf bewachsen sind und entweder vertikal oder horizontal von feststofffreiem Abwasser durchströmt werden. Während ursprünglich den eingesetzten Pflanzen ein wesentlicher Einfluss auf die Abwasserreinigung zugeschrieben wurde, zeigen neuere Arbeiten, dass eher die mikrobiologischen Prozesse im durchströmten Boden für die Abbauprozesse verantwortlich sind und den Schilfpflanzen nur eine unterstützende Funktion zugesprochen werden kann. Der Reinigungsprozess kann zusätzlich durch die Zusammensetzung des Filtermediums und durch die Art der Betriebsführung (intermittierende und alternierende Beschickung von parallelen vertikal durchströmten Bodenfiltern) gesteuert werden.

Beispiele und Anwendungen

Bewachsene Bodenfilter kommen in Deutschland in der Regel in kleinen Gemeinden unter 500 EW zum Einsatz. Zunehmend werden Kombinationsanlagen mit Teichen oder anderen technischen Reinigungsstufen errichtet, um die steigenden Anforderungen an den Gewässerschutz auch bei kleinen Kläranlagen bis etwa 5000 EW erfüllen zu können. Hauptfunktion der meist nachgeschalteten Bodenfilter besteht dann in einer weitergehenden Nitrifikation oder Phosphorelimination und ein Schutz des Gewässers vor Stoßbelastungen aus der technischen Klärstufe durch sogenannte „Polzeifilter“. Ein weiterer Einsatzzweck von Bewachsenen Bodenfiltern ist die simultane Hygienisierung des Abwassers, die mit der biologischen Reinigung einhergeht. Dadurch können oftmals vorhandene kleine Kläranlagen in kritischen Einzugsgebieten zur Trinkwassergewinnung oder Badegewässern wirksam saniert werden. Schließlich werden Bewachsene Bodenfilter direkt zur ökologischen und chlorfreien Badewasseraufbereitung in Freibädern eingesetzt.

Reinigungsleistung

Die ermittelte Reinigungsleistung der vorgestellten Forschungs- und Demonstrationsanlagen zeigt, dass mit diesem Verfahren schon bei kleinsten Kläranlagen sehr geringe Ablaufkonzentrationen an organischen Inhaltsstoffen, Ammonium- und Gesamtstickstoff und Phosphor sowie von pathogenen Keimen erzielt werden können. Wichtig ist eine ausreichende Sauerstoffversorgung, die durch eine ausreichende Oberfläche und eine geeignete Betriebsführung oder automatische Steuerung verbessert werden kann

Überblick über die praktischen Erfahrungen mit in Polen eingerichteten Feuchtgebieten (Abwasser- und Regenwasserbehandlung)

Hanna Obarska-Pempkowiak

Fakultät für Wasser- und Umwelttechnik, Technische Universität Danzig,
ul. G.Narutowicza 11/12, 80-952 Gdansk-Wrzeszcz, POLAND

Zusammenfassung

Heute werden mehr als 100 eingerichtete Feuchtgebiete in Polen genutzt. Die meisten sind einstufige hydrophile Systeme mit einer horizontalen oberflächennahen Grundwasserströmung. Solche eingerichteten Feuchtgebiete sichern eine hohe Wirksamkeit bei der Eliminierung organischer Stoffe (BSV_5 , CSV_{Cr}) und Schwebstoffe, die Wirksamkeit der Eliminierung von Stickstoffverbindungen schwankt jedoch zwischen 20 und 80 % und ist in vielen Fällen unzureichend.

Es wurde nachgewiesen, dass in Systemen mit mindestens zwei Schichten mit horizontalem und vertikalem Abwasserstrom, den sogenannten hybriden Feuchtgebieten, eine höhere Wirksamkeit bei der Stickstoffeliminierung möglich ist.

Im Zeitraum von 1997 bis 1999 wurden Messungen der Eliminierung von Verunreinigungen in hybriden Schilffeuchtgebietssystemen, die sich aus HF-CW- und CF-CW-Filtern zusammensetzen, in Darzlubie, Sarbsko und Wiklino in der Pommerschen Wojewodschaft durchgeführt. Es war so eingerichtet worden, dass in den HF-Filtern eine ausreichende Eliminierung organischer Stoffe (70 – 90%) erfolgte. Die Stickstoffeliminierung erfolgte in VF- und HF-Schichten (Denitrifikation), die als zweite und dritte Stufe der biologischen Abwasserreinigung angewendet wurden. Die Stickstoffeliminierung war durch die Wirksamkeit des Nitrifizierungsprozesses in VF-Schichten in Feuchtgebieten begrenzt.

Eine Neuanwendung der eingerichteten Feuchtgebiete ist die Eliminierung von Verunreinigungen aus Oberflächenquellen. Vor kurzem wurden drei Feuchtgebiete in der Danziger Region eingerichtet, um Ströme vor Verunreinigung zu schützen, die durch Regenwasser verursacht wird, das aus den umliegenden Oberflächenbereichen zufließt. Zwei davon haben zu einer Verbesserung der Qualität der Meeresküstengewässer in Sopot und Oliva beigetragen. Das dritte wurde eingerichtet, um die Trinkwasserentnahme für die Stadt Danzig zu schützen. Diese Anlagen haben sich als sehr wirksam bei der Eliminierung von Nährstoffen und in gewissem Maße von mikrobiologischen Verunreinigungen (E. coli-Bakterien) erwiesen.

Referat über die Entwicklung und Erfahrungen mit Wurzelraumkläranlagen in der Tschechischen Republik

Terezie Kovariková

1) Gesamtsituation der Abwasserbehandlung in der Tschechischen Republik

Gegenwärtig wird im Einklang mit den Beitrittsvorbereitungen der Tschechischen Republik (weiter CR) zur EU die Errichtung bzw. Intensivierung großer und mittlerer Verschmutzungsquellen, d. h. von über 2000 Einwohnergleichwerten, unterstützt. Mit dem Jahr 1992 fingen die Gemeinden und Städte an, im Bereich Abwassereinleitung und -behandlung eine bedeutend aktivere Rolle zu spielen. Der Grund dafür, warum Gemeinden bis 2000 Einwohner trotz begrenzter Möglichkeiten, eine staatliche Förderung zu erhalten, nach Finanzierungsmöglichkeiten für die Errichtung einer Abwasserkanalisation- und Kläranlage suchen, sind verschieden. Hauptgrund ist die Zahlung von Strafen für die Einleitung von Verunreinigungen. Desweiteren kann es die Hemmung von Bau und Entwicklung der Gemeinde oder Eigeninitiative der Bürgermeister und Bürger sein.

2) Nutzungsmöglichkeiten der Wurzelraumkläranlagen

Gegenwärtig sind mindestens 120 Wurzelraumkläranlagen registriert, und dies fast ausschließlich zur Behandlung von Schmutzwasser (meist als zweite Abwasserklärstufe und ca. 6 als dritte Nachklärstufe bei klassischen Abwasserbehandlungsanlagen). Die Möglichkeiten, eine finanzielle Unterstützung für den Bau einer Wurzelraumkläranlage zu erhalten, beschränken sich gegenwärtig fast ausschließlich auf die Programme des Umweltministeriums. Für den Bau benötigt man eine sog. wasserrechtliche Genehmigung vom zuständigen Amt, welches das Kreisumweltreferat ist. Dieses fordert die Stellungnahmen von weiteren Institutionen an, wie von der Verwaltung des Einzugsgebietes, der Hygieneverwaltung und der Umweltinspektion. Die Einstellung des Umweltreferats und der übrigen erwähnten Institutionen zu dieser Technologie ist jedoch nicht einheitlich.

3) Entwicklung der Nutzung von Wurzelraumkläranlagen in der CR

Die Nutzungsmöglichkeiten von Sumpfpflanzen für die Abwasserreinigung wurde bereits in den sechziger und siebziger Jahren auf dem Gebiet der früheren Tschechoslowakei untersucht. Wurzelraumkläranlagen werden erstmals im Jahr 1987 erwähnt. Im darauffolgenden Jahr lief in der zentralen Kläranlage von Prag eine Halbbetriebseinheit an, und 1989 wurde der Betrieb in der ersten vollbetriebsfähigen Wurzelraumkläranlage in Petrov bei Jílové aufgenommen. Zum tatsächlichen Durchbruch kam es 1993, wo 14 Wurzelraumkläranlagen errichtet wurden und in jedem darauffolgenden Jahr mindestens 10. Ein positiver Schritt zu einer möglichen breiteren Anwendung von Wurzelraumkläranlagen war die Erteilung eines Hygieneattests für das Musterprojekt einer Wurzelraumkläranlage aus dem Jahr 1994 (die Möglichkeit, ein Hygieneattest zu vergeben, wurde jedoch durch das neue Baugesetz 1998 aufgehoben) und die Erwähnung der Wurzelraumkläranlage im neu überarbeiteten tschechischen technischen Standard „Abwasserbehandlungsanlagen bis 500 Einwohnergleichwerte“ aus dem Jahr 1997. Leider ist keine größere Informationsmenge über die Projektierung von Wurzelraumkläranlagen in den Standard eingegangen, und mehrere Versuche, ein „Kochbuch“ für die Projektierung zu erarbeiten, wurden nicht bis zum Endstadium fertiggestellt. Die Projektanten verwenden also nach wie vor die europäische Richtlinie für die Projektierung von Wurzelraumkläranlagen aus dem Jahre 1990. Und gerade die Tatsache, daß es kein Handbuch für die Projektierung unter tschechischen Bedingungen gibt, verbunden mit der Vorstellung mancher Projektierungsfirmen, daß es sich um eine einfache Technologie handelt, über die man nicht viel wissen muß, führte im Anfangsstadium in einigen Fällen zu einer fehlerhaften Projektlösung. Manche Projekte erhielten leider eine Baugenehmigung und mußten nach einiger Zeit rekonstruiert werden.

Auch der mangelhafte Informationsstand der Bürgermeister bzw. ihr laxes Herangehen haben in einigen Fällen zu Unterlassungen geführt, mit dem Ergebnis, daß sich nicht nur die ästhetische Wirkung der Wurzelraumkläranlage verschlechtert hat, sondern vor allem die Reinigungsfunktion der Wurzelraumkläranlage (z. Bsp. unregelmäßiger Ausgleich des Faulraumes, vernachlässigte Pflege des Wurzelraumes). In den letzten Jahren haben sich einige Projektierungsfirmen herauskristallisiert, die bereits über mehrjährige Erfahrungen bei der Projektierung von Wurzelraumkläranlagen verfügen und die auch erfahrene Baufirmen ausgewählt haben.

4) Beschreibung der projektierten Wurzelraumkläranlagen

Obwohl bereits von Anfang an in den in Tschechien erschienenen Publikationen und Artikeln in der Regel verschiedene Konstruktionstypen für Wurzelraumkläranlagen angeführt wurden, werden fast ausschließlich nur horizontal durchströmte Systeme gebaut. Dieses System hat dank der mehr als zehnjährigen Anwendung ein Niveau erreicht, wobei anhand der Erfahrungen und Referenzen bestimmte Standards entstanden sind. Wurzelraumkläranlagen werden sowohl an Trenn- als auch an Mischkanalisationen projektiert. Eine der Hauptbedingungen für eine gute Funktion des Filtrationsraumes ist die Projektierung einer geeigneten mechanischen Vorreinigung. In der CR tauchen vor allem folgende Kombinationen auf: Faulraum (kleine Quellen), Rechen + zweistöckiges Absetz- und Faulbecken (Trennkanalisation), Rechen + Sand- und Geröllfang + Fettabscheider + zweistöckiges Absetz- und Faulbecken (Mischkanalisation). Als Füllung für den Filtrationskörper wird Schotter verwendet (Fraktion 4-8-16mm), im Verteilungs- und Sammelteil des Filtrationskörpers dann Gesteinsgemische (60-125 mm). Bei manchen älteren Wurzelraumkläranlagen ist das Filtrationsmaterial aus Sand oder Kies. Von den Sumpfpflanzen dominieren Schilf (*Phragmites australis*) und Glanzgras (*Phalaris arundinacea*), weniger häufig wird Schwaden (*Glyceria maxima*) und Rohrkolben (*Typha latifolia*) eingesetzt. Interessant ist die Kombination von Glanzgras und Schilf in Streifen. Die Investitionskosten für die Errichtung einer Wurzelraumkläranlage sind mit einer klassischen Abwasserbehandlungsanlage vergleichbar. Interessant ist jedoch ein Vergleich der Betriebskosten. Hier ist die Wurzelraumkläranlage weitaus günstiger als eine klassische Abwasserbehandlungsanlage. Dies kommt vor allem daher, daß in der CR bisher keine Wurzelraumkläranlage Elektroenergie benötigt.

5) Beispiele für Wurzelraumkläranlagen

Spálené Porčí – Bezirk Westböhmen; seit 1992 in Betrieb; Reinigung von kommunalem Schmutz- und Regenwasser (500 Einwohnergleichwerte); die mechanische Vorreinigung besteht aus Rechen, Geröllfang und zweistöckigem Absetz- und Faulbecken; die biologische Stufe wird durch 4 Wurzelraumkörper gewährleistet (Gesamtfläche 2500 m²), die mit Schilf und Glanzgras (in Streifen) bestückt sind. Gegenwärtig wird die Kläranlage erweitert.

Zásada – Bezirk Nordböhmen; seit 1995 in Betrieb; Reinigung von kommunalem Schmutzwasser (400 Einwohnergleichwerte, Projekt für 800 Einwohnergleichwerte); die mechanische Vorreinigung besteht aus Rechen, einem zweistöckigen Absetz- und Faulbecken, und die biologische Stufe bilden 2 Wurzelraumkörper (Gesamtfläche 1892 m²), die mit Glanzgras bestückt sind. Gegenwärtig sucht man nach finanzieller Unterstützung für den Bau der zweiten Etappe. **Nemcicky** – Bezirk Südböhmen; seit 1994 im Probetrieb; Reinigung von kommunalem Schmutzwasser (640 Einwohnergleichwerte); die mechanische Vorreinigung besteht aus Rechen, einem Sandfang und dem Faulraum; die biologische Stufe wird durch 2 parallel angeschlossene Wurzelraumkörper gewährleistet (Gesamtfläche 1850 m²), die mit Schilf bestückt sind. Für die Nachklärung wurde ein biologisches Nachklärbecken projektiert. Aufgrund einer falschen Einschätzung der in die Kläranlage eingeleiteten Verschmutzung und der schlechten Funktion der mechanischen Vorklärung sind die Wurzelraumkörper zum größten Teil aufgelandet. Gegenwärtig wird ein Projekt für den Bau einer neuen klassischen Kläranlage erstellt.

Schlußfolgerung und Zukunftsperspektive

Die Wurzelraumkläranlagen haben in den letzten mehr als zehn Jahren sicherlich einen festen Stand im Abwasserbehandlungsangebot für kleine Gemeinden erobert, und dies trotz gewisser Schwierigkeiten bei der Durchsetzung. Meiner Meinung nach muß mit der Vorbereitung von Unterlagen für den möglichen Einsatz auch weiterer bekannter Systeme begonnen werden, die nicht nur die Beseitigung organischer Verunreinigungen und von ungelösten Stoffen ermöglichen, sondern auch von Nutrienten, d. h. Vertikalsysteme und ihre Kombination mit Horizontalsystemen. Weiterhin die Erarbeitung eines Handbuches für die Bürgermeister (über die Nutzungsmöglichkeiten von Wurzelraumkläranlagen und die notwendigen Bedingungen für den Betrieb einer Wurzelraumkläranlage) sowie eines Handbuches für Projektanten (wo die mehr als zehnjährigen Erfahrungen bei der Projektierung von Wurzelkläranlagen in Tschechien zusammengefaßt und Projektierungsempfehlungen auch für andere als horizontal durchströmte Systeme erstellt werden sollten).

Abschließend möchte ich Herrn Vymazal für seine Unterstützung und die Bereitstellung von Material danken.

Literatur

- J. Vymazal, H.Brix, P.F. Cooper, M.B. Green & R. Haberl, 1998: Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in Europa. Backhuys Publishers, Leiden, Niederlande
- J. Vymazal, 1995: Abwasserbehandlung in Wurzelraumkläranlagen, ENVI s.r.o., Trebon, Tschechische Republik
- J. Šálek, 1999: Projektierung und Betrieb von Wurzelraumkläranlagen, Institut für Informationen aus der Land- und Lebensmittelwirtschaft, Prag
- Neue Erkenntnisse bei der Lösung von Wurzelraumkläranlagen, Sammlung von Seminarvorlesungen, FAST VUT Brno, Brno 1998, Tschechische Republik
- Natürliche Klärverfahren und Abwassernutzung II, Sammlung von Seminarvorlesungen, FAST VUT Brno, Brno 2001, Tschechische Republik
- Tschechischer technischer Standard „Abwasserbehandlungsanlagen bis 500 Einwohnergleichwerte (CSN 756402), Tschechisches Institut für Standardisierung, 1997, Tschechische Republik

NATÜRLICHE ABWASSERREINIGUNG: UNGARISCHE ERFAHRUNGEN

SZILÁGYI, Ferenc wissenschaftlicher Mitarbeiter

SZABÓ, Anita, PhD Student

OSZTOICS, András, PhD Student

Technische Universität Budapest, Fachbereich Sanitär- und Umwelttechnik, H-1111 Budapest
Muegyetem rkp. 3., Ungarn, Tel.: +36 1 463 1535, Fax: +36 1 463 3753, E-mail:
szilagyi@vcst.bme.hu

Zusammenfassung

Ziel des Artikels ist die Vorstellung der ungarischen Erfahrungen im Bereich natürlicher Abwasserbehandlungssysteme unter besonderer Bezugnahme auf Behandlungsanlagen für den Wurzelbereich (RZTP). In Ungarn gibt es heute über 70 natürliche Behandlungsanlagen. Am meisten verbreitet sind Teiche, Bewässerung von Pappelbeständen mit Abwasser und auch einige Feuchtgebiet- und Wurzelbereichsbehandlungsanlagen wurden vor kurzem errichtet. Als Fallstudie wird eine RZTP im Dorf Szügy detailliert ausgewertet. Eine Analyse der vorliegenden Daten hat gezeigt, dass Stabilisierungsteichsysteme für den Abbau von CSV_{Cr} nicht sehr gut sind: die durchschnittliche Abbaurate der vorhandenen Anlagen beträgt 55 %. Die Teiche sind wirksam in der Ammoniakeliminierung (83 %), eine geringere Wirksamkeit war jedoch bei der Eliminierung des Gesamtstickstoffs zu verzeichnen (46 %). Die Phosphoreliminierung dieser Systeme ist geringer. Der Abbau von CSV_{Cr} (71 %) und TSS (Gesamtschwebstoffe) (57 %) ist in Feuchtgebieten geringer als erwartet. Die durchschnittliche Ammoniakeliminierungsrate beträgt 57 %, was akzeptabel zu sein scheint. Die Abflusskonzentrationen sind jedoch sehr hoch und überschreiten die Grenzen. Die Wirksamkeit beim Abbau von CSV_{Cr} an bewässerten Pappelbeständen beträgt 87 %, die Stickstoffformen werden auch sehr wirksam eliminiert, 79 % bei TN und 95 % bei NH_4-N . Phosphor wird auch bedeutend abgebaut. Die Abbauwirksamkeit für TP beträgt 77 % und 93 % für PO_4-P . Noch zeigen die Abflussdaten, dass die Abflussqualität verbessert werden sollte, um den Standardforderungen zu entsprechen. Die RZTP in Szügy ist die größte und die am besten untersuchte in Ungarn. Ihre Kapazität beträgt $200 \text{ m}^3/T$, das Behandlungsverfahren schließt die P-Eliminierung mit Aluminiumsulfat ein, ein Zweistufen-Absetzbecken, die Behandlung im Wurzelbereich und die Aufbereitung der Feuchtgebiete. Die Konzentration von organischer Substanz und Ammoniak im unbehandelten Abwasser hat die Sollwerte durchschnittlich um einen Faktor von 2 – 2,5 überschritten. Dieser hohe Konzentrationsgrad ist dem niedrigen Pro-Kopf-Verbrauch von Wasser zuzuschreiben, der höchstens 70-80 l/T anstelle des Sollwertes von 150 l/T beträgt. Die Wirksamkeit des Abbaus von CSV_{Cr} und BSV war sehr hoch (80 – 85 % im Durchschnitt). Die Abbaurate war für TSS auch ausreichend hoch (über 80 %). Die Abbauraten für die pflanzlichen Hauptnährstoffe waren relativ niedrig (z.B. 40 – 50 % für TP und TN). Der Rückgang der Keimzahl war um zwei bis drei Größenordnungen niedriger als im geklärten Wasser. Die Qualität des Abflusses der RZTP war zu verschiedenen Gelegenheiten und hinsichtlich einiger Parameter, insbesondere der organischen Stoffe, der NH_4-N - und TP-Konzentration, schlecht, um den Grenzwerten, die die Einleitungsstandards vorschreiben, zu entsprechen. Die Hauptursache für die schlechte Funktion war die schlechte Qualität des unbehandelten Wassers. In Ungarn haben etwa 3000 Kommunen, die meisten davon mit weniger als 2000 Einwohnern, kein Abwassersystem. Ausgehend von den Erfahrungen mit dem Betrieb der bestehenden natürlichen Abwasserbehandlungsanlagen kann die Planungspraxis verändert werden, um die Wirksamkeit dieser Systeme zu verbessern. Angesichts der allgemeinen Finanzierungsprobleme bei der Entwicklung von Abwasserableitungs- und -behandlungssystemen in Ungarn können diese Anlagen eine angemessene Alternative der Abwasserbehandlung für kleine Kommunen darstellen, jedoch sollte u.a. das System der ökonomischen Unterstützung verändert werden.

Informationen über die Forschung auf dem Gebiet natürlicher Abwasserbehandlungsverfahren in Mähren

Das von Mitarbeitern des Forschungsinstitutes für Wasserwirtschaft „T. G. Masaryk“ Brno, RNDr. Zdenka Žáková, CSc. (BIOTES Brno) und der Technischen Hochschule Brno (Prof. Ing. Jan Šálek, CSc.) gebildete Kollektiv, befaßt sich bereits eine ganze Reihe von Jahren mit der Problematik der Wurzelraumkläranlagen für kleinere Ortschaften und in letzter Zeit auch mit Wurzelraumkläranlagen für einzelne Anwesen.

Die Untersuchungen vor Ort sind auf die Überwachung der Funktion einzelner Teile der Wurzelraumkläranlagen hinsichtlich der chemischen Analyse und biologischer bzw. mikrobiologischer Verhältnisse ausgerichtet.

Anhand der erzielten Ergebnisse werden Maßnahmen zur Verbesserung der Funktionsweise einer Kläranlage empfohlen. Die Untersuchungen sind auch auf die Feststellung technischer Mängel ausgerichtet, d. h. auf die Teile der Anlagen, die ihrer Funktion nicht ausreichend gerecht werden und deren Zustand durch verschiedene Maßnahmen verbessert werden muß.

Im Rahmen der gleichzeitig zu lösenden Aufgabenstellung wird nicht nur eine Übersicht des Zustandes der Wurzelraumkläranlagen in der Region Mähren erstellt, sondern für den Bedarf der Bürgermeister und Betreiber wird auch ein Handbuch zur allgemeinen Information über diese Form der Abwasserbehandlung erarbeitet, über notwendige Projektierungsunterlagen, den Umfang der erforderlichen Analysen, die Ermittlung der Wassermenge, die der Kläranlage zugeführt wird, über die günstigste technische Ausstattung einer Wurzelraumkläranlage, um eine gute Funktionsweise zu gewährleisten, über geeignete Pflanzen für die Aussaat eines Wurzelraumes unter Berücksichtigung der klimatischen Bedingungen am jeweiligen Standort, die Überwachungsintensität der Kläranlage nach ihrem Bau und den Umfang der untersuchten Parameter, die für die Bewertung der Funktionsweise einer Kläranlage geeignet sind.

Wir bedanken uns für die Einladung und entschuldigen uns für die Nichtteilnahme von RNDr. Z. Žáková und RNDr. E. Kocková, die zu der Zeit im Urlaub sind.

RNDr. Eva Kocková
Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft „T. G. Masaryk“, Außenstelle BRNO
Drevarská 12
657 57 BRNO
Tel. (05) 41 32 12 24
E-mail: ekockova@atlas.cz

RNDr. Zdenka Žáková, CSc.
BIOTES
Brožíkova 13
638 00 BRNO
Tel. (05) 45 22 22 03
E-mail: zakova@login.cz

Prof. Jan Šálek, CSc.
Vránova 96
621 00 Brno
Tel.: (05) 49 27 51 21

Rechtliche Rahmenbedingungen

Stand der Abwasserbehandlung im ländlichen Raum und rechtliche Anforderungen in Polen

Prof. Edward S. KEMPA, PZITS Wroclaw

Kläranlagen sind massgeschneiderte Objekte, die man ohne weiteres nicht vervielfältigen sollte. Das polnische Recht unterscheidet zwar Hauskläranlagen, kleine und lokale KA, wie auch Grosskläranlagen, für alle Grössen gelten jedoch die gleichen Mindestanforderungen für kommunales Abwasser und zulässige Grenzwerte für die gereinigten Abwässer.

Für Kläranlagen, die weniger als 2000 m³/d Abwasser reinigen, sind folgende Grenzwerte für den Ablauf vorgeschrieben worden:

BSB₅ < 30 g O₂/m³, CSB < 150 g O₂/m³, Schwebestoffe < 50 g/m³, Gesamtstickstoff < 30 g N/m³, Nitrate < 30 g N/m³, Ammoniumstickstoff < 6 g N/m³, Gesamtphosphor < 5 g P/m³.

Diese Grenzwerte entsprechen etwa der deutschen KA-Grössenklasse zwischen 2 u. 3.

In allen neu gebauten Kläranlagen werden diese Mindestanforderungen erfüllt, in vielen Fällen die BSB- und CSB-Werte wesentlich unterschritten. In NIT/DENIT Anlagen, also dort wo anaerobe und anoxische Becken der biologischen Hauptreinigungsstufe vorgeschaltet sind, werden auch die angegebene Stickstoffwerte eingehalten. In Anlagen, die mehr als 2000 m³/d Abwasser reinigen, ist der zulässige Phosphorgehalt im Ablauf auf weniger als 1,5 g P/m³ festgelegt worden. Auf solchen KA werden Einrichtungen zur chemischen Fällung des Restphosphors installiert, aber in der Regel arbeiten sie nur nach Bedarf und meistens nicht mehr als dutzende und nicht aufeinander folgende Tage pro Jahr.

Erfahrungen mit Reinigung der Abwässer unter natürlichen Verhältnissen hat in unserem Land eine lange Geschichte. Mehrere Städte Polens betrieben Rieselfelder schon am Anfang des XX Jahrhunderts. Sehr bekannt sind die Breslauer Rieselfelder, die ununterbrochen seit etwa 120 Jahren in Betrieb sind! Sie wurden für rund 60.000 m³/d mechanisch vorgereinigtes Abwasser (Auflandungs-Absetzbecken in Erdbauweise) geplant und haben eine Fläche von ca. 1.100 ha. In den 30-er Jahren des XX Jahrhunderts kamen noch etwa 400 ha einer weiträumigen Landbewässerung (vorwiegend Grassland) hinzu. Die hydraulische Belastung der Felder ist gegenwärtig doppelt so hoch im Vergleich zu der damals geplanten. Die Reinigungsleistung (auf BSB abgestimmt) ist immer noch gut, bei BSB₅ Abflusswerten von 6-8 g O₂/m³. Stickstoff und Phosphor sind voll mineralisiert, weil aber die Verwertung der Nährstoffe durch Pflanzen bei der übergrossen Belastung begrenzt und nicht voll ist, sind die hohen N- und P-Werte im Ablauf für die Eutrophisierung im 8 km langen Abflusssammler verantwortlich.

Die genannten Rieselfelder waren seit Jahrzehnten ein Untersuchungsobjekt der Breslauer Landwirtschaftlichen Hochschule und somit sind praktisch alle Erscheinungen die mit dem Abwasser und Boden etwas zu tun hatten bekannt und beschrieben worden.

Nicht alle Projektanten und Entwurfsingenieure sind heutzutage von der Güte und Anwendbarkeit von Boden- und Pflanzenkläranlagen überzeugt. Sie bevorzugen deshalb solche, in denen künstliche Verfahren eingesetzt sind und vorherrschen. Der Verfasser dieser Kurzfassung hat als Generalprojektant insgesamt mehr als 30 Kläranlagen diverser Grössen projektiert und gebaut. In dieser Zahl sind auch zwei Bodenkläranlagen mitgerechnet: eine Dorfanlage für 200 m³/d wird mittels Fäkalwagen mit Abwasser und Fäkalien aus Hauskläranlagen beliefert; Konfiguration ergab sich nach einem ausdrücklichen Wunsch des Dorfschulzen; Bestückung mit Korbweide-Stecklingen (*Salix viminalis*). Mechanische Vorreinigung in Auflandungs-Absetzbecken in Erdbauweise,

ein Schönungsfilterbett mit Schilfrohr (*Phragmites australis*) bepflanzt, ist einer 2-stufigen (anaerob-aeroben) Vorreinigung in einem Tauch- und in einem Tropfkörper nach-geschaltet. Die Anlage entsorgt ein Altersheim und ist für 50 m³/d ausgelegt.

Beide o. e. Kläranlagen arbeiten gut und die Konzentrationen im Ablauf liegen weit unter den Zulassungszahlen.

Rechtliche Bedingungen für die Errichtung und den Betrieb von Wurzelraumkläranlagen in der Tschechischen Republik

Ing. Jirí Kucera, Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft „T. G. Masaryk“ Prag

Die Einleitungsbedingungen für Abwässer aus Wurzelraumkläranlagen sind mit den Bedingungen für andere Kläranlagentypen identisch und in der Regierungsverordnung Nr. 82/1999 GesS. festgelegt, wonach die Kennziffern und Werte für die zulässige Wasserbelastung festgelegt werden. Für die Wasserwirtschaftsbehörde sind bei der Genehmigung die Grenzwerte laut Anlage 1 (Auswahl in Tab. 1) verbindlich. Die Grenzwerte werden nach der Größe der Quelle festgelegt, für eine Größe bis 500 EW-Gleichwerte werden die Grenzwerte individuell auf der Grundlage der technischen Lösung der Abwasserbehandlung festgelegt, maximal bis zu einem Grenzwertniveau für eine Quellengröße von 501-5000 EW-Gleichwerte. Die Behörde berücksichtigt gleichzeitig auch die für den Wasserlauf charakteristischen Kennziffern und Werte und kann strengere Grenzwerte als nach Anlage 1 festlegen, falls dies die notwendigen Interessen des Gewässerschutzes erforderlich machen.

Tab. 1 Kennziffern und ihre zulässigen Werte im abgelassenen Abwasser (Auswahl aus Anlage 1 der Regierungsverordnung Nr. 82/1999 GesS.)

Größe der Verschmutzungsquelle (EW-Gleichwerte)	CSB-Cr		BSB ₅		Unlösliche Stoffe		N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	
	p	m	p	m	p	m	p	m

501-5000	120	170	30	70	30	70	20	40
----------	-----	-----	----	----	----	----	----	----

Der Grenzwert „p“, der zulässige Wert für Analysen von Mischwasserproben des abgelassenen Abwassers, kann in der festgelegten Anzahl von Fällen überschritten werden.

Der Grenzwert „m“, der zulässige Höchstwert der Konzentration für Analysen einfacher Proben des abgelassenen Abwassers, darf nicht überschritten werden.

Für Quellen bis 5000 EW-Gleichwerte (größere sind bei Wurzelraumkläranlagen nicht zu erwarten) ist die Entnahme von zweistündlichen Mischproben vorgeschrieben, die man erhält, indem 8 Proben vom selben Umfang im Intervall von 15 Minuten zusammengewaschen werden. Bis zu einer Quellengröße von 500 EW-Gleichwerten sind maximal 4 Proben pro Jahr vorgegeben, bei Quellen von 501 - 5000 EW-Gleichwerten mindestens 4 Proben pro Jahr. Probenhäufigkeit und -typ werden von der Wasserwirtschaftsbehörde vorgegeben. Mancherorts sind noch einfache oder 8-Stunden-Mischproben nach älteren Vorschriften vorgeschrieben. Während des Probelaufes ist in der Regel eine häufigere Probenahme vorgegeben.

Wurzelraumkläranlagen werden nicht bei größeren Quellen errichtet, deshalb treffen die Pflichten laut dem Gesetz Nr. 58/1998 GesS., über die Gebühren für die Abwassereinleitung in Oberflächenwasser auf sie nicht zu.

Die Praxis der Wasserwirtschaftsbehörden bei der Festlegung der Grenzwerte und des Umfanges der Untersuchungen ist nach den einzelnen Kreisen und je nach Lage unterschiedlich. Manche Behörden schreiben die Überwachung weiterer Kennwerte vor, wie Stickstoffformen oder Gesamtphosphor. Wir haben auch eine regelmäßige Überwachung der gelösten Stoffe, der extrahierbaren Stoffe bzw. der nicht polar extrahierbaren Stoffe verzeichnet. Das Niveau der tatsächlich festgelegten Grenzwerte ist verschieden. Oftmals gibt die Wasserwirtschaftsbehörde einen strengeren Grenzwert vor, als in Tabelle 1 angegeben. Im Fall der Wurzelraumkläranlage Moravany wurde demgegenüber der Grenzwert für BSB₅ auf 150 mg/l festgelegt. Der Grund dafür waren die hohen Konzentrationen der zulaufenden Belastungen in einigen Analysen (BSB₅ bis 2350 mg/l).

Manche Behörden schreiben vernünftigerweise eine Untersuchung der Verunreinigung im Zufluß und im Abfluß vor. An einer Reihe von Orten wird jedoch im Einklang mit der Regierungsverordnung Nr. 82/1999 GesS. nur der Abfluß überwacht. Bloße Angaben über die Qualität des behandelten Wassers sind für die Bewertung der Auswirkungen auf den Vorfluter ausreichend, können jedoch bei der Bewertung des Kläranlagenbetriebes irreführend sein, weil bereits verdünntes Wasser, das durch eine minderwertige Kanalisation zuläuft, die Emissionsgrenzwerte ziemlich oft erfüllen würde. Bei einigen Kläranlagen im Gebiet von Příbram wird zudem „Verdünnungswasser“ in Wurzelraumkläranlagen eingeleitet, die den Wirkungsgrad der Klärung verzerren. Durchflußaufzeichnungen kann man nur von sehr wenigen Kläranlagen erhalten. Ohne diese Angaben kann die tatsächliche Belastung der Kläranlage nicht ausgewertet und mit den Projektwerten verglichen

ABWASSERSTRÖMUNGEN IN HYDROPHYT-REINIGUNGSANLAGEN UNTER VERSCHIEDENEN BETRIEBS- UND KLIMABEDINGUNGEN

Ryszard Blazejewski, A. Cieszkowski, Landwirtschaftsakademie Poznan

Es werden drei grundlegende Arten von Hydrophyt-Reinigungsanlagen (HR) unterschieden:

- mit Oberflächenströmung
- mit Horizontal- oder Vertikalströmung unter der Oberfläche
- mit schwimmender Hydroflora

Der Aufsatz stellt Grundsätze für die Berechnung hydraulischer Grundparameter (Durchsatz, Energieverluste, Verweilzeit usw.) und den Einfluß der Temperatur auf die Strömungen in den vorerwähnten Hydrophyt-Reinigungsanlagen dar. Die hydraulischen Berechnungen für stationäre Bedingungen gründen sich auf einfache, aus der Fluidmechanik bekannte Modelle. Wesentlich komplizierter sind die mathematischen Modelle instationärer Strömungen, wie sie für Abwasser-Kleinreinigungsanlagen, insbesondere für periodisch dosierte Systeme mit Vertikalströmung unter der Oberfläche, typisch sind.

Der Einfluß der Gesamtschwebstoffe und des BSB5 von Abwässern auf die hydraulischen Kennwerte wird kurz diskutiert. Schwebstoffe verstopfen die Bodenporen mechanisch, während der BSB5 einen Kennwert für den Gehalt an dem zum Wachstum der Biomasse erforderlichen Kohlenstoff darstellt. Intensives Algenwachstum (Blühen) in Teichen, Lagunen, Hydrophytsystemen mit Oberflächenströmung oder in Gräben, die Abwässer auf ... (1 Wort in der polnischen Textvorlage unkenntlich, evtl. "Felder"?; d. Übers.) mit Strömung unter der Oberfläche verteilen, findet bei warmem, sonnigem Wetter statt. Der leicht abbaubare organische Kohlenstoff wird von anderen Mikroorganismen zum Bau von Zellen benutzt, welche innerhalb der Bodenporen eine biologische Membran bilden. Dies verbessert einerseits die Effektivität der Abwasserreinigung, andererseits wird aber der Durchsatz der Reinigungsanlagen vermindert.

Die Rolle der Pflanzen in Hydrophyt-Reinigungsanlagen ist nicht vollständig aufgeklärt. Das gilt auch für die Hydraulik dieser Systeme, weil die Pflanzen während des Wachstums ihre Dimensionen verändern. Tote Pflanzenteile spielen eine wesentliche Rolle bei der Gestaltung (d. h. Verringerung in Systemen mit Oberflächenströmung und Erhöhung in Systemen mit Horizontalströmung unter der Oberfläche) des Durchsatzes von Hydrophyt-Reinigungsanlagen. Sie bilden auch Isolierschichten, welche den Durchsatz und die Wirksamkeit der Abwasserreinigung unter winterlichen Bedingungen verbessern.

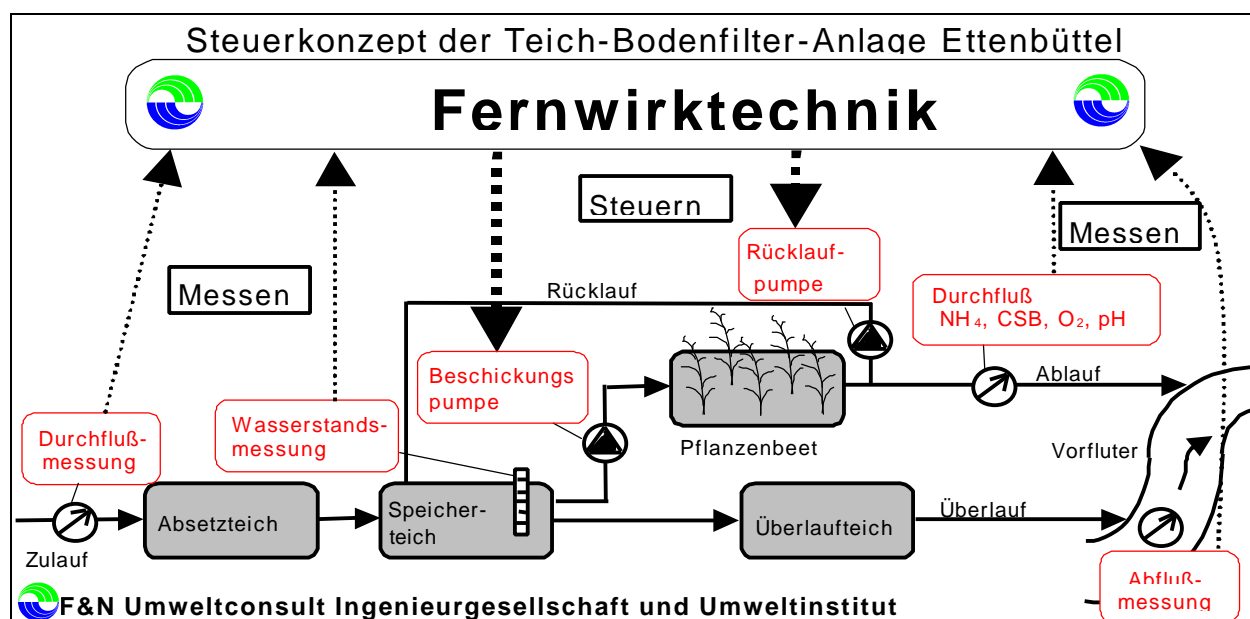
Die Kenntnis der hydraulischen Arbeitsbedingungen von Reinigungsanlagen ist zur Modellierung der Prozesse der Schmutzbeseitigung aus Abwässern und für einen sachgemäßen Betrieb dieser Anlagen erforderlich.

Hydraulische Steuerung von Bodenfiltern

Dipl.-Ing. Hinnerk Voermanek F&N Umweltconsult GmbH – www.funumweltconsult.de
h.voermanek@funumweltconsult.de - Lister Meile 27 - 30161 Hannover - tel.: 0511-34875-65 – fax.: 0511-34875-40

Zur Steuerung des Betriebes und zur Erfassung wichtiger betriebsrelevanter Daten wird für eine Teich-Bodenfilter-Anlage zur Behandlung von Mischwasser im Kreis Gifhorn Fernwirktechnik eingesetzt. Im Rahmen eines von der DBU-geförderten Verbundprojektes „Bewachsene Bodenfilter“ wird so für die Anlage ein möglichst optimaler Betriebszustand garantiert, der zum einen eine weitestgehende Nährstoffelimination und einen nachhaltigen Schutz des Vorfluters ermöglicht. Wesentliche Parameter des Betriebes, wie Abwasseranfall, Beschickung und die Reinigungsleistung können so überwacht und gesteuert werden. Beispielsweise kann durch die Erfassung der Abflusssituation des Vorfluters die Betriebseinstellung angepasst werden, so dass eine Kreislaufführung des Abwassers realisiert wird, um die Gewässer in abflussschwachen Zeiten bestmöglich zu entlasten. Ebenso können bei stärkeren Regenereignissen Maßnahmen ergriffen werden, wie die kurzfristige Erhöhung der Beschickungsleistung, die einen Abschlag ungeklärter Abwässer in den Vorfluter verhindert. Das geplante Betriebskonzept lässt sich so nachhaltig umsetzen und erlaubt einen sicheren Betrieb der Anlage.

Die Fernwirktechnik ermöglicht es nicht nur, den Betriebszustand und die Reinigungsleistung von bewachsenen Bodenfiltern zu erfassen, sie kann vielmehr auch einen kostengünstigen und optimierten Betrieb sicherstellen. Die meisten Parameter und Betriebseinstellungen sind mittels der Fernwirktechnik von einem zentralen Steuerstand steuerbar. Die Organisation der Wartung und die Überwachung ist so effektiv und kostengünstig zu realisieren, da viele Prozesse und entsprechende Warnmeldungen automatisiert erfasst werden. Betriebskonzepte lassen sich den jeweiligen Bedürfnissen der Verfahrenstechnik und den Vorflutverhältnissen optimal anpassen, wobei flexible Reaktionen jederzeit möglich sind und daher auch in Extremsituationen einen Betrieb der Anlage und den einen bestmöglichen Gewässerschutz sicherstellen. Das entwickelte System lässt sich einfach bei einer Neuplanung installieren und bietet auch bei bestehenden Anlagen die Möglichkeit der Nachrüstung. Die Entwicklung ist ohne weiteren Aufwand auf andere Verfahrenstechniken der Abwasserreinigung übertragbar und kostengünstig einzusetzen.



Qualitätsmanagement bei Planung, Bau und Betrieb von Bewachsenen Bodenfiltern

Gunther Geller, Ökolog, Augsburg

Zusammenfassung

In Deutschland als einem Pionierland der Pflanzenkläranlagen werden seit Anfang der 50er Jahre solche naturnahen Klärverfahren eingesetzt.

Trotz der prinzipiell hohen Leistungsfähigkeit von Bewachsenen Bodenfiltern wird nicht in allen Fällen diese theoretisch mögliche Leistung ausgeschöpft bzw. eine unproblematische Umsetzung und ein unproblematischer Bau bzw. Betrieb erreicht (was natürlich nicht nur für die Bewachsenen Bodenfilter, sondern auch für alle anderen Kläranlagen gilt).

Um das Gesamtgeschehen zutreffend zu beschreiben, ist die Erfassung folgender Faktoren erforderlich: die relevanten Elemente, der gesamte Prozeß der Umsetzung und alle Beteiligten.

Der Gesamterfolg der Kläranlage ist umso mehr sichergestellt, je mehr relevante Elemente, Phasen des Umsetzungsprozesses und Beteiligte in die Qualitätssicherung eingebunden sind. Letztlich entscheidet der Umfang der Verwirklichung des Qualitätsmanagements über den Markterfolg auch dieses Klärverfahrens.

Die im Rahmen Teilprojekts "Handbuch Bewachsene Bodenfilter" des DBU-Verbundprojekts Bewachsene Bodenfilter erhobenen Daten und Erfahrungen geben Hinweise auf Leistungsfähigkeit und Bemessung sowie zum bestimmungsgemäßen Einsatz und Betrieb.

Bewachsene Bodenfilterkläranlagen sind zum einen neue geschaffene Ökosysteme, die mit wenig Energie und Wartungsaufwand betrieben werden können, zum anderen sind es auch Ingenieurbauwerke, zu deren Planung, Bemessung, Bau und Betrieb entsprechende Grundlagen des Ingenieurwesens einzuhalten sind.

Wenn diese Synthese von Ökologie und Ingenieurwesen gelingt, sind Bewachsene Bodenfilter ein geglücktes Beispiel für menschliche Bauwerke, die sowohl den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit, als auch denen der Nachhaltigkeit entsprechen.

Dabei spielt das Qualitätsmanagement eine große Rolle. Bei Bewachsenen Bodenfiltern bedeutet Qualität zunächst hohen Kundennutzen. Dieser beinhaltet vor allem einfache Bedienung, hohen Gebrauchswert, lange Lebensdauer, hohe Leistungsfähigkeit, hohe Wirtschaftlichkeit. Daraus ergibt sich letztlich auch ein hoher Markterfolg.

Wirtschaftlichkeit von Bewachsenen Bodenfiltern

Dr.-Ing. Günter Fehr, F & N Umweltconsult, Hannover

Bewachsene Bodenfilter haben sich inzwischen als Verfahren der Abwasserbehandlung im ländlichen Raum etabliert. Hierzu hat insbesondere beigetragen, dass es sich bei diesem Verfahren um eine besonders wirtschaftliche Lösung handelt, weil

die Investitionskosten nicht höher, meist etwas geringer sind als bei technischen Kläranlagen, bei kleineren Anlagen oft Eigenleistungen von den Bürgern erbracht werden können und die Betriebskosten deutlich niedriger sind als bei technischen Kläranlagen (weniger Wartung, weniger Klärschlammanfall, weniger Energieverbrauch).

die Abschreibungskosten wegen geringem Einsatz von Maschinen- und Elektrotechnik geringer sind.

Im Vortrag wird dargestellt, wie sich die Bau- und Betriebskosten und daraus resultierend die Jahreskosten von technischen und naturnahen Klärverfahren im Vergleich für deutsche Kostenverhältnisse ergeben. Dabei zeigt sich, dass Bodenfilter zwischen 20 und 40 % wirtschaftlicher sind, als technische Lösungen und deshalb für die Abwasserbehandlung in kleinen Gemeinden empfohlen werden können.

Die Höhe des Kostenvorteils hängt jedoch auch von den regionalen Markt- und Preisstrukturen ab. In einem Vergleich deutscher und polnischer Baukosten wird gezeigt, dass die Baukosten in Polen nur ca. 40 % der deutschen Baukosten betragen. Die Betriebskosten sind in Polen ca. 70 % billiger als in Deutschland.

Gleichwohl bedeuten auch diese sehr viel niedrigeren polnischen Bau- und Betriebskosten eine hohe finanzielle Belastung für die polnischen Bürger. Bezogen auf die Kaufkraft der polnischen Bürger muss nämlich ein doppelt so hoher Prozentsatz des monatlichen Einkommens für die Abwasserbehandlung aufgewendet werden, wie in Deutschland.

Neben stets erforderlichen staatlichen Zuschüssen, sollten daher jedoch auch sorgfältige Wirtschaftlichkeitsvergleiche vor der Investitionsentscheidung gefordert werden. Hierbei werden sich Bewachsene Bodenfilter oft als sehr wirtschaftliche Lösung erweisen.

Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der Bewachsenen Bodenfilter in Süd-Polen

Korneliusz Miksch
Schlesische Technische Universität
Lehrstuhl für Umweltbiotechnologie

Bis vor kurzem gab es Meinungen, die nicht dazu dienten, die bewachsene Bodenfilter als Methode zur Abwasserreinigung zu verbreiten. Man war davon überzeugt, daß die Pflanzenkläranlagen einen niedrigen Wirkungsgrad haben, weil der Klimaeinfluß sehr groß ist. Außerdem meinte man daß es keine Möglichkeit gibt, diese Anlagen in Industriegebieten zu nutzen. Man muss auch sagen, daß es aus ökonomischen Gründen kein großes Interesse gab, dieses Verfahren zu propagieren. Die Projektierung und der Bau dieser bewachsenen Bodenfilter bringt kleine finanzielle Vorteile gegenüber den konventionellen Kläranlagen. Trotzdem wurden in den letzten Jahren einige dieser Anlagen gebaut, in den nördlichen Regionen Polens vorwiegend. Es zeigte sich, daß man mit dieser Methode eine sehr gute Reinigungsleistung erzielen kann, und daß der Einfluß des Klimas nicht so groß ist, wie man annahm. (Den Klimaeinfluß kan man bereits in der Projektierungsphase mit berücksichtigen.) Bei dieser Methode benötigt man wenig Personal, hat dadurch relativ niedrige Kosten, und das macht sie sehr attraktiv.

Beispiele für die Effektivität solcher hydrobotanischen Kläranlagen kann man in den Südlichen Regionen Polens sehen, nicht nur auf den Dörfern, sondern auch in den Industriegebieten (Oberschlesien). Man erreichte im gereinigten Abwasser sehr gute Messergebnisse für die Grenzwerte der Parameter BSB₅, CSB, Stickstoff und Phosphor. Es zeigte sich, daß diese bewachsenen Bodenfilter auch für Industriegebiete und für die Stadtischen Randgebiete vorteilhaft sind. Beim Betreiber einer konventionellen Kläranlage sind die Kosten zur Klärung des Abwassers aus den Stadtischen Randgebieten sehr hoch, weil ein weitverzweigtes Kanalisationsnetz benötigt wird. Ein weiterer Vorteil dieser Pflanzenkläranlagen ist, daß sie ein attraktives Landschaftselement darstellen können.

Die Finanzierung von Investitionen auf dem Gebiet der Abwasserwirtschaft in Polen

Wieslawa Dyki

Der Investitionsaufwand für den Umweltschutz schwankt in den letzten Jahren zwischen 2 und 2,5 Mrd. Euro/Jahr. Der Anteil dieser Kosten am BIP beträgt 1,5 %. Die meisten Mittel sind für den Schutz der Luft (47 %) und der Gewässer (44 %) bestimmt. 1999 wurden 366 Abwasserreinigungsanlagen mit einer Gesamt-Durchlaßkapazität von 0,9 Mio. m³/d und 4100 km Kanalisationsnetz in Betrieb genommen.

Die erreichten Ergebnisse sind in hohem Maße auf die Schaffung und die gute Wirksamkeit eines integrierten Umweltschutz-Finanzierungssystems in Polen zurückzuführen. Es beruht vor allem auf Ökologiefonds, welche die Einkünfte aus den Gebühren, die die Gewerbebetriebe für die wirtschaftliche Nutzung der Umwelt zahlen, und aus den Strafen für Überschreitung der zulässigen Verunreinigungsnormen sammeln. Sie geben die gewonnenen Mittel in Form von Vorzugsanleihen und Beihilfen für die Kofinanzierung von Maßnahmen auf dem Gebiet des Umweltschutzes aus und werden auf vier Ebenen wirksam: auf Landesebene - Nationaler Umweltschutz- und Wasserwirtschaftsfonds (NFOSiGW), auf Regionalebene - 16 Wojewodschafts-Umweltschutz- und Wasserwirtschaftsfonds (WFOSiGW), auf Kreis- und Lokalebene (350 Kreis- und 2500 Gemeinde-Umweltschutzfonds). An zweckgebundenen Verfügungsgeldern der Umweltschutz- und Wasserwirtschaftsfonds wurden 1999 3,4 Mrd. Zl, davon der größte Anteil (47 %) für Gewässerschutz und Wasserwirtschaft, verausgabt. Mit den Ökologiefonds kooperieren die Bank für Umweltschutz (BOS) und immer häufiger auch andere Banken, wodurch ein Vorzugskredit für umweltfreundliche Investitionen entstanden ist.

Dieses System wird durch Mittel ergänzt, die aus dem Zentralhaushalt und den Lokalbudgets sowie aus der weitgefaßten Auslandshilfe stammen, welche u. a. in Form von Ökokonversion (ÖkoFonds), finanziellen Instrumenten der Europäischen Gemeinschaft (ISPA, SAPARD, Programm der Grenzüberschreitenden Zusammenarbeit PHARE), Krediten und Beihilfen von internationalen Finanzinstitutionen, verschiedenartigen Umweltstiftungen (Europäischer Fonds für die Entwicklung des Polnischen Dorfes, Stiftung zur Unterstützung der Wasserversorgung des Dorfes, Deutsche Bundesstiftung Umwelt) und von seitens westlicher Staaten zuerkannten Beihilfen (bilaterale Hilfe) realisiert wird.

Der prozentuale Anteil der einzelnen Finanzierungsquellen betrug 1999: Ökologiefonds 33 %, Eigenmittel von Investoren und Bankkredite 36 %, Zentralhaushalt 2 %, Lokalbudgets (Städte, Gemeinden und Bankkredite) 23 %, Auslandshilfe 6 %. Die Einführung von Prækzeßfonds erhöhte den Anteil der Auslandshilfe an den Umweltschutzausgaben in Polen auf 8 - 10 %.

Die Kosten für die Anpassung des Umweltschutzes an die Standards der Europäischen Union werden zwischen 30 und 40 Mrd. Euro betragen. Die kostspieligsten Positionen in der Integrationsrechnung mit der Union sind nach Berechnungen der Weltbank die Investitionskosten für Trinkwasser (10 Mrd. Euro) sowie die Baukosten für Kanalisation und Abwasserreinigung (13 Mrd. Euro). Das derzeitige Finanzierungssystem für den Umweltschutz in Polen wird nicht in der Lage sein, eine ausreichende Menge an Finanzmitteln dafür zu erarbeiten, daß Polen im Verlauf von 10 Jahren aus eigener Kraft Europa einholen kann. Folglich zielen zur Zeit die Grundfrage und die Hauptaktivität in Politik und Wirtschaft auf die Schließung der bestehenden Finanzlücke. Es laufen Arbeiten an einer Konzeption neuer Rechts-, Finanz- und Wirtschaftsinstrumente. Zusätzliche Finanzierungsquellen für Kommunalinvestitionen im Bereich der Abwasserwirtschaft können die Ausgabe von Obligationen durch die Organe der territorialen Selbstverwaltung und die Einbeziehung des Kapitals von Privatbetrieben, d. h. die Einführung von Privatisierungsmodellen, sein. Investitionsfonds und Leasinginstitutionen werden immer mehr an Bedeutung gewinnen. Die Regierung ist sich der gewaltigen wirtschaftlichen Konsequenzen bei der Einführung des neuen Rechts bewußt und hat deshalb 16 Übergangsfristen (die längsten - bis zu 13 Jahren - für die Wasser- und Abwasserwirtschaft) beantragt.

Ökonomische Aspekte einer der Natur angemessenen Abwasserbehandlung in kleinen ungarischen Siedlungen

Zoltán L. LENGYEL

Kleine Siedlungen in Ungarn

Die 10,35 Mio. Einwohner Ungarns leben in 3 114 Siedlungen, die sich aus 2 896 Dörfern und 218 Städten zusammensetzen.

16,8 % der Bevölkerung (1,739 Mio. Menschen) leben in 2 350 kleinen Siedlungen (75 % der gesamten Bevölkerung), wobei die Einwohnerzahl durchschnittlich unter 2000 liegt: 740 Einwohner/Siedlung), 31,1 % der Bevölkerung (3.200 Mio. Menschen) leben in 2 843 Siedlungen (91% aller), wobei die Einwohnerzahl unter 5000 Menschen liegt (durchschnittlich 1 130 Einwohner /Siedlung).

2 843 Siedlungen haben praktisch keine entsprechende Abwasserbehandlung. Daher verunreinigt das Abwasser von 3,2 Mio. Einwohnern den Boden, die Flüsse und das Grundwasser.

Trinkwasserversorgung und Abwasserableitung

In Ungarn leben 96 % der Einwohner in einem über ein modernes Trinkwassersystem versorgten Gebiet. Das meiste dieses Wassers wird den Grundwasserschichten natürlicher Wasserspeicher entnommen. Der durchschnittliche spezifische Wasserverbrauch der Bevölkerung beträgt: 0,05 – 0,07 m³/pro Kopf und Tag.

Es bestehen fallende Tendenzen

- des spezifischen durchschnittlichen Wasserverbrauchs und der Abwasserableitung und
- der höheren Konzentrationen der Abwasserunreinigungen gleichzeitig.

Daher ist die genaue Langfristplanung der Abwasserbehandlung relativ ungewiss.

Ökologische und ökonomische Aspekte der Abwasserbehandlung in kleinen Siedlungen

In Anbetracht dessen, dass die kleinen Siedlungen eine relativ große Fläche der natürlichen Grundwasserspeicher verunreinigen, wäre es – vom ökologischen Standpunkt – rationeller, diese Wasserbasen in erster Linie zu sparen, als die – vom ökonomischen Standpunkt – sehr teuren Investitionen in große Abwasserbehandlungsanlagen einiger großer Städte (die jedoch ziemlich profitable spezifische Kosten aufweisen) zu erzwingen.

Gleichzeitig weisen die kleinen Siedlungen einige spezifische Probleme auf:

- die relativ hohen spezifischen Kosten der Kanalisation,
- die Frage der Verwendung kleiner einzelner biologischer Behandlungsbecken mit Sandfiltern an jedem Einfamilienhaus anstelle einer Kanalisation,
- die Frage des Anschlusses an die bestehende subregionale Abwasserbehandlungsanlage,
- die Beziehung zwischen Investitionskosten und lokaler (der Natur angemessenen) Kläranlage und der Abwasserleitung zur subregionalen Anlage.

Entsprechend unserer Praxis (nach 3 regionalen Umweltentwicklungsplänen für 50 kleine Siedlungen) betragen die Investitionskosten der Abwasserbehandlungsanlage 10 – 30 %, der Rohrleitung 5 – 15 % und der Kanalisation für die Siedlungen 55 – 85 % der gesamten Investitionssumme. Daher sind die Hauptfrage im Falle kleiner Siedlungen die Kanalisation und nicht die Technologie und die Kosten der Abwasserbehandlung.

Nach einer Kosten-Nutzens-Analyse konnten wir die optimalen Varianten für die Lösung der Abwasserprobleme kleiner Siedlungen erarbeiten und erreichten eine radikale (40 – 50 %-ige) Senkung der Investitions- und der Betriebskosten, bezogen auf voll kanalisierte und nicht natürliche regionale Abwasserbehandlungsanlagen.

Bodenkundliche Untersuchung der Kolmation bei vertikal durchflossenen Bewachsenen Bodenfiltern

Klaus-Jürgen Winter, Dietmar Goetz
Institut für Bodenkunde, Universität Hamburg
Allende Platz 2, 20146 Hamburg Tel.: 040/428 38 -2277 Fax: -2024
Email: k.winter@ifb.uni-hamburg.de

Bewachsene Bodenfilter werden vor allem im ländlichen Raum zur Abwasserreinigung eingesetzt. Sie können deshalb in der Regel nicht ständig professionell betreut werden, so daß ein störungsfreier und wartungsarmer Betrieb eine Voraussetzung für eine einwandfreie Klärung ist. Durch Kolmation kann die Reinigungsleistung von Bewachsenen Bodenfiltern stark beeinträchtigt werden, was in Einzelfällen auch zu Stilllegungen von Anlagen führt.

Durch bodenkundliche und biologische Untersuchungen wird im Rahmen des Verbundprojektes der Zusammenhang der verschiedenen Einflussfaktoren ermittelt sowie die Einstellung von Gleichgewichtszuständen in den Fließsystemen von Bodenfiltern untersucht. Daraus sollen Hinweise für Bemessung, Bau und Betrieb sowie zur Ertüchtigung kolmatierter Anlagenentwickelt werden.

Die durchgeführten Untersuchungen an Vertikalfiltern zeigen, dass die Zusammensetzung des Zulaufwassers ganz wesentlich die Kolmationsanfälligkeit einer Anlage bestimmt. Eine ungenügende Vorklärung bedingt einen hohen Schwebstoffanteil im Zulaufwasser. Die Partikel können zur Abnahme der dränenden Poren in den oberen Filterschichten führen, was einen Rückgang der Infiltrationsleistung zur Folge hat und zum Überstau führen kann. Eine Gefahr stellt auch das Auswaschen der Vorklärung aufgrund von hydraulischen Stößen u.a. nach Starkregenereignissen dar.

Möglicherweise begünstigt ein sich änderndes physikochemische Milieu, wie es bei einem kurzfristigen Überstau der Fall ist, die verstärkte Bildung von Biofilmen, wodurch der Porenraum noch weiter eingeengt wird und der Filter dauerhaft kolmatieren kann. Zur Kontrolle des Milieus im Bodenfilters ist der Einsatz von fest installierten Bodensonden (insbesondere Redox- und Feuchtegehaltssonden) geeignet.

Erkenntnisse über die Kolmation des Filtrationsmilieus in Pflanzenkläranlagen

Jan Sálek

Bei der Forschung des Reinigungseffekts der Vegetationskläranlagen haben wir festgestellt, dass in vielen Fällen die Kolmation bei hohem Gehalt , (der suspendierten Stoffen in mechanisch gereinigten Abwässern die Brauchbarkeit der Reinigungsmethode limitiert.

Die Hauptpunkte des Referats:

- Die Ursachen der Kolmation des Filterbeltes
- Einfluss der Kolmation auf die Strömung und Reinigungs effekt im Filtrationsbelt
- Die Bestimmung der Kolmation in natürlichen Pflanzenkläranlagen
- Die Messungen der Durchlässigkeit im Filtrationsmilieu
- Die Messungen der Infiltration dem zweizillidrischen Infiltration gerät
- Die Bestimmung der Depressionskurve

Inhalt der Laborversuchen der Kolmation:

- Die Bestimmung der Menge von Schlämmen im Filtrationsmaterial
- Die Versuche der Kolmation in Filterkollonen
- Erste Versuche der Dekolmatation des Filtermaterials.

Naturnahe Abwasserbehandlungsverfahren Mikrobiologische Untersuchungen im Abwasser von Bewachsenen Bodenfiltern (Pflanzenkläranlagen)

Klaus Diehl
Ulrich Hagendorf

Umweltbundesamt, Dienstbereich Langen
Umweltbundesamt, Dienstbereich Langen

Viele Bewachsene Bodenfilter bzw. Pflanzenkläranlagen sind hinsichtlich der Überwachungs- und abgabepflichtigen Abwasserparameter oder der Verminderung der Nährstoffgehalte gut untersucht; diese langjährigen Untersuchungen bestätigen die grundsätzliche Eignung bestimmter Anlagentypen.

Zur Beurteilung der Eliminationsleistung von Bewachsenen Bodenfiltern in Bezug auf Mikroorganismen existieren dagegen nur wenige systematische, wissenschaftlich fundierte Studien. In den meisten Fällen wird anhand von Indikatororganismen eine Einschätzung des seuchenhygienischen Risikos vorgenommen. Ergebnisse über Auftreten und den Verbleib von Krankheitserregern im Abwasser liegen nur vereinzelt vor.

Mehrere Fachgebiete des Umweltbundesamtes arbeiten an einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt, in dem in überwiegend mit häuslichem Abwasser beschickten mehrstufigen Anlagen die Konzentrationen von Indikatororganismen (z.B. Kolonie bildende Einheiten, E. coli, Enterokokken, Coliphagen) und Krankheitserregern (z.B. Salmonellen, Campylobacter/Arcobacter, Cryptosporidien, Giardien) bestimmt werden. Im Hinblick auf den gesundheitlichen Vorsorgegedanken sind solche Untersuchungen zwingend geboten, da der Bau und Betrieb von Bewachsenen Bodenfiltern unterschiedlichster Einwohneranschlußwerte wesentlich zugenommen hat und die Einleitung der Abläufe häufig auch in hydraulisch leistungsschwache und ökologisch oder umwelthygienisch belastungsempfindliche Vorfluter (Bachoberläufe), in stehende Gewässer einschließlich Trinkwassertalsperren und Badegewässer oder die Versickerung in Boden erfolgt.

Hinsichtlich der Indikatorkeime ergeben sich für Kolonie bildende Einheiten, E. coli, coliforme Bakterien und Fäkalstreptokokken Reduktionsleistungen von 1,5 – 2,5 Zehnerpotenzen pro Bodenfilter, so dass bis zu 5 Zehnerpotenzen in mehrstufigen Vertikal- und Horizontalbodenfiltern eliminiert werden. Bei den Krankheitserregern zeigt sich ein tendenziell gleiches Bild für die jeweiligen Anlagenstufen. So werden Campylobacter/Arcobacter, Cryptosporidien und Giardien im Bodenfiltersystem um 4 bzw. 5 Zehnerpotenzen reduziert. Für Yersinien, die ebenso wie Salmonellen nur in geringeren Konzentrationen sporadisch im Zulauf von Bodenfiltern enthalten sind, gelangen im Ablauf keine Nachweise.

Vorliegende Ergebnisse bestätigen die Möglichkeit z.T. hoher Wirkungsgrade zur Elimination von Indikatorkeimen durch bestimmte Typen von Bewachsenen Bodenfiltern. Ablaufwerte sandig-kiesiger Bodenfilter unterschreiten die Grenz- und Leitwerte der EG-Richtlinien für Badegewässer und erreichen die zulässigen Keimbelastungen der Oberflächenwasser - Richtlinien - Leitwerte/A1. Einige Ablaufwerte horizontal und vertikal betriebener Bodenfilter entsprechen sogar den zulässigen Höchstkonzentrationen der Trinkwasserrichtlinie. Damit weisen Bewachsene Bodenfilter wesentliche günstigere Eliminationsleistungen gegenüber Indikatororganismen und Krankheitserregern auf als klassische biologische Abwasserbehandlungsanlagen.

Weiterführende Untersuchungen sollten die vorliegende Datenbasis und insbesondere das Untersuchungsspektrum gesundheitlich besonders relevanter Organismen ergänzen. Ebenso fehlen detaillierte mikrobiologische Erhebungsmessungen an einzelnen Anlagenbauteilen bzw. -stufen, bei unterschiedlichsten Anlagenbauformen und hydraulischen Belastungen, verschiedensten Anlagenstandorten, Sommer-Winter-Betriebsbedingungen und meteorologischen Verhältnissen.

Im Ergebnis zuvor genannter Problemkreise und Messbefunde soll geprüft werden, inwieweit hygienisch-bakteriologische Einleitungsanforderungen für Anlagenstandorte mit besonderer umwelthygienischer und gesundheitlicher Schutzfunktion im Interesse eines umfassenden Gewässer- und Infektionsschutzes formuliert werden und Vorschläge zur weiteren Nutzung der Abläufe aus Bewachsenen Bodenfiltern im ländlichen Raum (u.a. Brauchwasser, Grundwasseranreicherung) unterbreitet werden können. Dadurch sollten die siedlungswasserwirtschaftlichen Planungs- und Untersuchungsansätze um seuchenhygienische Aspekte erweitert und somit die mikrobiologischen Befunde zur innovativen Weiterentwicklung verschiedener Bauformen und Betriebsführungen von Bewachsenen Bodenfiltern genutzt werden.

Hygienische Bewertung bei der Abwasserbehandlung durch Bewachsene Bodenfilter in Polen

St. Cytawa, Spolka Wodno-Sciekowa, Swarzewo

Die nationalen Hygienevorschriften im Zusammenhang mit geklärtem Wasser und die Lage in verschiedenen Abwasserbehandlungsanlagen in Polen wurden verglichen. Der Vergleich des Aktivschlammverfahrens, der künstlichen Planktonteiche und des Schilfbettsystems zeigt, dass die hygienische Qualität des geklärten Wassers von der Sorgfalt des Personals und der richtigen Betriebsweise der Behandlungsanlagen abhängt. Das Ergebnis zeigt, dass die eingerichteten Feuchtgebiete eine wichtige Ergänzung der Wasserreinigung auf dem Lande entweder bei der Verminderung von gelösten Substanzen oder der hygienischen Qualität sein können. Kleine Ströme von Gülle, ungereinigtem Abwasser, Regen, über das gesamte Land verteilt, können in den eingerichteten Feuchtgebieten, insbesondere im Touristengebiet, behandelt werden. Die Entwicklung des Agrotourismus kann eine Konditionierungsmöglichkeit für polnische Bauern sein. So sollten die Hygieneanforderungen an die Oberflächengewässer durch billige Lösungen wie die eingerichteten Feuchtgebiete erfüllt werden.

Kurzes Profil von mir:

Ich arbeite als Technologe in der Abwasserbehandlungsanlage in Swarzewo. Ich habe die Universität Danzig 1980 als Biologe absolviert und drei postgraduale Kurse über Wasserreinigung und gefährliche Abfälle an der Technischen Universität Danzig und in Dänemark in den Jahren 1992, 1994 und 1995. Ich bin einer der Autoren des Computerprogramms für die Simulierung der Wasserbehandlungskosten.

Stanislaw Cytawa

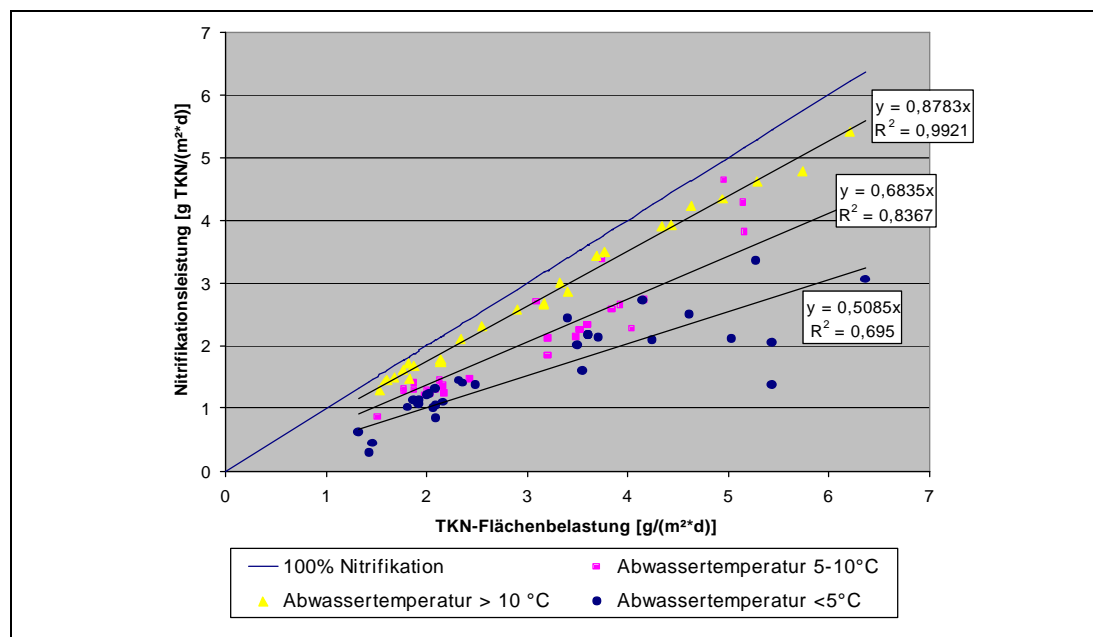
Stickstoffumsetzung in Bewachsenen Bodenfiltern -Beschreibung und Optimierung der Nitrifikation in einem Vertikalfilter-

K. Kayser, Prof. Dr.-Ing. S. Kunst

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik, Universität Hannover, Welfengarten 1,
30167 Hannover

Einer bestehenden Abwasserteichanlage, die das nachfolgende Gewässer mit relativ hohen Ammoniumkonzentrationen belastete, wurde ein vertikal durchströmter Bodenfilter speziell zur Nitrifikation nachgeschaltet. Der Bodenfilter ist mit einer Fläche von 2,25 m²/EW für das anfallende Mischwasser des Ortes sehr klein bemessen und muss daher hydraulisch hoch belastet werden. Für den Bodenfilter wurden verschiedenste hydraulische Belastungszustände getestet und für jeden Zustand die zu- und abfließenden Stofffrachten und spezifischen Umsatzraten bestimmt. Es zeigt sich, daß der Vertikalfilter eine gute Nitrifikationsleistung aufweist und somit den Eintrag von Ammonium in den Vorfluter erheblich vermindert. Der Wirkungsgrad der Nitrifikation im Vertikalfilter ist deutlich von der Abwassertemperatur beeinflusst (vgl. Abb.1):

$T > 10\text{ °C}$ \Rightarrow Nitrifikationsleistung etwa 90%.
 $5\text{ °C} \leq T \leq 10\text{ °C}$ \Rightarrow Nitrifikationsleistung etwa 70%.
 $T < 5\text{ °C}$ \Rightarrow Nitrifikationsleistung etwa 50%.



Nitrifikationsleistung des Vertikalfilters in Abhängigkeit von der TKN-Flächenbelastung und der Temperatur

Obwohl der Filter zeitweise hoch belastet wurde (TKN-Flächenbelastung maximal 6,2 g/(m²·d), hydraulische Belastung kurzzeitig bis zu 200 mm/d) konnte bislang keine stoffliche oder hydraulische Grenzbelastung festgestellt werden. Das bedeutet, dass die Leistungsgrenze der Nitrifikation noch nicht erreicht wurde. Im Laborversuch wurden an Bodensäulen stoffliche Grenzbelastungen für verschiedene Sande ermittelt. Abhängig vom eingesetzten Sand konnten bis zu 43 g TKN/(m²·d) beaufschlagt werden, ohne dass es zu einem Durchbruch von

Ammonium kam. Untersuchungen über das Verhalten der Bodenluft im Filterkörper zeigen allerdings, daß eine dauerhafte hydraulische Belastung von deutlich über 100 mm/d zu einer langsamen Verschlechterung des Bodenlufthaushaltes führt und somit die Sauerstoffversorgung im Filter vermindert.

Über die Aufzeichnung verschiedener online-Meßgrößen werden die Abhängigkeiten und Korrelationen zwischen Sauerstoffkonzentration, Redoxpotential, pH-Wert und Ammoniumkonzentration im Ablauf des Bodenfilters dokumentiert, um so Steuergrößen für eine optimale Ausnutzung der Nitrifikationsfähigkeit des Bodenfilters zu ermitteln. Das Redoxpotential zeigt deutliche Abhängigkeiten von der aktuellen Nitrifikationsleistung und Sauerstoffversorgung des Bodenfilters und scheint daher eine geeignete Steuer- und Kontrollgröße für den Bodenfilterbetrieb zu sein. Entsprechende Steuerkonzepte werden zur Zeit erprobt.

Phosphorelimination in Bewachsenen Bodenfiltern

Heribert Rustige, AKUT Umweltschutz Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin/ Biesenthal

Prozesse im bewachsenen Boden

Fast alle Autorinnen und Autoren, die sich zu den Eliminationsmechanismen in bewachsenen Bodenfiltern äußern, betonen, dass die Elimination von Phosphor im wesentlichen durch Adsorptionsvorgänge und nur im geringen Maße durch Fällungsmechanismen im Boden erfolgt. Übereinstimmend werden dabei der Eisen-, Aluminium- und Calciumgehalt als maßgebliche Einflussfaktoren genannt.

Der Entzug von Phosphor über das Pflanzenwachstum hat bei bewachsenen Bodenfiltern zur kommunalen Abwasserbehandlung eine untergeordnete Bedeutung. Lediglich 5 - 10% der Jahresfracht könnten theoretisch über die Pflanzen entzogen werden, und dies auch nur, wenn eine regelmäßige Ernte stattfindet. Der Entzug über mikrobielles Biomassewachstum setzt eine regelmäßige Entnahme der belebten Biomasse voraus.

Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen des noch laufenden Verbundforschungsvorhabens werden vier Bewachsene Bodenfilter zur Abwasserreinigung auf ihre Phosphor Rückhaltung untersucht. Die größte Datenbasis zur P-Elimination liefert die Kläranlage Wiedersberg in Sachsen, wo sich ein nachgeschaltetes Filterbett zur Phosphorsorption befindet. Zusätzlich zu den intensiv untersuchten Kläranlagen werden die Daten aus der Bestandsaufnahme Bewachsener Bodenfilter im deutschsprachigen Raum (GELLER & HÖNER 2000) auf ihre Leistungsfähigkeit zur P-Elimination ausgewertet.

Dem Einfluss des Eisengehaltes des Bodens auf die Phosphorelimination wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt. An Hand von Säulenversuchen wird die Rückhaltung von Phosphor in verschiedenen Filtermedien untersucht. Diese bestehen z.T. aus natürlichen Sanden mit unterschiedlichen Eisengehalten sowie Recyclingmaterialien mit hohen Eisen- oder Kalziumgehalten.

Ergebnisse zur Phosphorumsetzung

Die Phosphorretention in Bewachsenen Bodenfiltern unterscheidet sich deutlich von den Versuchen in Bodensäulen bei denen nur die Sorption zum Tragen kommt. In Bewachsenen Bodenfiltern kann eine jahreszeitliche Veränderung der Leistungsfähigkeit bei der Phosphorrückhaltung beobachtet werden. Da hier der P-Rückhalt im Gegensatz zur Sorptionstheorie bei hohen Temperaturen größer wird, deutet dies auf andere Mechanismen hin. Auf Grund der jahrezeitlichen Kohärenz muss davon ausgegangen werden, dass es sich hier um eine biologisch induzierte Speicherung handelt. Durch die jahreszeitlich bedingte Änderung der mikrobiologischen Aktivität schwanken pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Redoxwert. Diese Veränderungen wirken sich offenbar günstig auf die Phosphorbindung im Boden aus.

Durch Zusatz von Eisen kann die Phosphorrückhaltung eines Bodens verbessert werden. Versuche mit gebrauchtem Wasserwerkskies aus der Trinkwasserenteisung zeigen deutlich bessere Sorptionseigenschaften als natürliche Sande. Frisch mit Eisen angereicherter Kies scheint günstiger als abgelagerter Kies zu sein. Günstig ist dementsprechend der Einsatz von künstlich hergestelltem Granulat aus Rückspülschlamm, die bei der Trinkwasserenteisung entstehen. Das P-Bindemittel kann entweder unter den Filtersand des Bewachsenen Bodenfilters gemischt werden, oder wie auf der Kläranlage Wiedersberg in einem nachgeschaltetem Filterbett eingesetzt werden, so dass das Filtermedium bei Erschöpfung der Phosphorsorption ausgetauscht werden kann.

SAISONBEDINGTER ABBAU VON PHOSPHOR IN PFLANZENKLÄRANLAGEN

Dr.-Ing. Zofia Sadecka
Institut für Umwelttechnik, Technische Hochschule
65-246 Zielona Góra, Polen

Die Leistungsfähigkeit einer Kläranlage wird nicht nur anhand des Abbaus von organischen Inhaltsstoffen der Abwässer (gemessen als BSB und CSB), sondern - den gegenwärtigen Verordnungen zufolge - auch auf Grund des Abbaus von Nährstoffen, also von Stickstoff- und Phosphorverbindungen, beurteilt. Auch kleine Kläranlagen müssen dieser Verordnung nachkommen.

In der Lubuser Voivodschaft bestehen seit mehreren Jahren einige Pflanzenkläranlagen, über die nachstehend in Bezug auf die Reduzierung der Phosphorkonzentration, berichtet werden soll. Standorte der Kläranlagen sind: Wawrów, Galewo, Malyszyn und Rokitno. Untersuchungen dieser Anlagen liefen in den Jahren 1994/95 und 1997/2000.

Die Abwässer werden unter der Oberfläche zugeführt (VSB – vegetated submerged bed), als Bestückung wurde Schilfrohr (*Phragmites australis*) genommen. Die Untersuchungen der Anlagen in den angegebenen Zeiträumen ergaben grosse Differenzen im Abbau der Schmutzstoffe, unabhängig von der Zahl der Betriebsjahre. Markante Differenzen sind während des Wechsels der Jahreszeiten (Herbst – Winter, Frühling – Sommer) zu verzeichnen.

Durchschnittswerte für den Abbau in der Zeitperiode 1994 – 2000, weichen von den Literaturangaben sehr weit ab und betragen:

BSB₅ 52%, CSB 62%, Gesamtstickstoff 39%, Ammoniumstickstoff 31%,
Gesamtposphor 28%.

Der Phosphorentzug war bei weitem nicht zufriedenstellend und zwar:

Auf der: Kläranlage Wawrów	-11,9 – 22,8 %	Kläranlage Galewo	- 4,3 – 60,3 %
Kläranlage Malyszyn	- 3,9 – 38,7 %	Kläranlage Rokitno	- 10,3 – 16,8 %

Negative Werte bedeuten, dass im Ablauf der Kläranlagen höhere Phosphorkonzentrationen gefunden wurden als im zulaufenden Abwasser. Dies dürfte mit der Auflösung und Freisetzung der im Filterbett deponierten Phosphorverbindungen zusammenhängen.

Über die möglichen Ursachen der Freisetzung und Auswaschung des akkumulierten Phosphors soll auf dem Seminar berichtet werden.

Stickstoff- und Phosphoreliminierung in Wurzelraumkläranlagen

Ing. Jirí Kucera, Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft „T. G. Masaryk“ Prag

Das Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft „T. G. Masaryk“ hat im Jahr 2000 im Rahmen der Aufgabenstellung des Umweltministeriums der Tschechischen Republik „Neue Konstruktionsgestaltung von Wurzelraumkläranlagen“ den Zustand der Wurzelraumkläranlagen in der Tschechischen Republik ausgewertet. Im Rahmen der Aufgabenstellung haben wir eine Übersicht der bestehenden Anlagen erstellt und über 50 Kläranlagen besucht. Alle besuchten Wurzelraumkläranlagen sind horizontal durchströmte Konstruktionen, der Wurzelraum hat eine rechteckige Form, ist unregelmäßig oder kreisförmig (2 Fälle). In den Kläranlagen haben wir eigene einfache Proben des Zuflusses, des mechanisch vorgeklärten Abwassers und des Abflusses genommen. Gleichzeitig haben wir die zugänglichen Daten der Betreiberüberwachung gesammelt. Die Betreiber überwachen oftmals nicht die Konzentration der Stickstoff- und Phosphorformen. Manchmal stehen nur Angaben zur Abflußqualität zur Verfügung. In der Regel fehlt die Durchflußmessung. Trotzdem ermöglicht die erhaltene Datenmenge eine Orientierungsauswertung, wie die Wurzelraumkläranlagen Stickstoff und Phosphor eliminieren.

Die umfangreichste Datensammlung haben wir für die Wurzelraumkläranlagen Spálené Porící und Svatý Jan erhalten. In die Wurzelraumkläranlage Spálené Porící wird verdünntes Wasser mit geringer organischer Belastung eingeleitet. Die Wurzelraumkläranlage Svatý Jan ist mehr belastet. An die Trennkanalisation ist neben der Bevölkerung auch ein Pflegeheim angeschlossen. Die grundlegenden Belastungsparameter und die Wirkungen der Stickstoff- und Phosphorelimination in diesen Kläranlagen werden in Tabelle 1 zusammengefaßt. Da die Betreiber die Qualität des mechanisch vorgeklärten Wassers nicht überwachen, wurde die Auswertung anhand der Zufluß- und Abflußwerte vorgenommen. Angesichts der Datenmenge kann der Einfluß der schwankenden Verschmutzung im Zufluß als irrelevant erachtet werden, selbst wenn die Wirksamkeit laut den einzelnen Proben deutlich unterschiedlich ist.

Tab. 1: Belastungsparameter und Stickstoff- und Phosphorelimination in den Wurzelraumkläranlagen Spálené Porící und Svatý Jan

		Spálené Porící	Svatý Jan
Anzahl EW-Gleichwerte (Projekt)		1450	147
Fläche der Wurzelräume	m²	2500	768
Durchschnittlicher Zufluß an BSB₅	mg/l	20,3 (101 Werte)	234 (33 Werte)
Durchschnittlicher Zufluß an BSB₅	kg/d		3,0
d. h. % Belastung lt. Projekt			34
Durchschnittliche Elimination von BSB₅	%	64	84
Durchschnittliche Zuflußkonzentration: N-NH₄⁺	mg/l	12,3 (32 Werte)	44,4 (30 Werte)
Durchschnittliche Elimination von N-NH₄⁺	%	20,5	-1
Durchschnittliche Zuflußkonzentration: P ges.	mg/l	2,0 (40 Werte)	8,6 (30 Werte)
Durchschnittliche Elimination von P ges.	%	6,7	17

Die Elimination der Formen des Stickstoffs und Gesamtphosphors ist in den einzelnen Kläranlagen verhältnismäßig unterschiedlich. Nach den Einmalproben, die vom Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft „T. G. M.“ in 18 Kläranlagen genommen wurden, schwankt die Nitratelimination im eigentlichen Wurzelraum (ohne mechanische Vorklärung) zwischen 7 % (Spálené Porící, Sviništany) und 79 % (Chribská), der Durchschnittswert beträgt 28 %. Aus der Datenerfassung wurden die Negativwerte ausgeschlossen, da eine erhöhte Ammoniakkonzentration im Abfluß gegenüber dem Zufluß zweifelsfrei mit einer schwankenden Belastung zusammenhängt. Das Ergebnis könnte so leicht überbewertet werden. Die Elimination des anorganischen Stickstoffs lautet analog: Minimum 7 % (Spálené Porící), Maximum 77 % (Chribská), Durchschnitt 33 %. Angesichts der anaeroben Bedingungen im Körper des Wurzelraumes entstehen keine Nitrate, der Nitratstickstoff, der durch eine minderwertige Kanalisation in den Zufluß gelangte, wird eher denitrifiziert. (N-NO₃⁻ im Zufluß der Wurzelraumkläranlage Cistá am 25. 4. 2000 und in der Wurzelraumkläranlage Sviništany am 7. 11. 2000: 10 mg/l).

Die Phosphorelimination bewegt sich zwischen 4 % (Trhové Dušníky) und 55 % (Zásada), der Durchschnitt liegt bei 29 %. Aus der Datenerfassung wurden die negativen Werte ausgeschlossen sowie die Angaben der Wurzelraumkläranlagen Chribská und Líšný. In diesen beiden Kläranlagen ist die Abflußleitung durch ausgefälltes Eisen verfärbt, das sich aus dem Filtrationsbett löst. Am Abfluß der Wurzelraumkläranlage Chribská bilden sich sogar eisenhaltige Schlammablagerungen. Eliminationseffekt: 80 % in Líšný und 88 % in Chribská wurden durch die chemische Phosphorausfällung durch Eisen bewirkt. Nach Erschöpfung des Eisenvorrates im Filtrationsbett wird der Reinigungseffekt zweifellos sinken.

Die wissenschaftliche Aufgabenstellung sollte auch in den Jahren 2001 und 2002 fortgesetzt werden. Nach deren Abschluß wird es möglich sein, die Möglichkeiten der Wurzelraumkläranlagen bei der biologischen Stickstoff- und Phosphorelimination genauer zu beschreiben und die erzielten Wirkungen mit Aktivierungsanlagen zu vergleichen bzw. mit anderen extensiven Verfahren, wie es die Stabilisierungsbecken sind.

Der Einfluss der technischen Lösung der Vegetationskläranlagen auf Sauerstoffverhältnisse und Nitrifikationsprozess

Jan Šálek

Durch die Forschung des Reinigungseffekts der Vegetationskläranlagen haben wir festgestellt, dass der Verlauf der Ammoniakbeseitigung ungenügend ist und dass in vielen Fällen, bei hohem Gehalt des Ammoniaks im Rohabwasser, die Brauchbarkeit dieser Reinigungsmethode limitiert.

Die ungenügende Beseitigung des Ammoniaks ergibt sich aus hoher organischer Verschmutzung der Abwässer, aus dem Abwässerablass in der landwirtschaftlichen Produktion, aus dem niedrigen Sauerstoffgehalt im Filtrationsfeld, aus niedrigen Temperaturen, aus der minderwertigen mechanischen Reinigung usw. Durch die Untersuchung auf den Vegetationskläranlagen mit der horizontalen unterirdischen Strömung haben wir völliges Sauerstoffdefizit im ganzen Filtrationsfeld festgestellt. Im Rahmen unserer Forschungsuntersuchungen stellten wir uns auf die Laborforschung, versuchbetriebliche und betriebliche Forschung der Maßnahmen für die Verbesserung dieses Zustandes ein, die wir allmählich durcharbeiten. Es handelt sich vor allem um diese Methoden :

- Kombination der Anaerobereinigung mit folgender Aerobestufe Vegetationskläranlagen mit horizontaler Strömung und Vegetationskläranlagen mit vertikaler Strömung, resp. mit günstigerer Dreistufengestaltung, die um dritte Denitrifikationstufe mit horizontaler Strömung ergänzt ist.
- Impulsmethode der Füllung und Leerung des Filtrationsmilieus, die die periodische Füllung und Leerung des Teiles von Filtrationsfeld mit folgender Belüftung des Filtrationsmilieus sicherstellt.
- Gleichmäßige Verteilung der Abwässer in ganzer Breite (Fläche) des Filtrationsfelds mit der Ausnützung von Wasserstößen zur Belüftung des Abwassers.
- Kombination der Reinigung in Vegetationskläranlagen mit den periodisch belüfteten Aerobekläarteichen.
- Die Ausnützung energetisch anspruchsloser und ökonomisch günstiger Belüftungseinrichtungen im Wasser- und Sumpfmilieu.
- Zusätzliche Aeration des abgelassenen gereinigten Abwassers mit Aerobekläarteich.

Die Beschreibung einzelner Methoden und die erreichten Ergebnisse sind der Inhalt des Referats.

Poster

Der Posterinhalt besteht in kurzer Bekanntmachung mit Forschungsaktivitäten des Instituts für Landeskulturelle Wasserwirtschaft auf dem Gebiet der natürlichen Methoden der Abwasserreinigung. Es handelt sich vor allem:

- Der Einfluss der technischen Lösung der Vegetationskläranlagen auf Sauerstoffverhältnisse und Nitrifikationsprozess
- Die Erkenntnisse mit Kolmatation des Filtrationsmilieus in Vegetationskläranlagen
- Reinigungsprozess der Oxidationsteichen
- Kleine häusliche Vegetationskläranlagen
- Die Messungen der hydraulischen Leitfähigkeit der Filtrationsmaterialien