

Abwasser

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in Germany

IN DIESER HIGHLIGHT PUBLICATION

Kommunale Abwasseraufbereitung
und ihre Potentiale für die Stadt

Abwasser als saubere Energiequelle

Ressourcenrückgewinnung aus Abwasser

ABWASSER

Highlight publication • Water Technology Advisory EU in Germany

Version 1.0

Dezember 2023

FRONT PAGE PHOTO

Stig Larsen

Gestaltung: Henrik Wedel Sivertsen

HERAUSGEBER

State of Green

PARTNER DES HERAUSGEBERS

Water Technology Advisory am Kgl. Dänischen Generalkonsulat Hamburg

BEITRAGENDE

Kapitel 1

Autor: Peter Underlin, Hillerød Forsyning

Fallbeispiel: Varga (DK)

Fallbeispiel: Solrødgaard (DK)

Kapitel 2

Autor: Aarhus Water, Per Overgaard Pedersen

Fallbeispiel: NISSEN Energy Inc., Thorvald Pedersen

Fallbeispiel: Aarhus Water, Per Overgaard Pedersen

Kapitel 3

Autor: VCS Denmark, Per Henrik Nielsen

Fallbeispiel: Herning Vand PhosporCare

Fallbeispiel: Billund Vand, Thomas Kruse Madsen

LADEN SIE DIESE HIGHLIGHT PUBLICATION HERUNTER

Laden Sie diese und weitere themenverwandte Publikationen

herunter auf www.stateofgreen.com/publications

WEITERE INFORMATIONEN

Für die Bestellung von Druckversionen sowie weitere Informationen über diese und andere themenverwandte Publikationen kontaktieren Sie State of Green via info@stateofgreen.com

URHEBERRECHTE

© Copyright State of Green 2023



Funded by
the European Union



Inhaltsverzeichnis

1. Kommunale Abwasseraufbereitung und ihre Potentiale für die Stadt	4
Fallstudie: Kläranlage leistet Beitrag zur Kreislaufwirtschaft im städtischen Wasserkreislauf	6
Fallstudie: Solrødgård - eine vollständig überdachte Kläranlage im Einklang mit der Natur	7
2. Abwasser als saubere Energiequelle	8
Fallstudie: 150% Energieautarkie erreichen	10
Fallstudie: Downers Grove - Kläranlage mit positiver Energiebilanz	11
3. Ressourcenrückgewinnung aus Abwasser	12
Fallstudie: Phosphorrückgewinnung aus Abwasser	14
Fallstudie: Ressourcenrückgewinnung für die Zukunft	15

KAPITEL 1

Kommunale Abwasseraufbereitung und ihre Potentiale für die Stadt

Weltweit werden 80% des Abwassers weder aufgefangen noch adäquat aufbereitet. Dies bringt negative Konsequenzen sowohl für Umwelt als auch Menschen mit sich. In Anbetracht der neuen Herausforderungen durch den Klimawandel muss die kommunale Wasserwirtschaft von der Abwasseraufbereitung zur Ressourcen- und Energierückgewinnung übergehen.

Viele Städte wachsen rasch und so müssen Kläranlagen immer mehr Abwasser aufbereiten, um einen Schutz der Gesundheit der Bevölkerung und von Umwelt und Gewässern sicherstellen zu können. Es ist wichtig, dass sowohl große zentrale als auch kleinere dezentrale Kläranlagen ihr gereinigtes Abwasser ableiten können, ohne dass dabei ein Schaden verursacht wird - sei für das Meer oder einen kleinen Bach. Dänische Kläranlagen arbeiten unter strengen Auflagen für eine verbesserte Abwasseraufbereitung. Die (Ab-)wasserwirtschaft hat viele Jahre damit verbracht, ihre Technologien weiter zu verfeinern und Neues zu entwickeln, sodass Abwasser heute auf einem hohen Niveau aufbereitet wird (durch primäre, sekundäre und tertiäre Aufbereitung) und dabei sichergestellt werden kann, dass es anschließend zu keinen Verunreinigungen mehr kommt. In Verbindung mit einem Steuersystem, das Kläranlagen Anreize bietet Abwasser über die gesetzlichen Anforderungen hinaus zu klären, hat dies laut einer Studie des dänischen Wasser- und Abwasserverbands (DANVA) dazu geführt, dass das aufbereitete Wasser letztlich deutlich geringere Konzentrationen an Verunreinigungen aufwies (nur 20-70 % im Vergleich zu den gesetzlichen Grenzwerten).

Lebenswerte Städte sind von einem erfolgreichen Abwassermanagement abhängig

Abwassersammel- und -aufbereitungssysteme spielen eine Schlüsselrolle für die Gestaltung lebenswerter Städte, in denen Freizeitaktivitäten in Seen, Flüssen und Häfen möglich sein sollen. In Dänemark wären „blau-grüne“ Städte, Hafengebäude und andere Freizeiteinrichtungen ohne eine gut verwaltete Abwasserinfrastruktur nicht möglich gewesen. Der Klimawandel setzt die Abwasserwirtschaft in Städten auf der ganzen Welt allerdings zunehmend unter Druck. Eine häufige Herausforderung ist die Sicherstellung ausreichender Ablaufkapazitäten, um Überläufe, vor allem bei starken Regenfällen, zu verhindern. Bei einer Neugestaltung der Abwasserinfrastruktur sollte der Schwerpunkt zudem auf der Separation und Aufbereitung von Regenwasser von Straßen und anderen verschmutzten Flächen liegen, um Verunreinigungen zu vermeiden.

Energieversorgung der Stadt durch Energierückgewinnung

Im Einklang mit der nationalen dänischen Strategie für nachhaltigen Wandel will der dänische Wassersektor bis 2030 energie-



und klimaneutral werden. Um dieses Ziel zu erreichen, findet in Dänemark derzeit ein nachhaltiger Wandel im Abwassersektor statt, dessen Ausgangspunkt die Energieeffizienz und -rückgewinnung bilden. Heute sind eine Reihe Kläranlagen Netto-Energieerzeuger. Sie nutzen Klärschlamm zur Erzeugung von Biogas und Strom und speisen die überschüssige Wärme in das Fernwärmenetz ein. Die Energierückgewinnung durch den Einsatz von Wärmepumpen ist ebenfalls ein neuer Bereich der Innovation und Entwicklung.

Von der Abwasseraufbereitung zur Ressourcenrückgewinnung

In Zukunft muss die Abwasseraufbereitung so gestaltet werden, dass nicht nur Energie, sondern auch andere Ressourcen (z. B. Phosphor) gewonnen und in die Kreislaufwirtschaft einbezogen werden können, ohne dass dabei schädliche Stoffe im geklärten Wasser zurückbleiben. Abwasser als Ressource zu sehen ist relativ neu, weshalb es weiteren Wissens und neuer Technologien bedarf, um wertvolle Ressourcen in kommerziellem Maßstab zurückzugewinnen zu können. Die Forschung und Entwicklung in Dänemark widmet sich diesem Bereich. Dabei entwickelt

sich die fortgeschrittene Membrantechnologie bereits rasant, wenngleich es weiterer neuer Spezialtechnologien bedarf. Auch die Sorptionstechnologie, die das Auffangen bereits niedriger Konzentrationen wertvoller Stoffe bzw. Schadstoffe ermöglicht, wird in der Kläranlage der Zukunft eine bedeutende Rolle spielen. Es müssen aber beispielsweise noch neue Bakterienkulturen entwickelt werden, um Basischemikalien und Weiteres herstellen zu können. Kläranlagen können als Produktionslinien betrachtet werden, in denen verwertbare Stoffe, z. B. Phosphor und Ammonium, abgetrennt und weitere Produkte entfernt und anschließend weiterverarbeitet werden, z. B. organische Stoffe zur Erzeugung von Biogas oder Basischemikalien, die z.B. für hochpreisige Produkte in der pharmazeutischen Industrie verwendet werden können. Darüber hinaus müssen industrielle Abwässer sorgfältig geprüft werden, um sicherzustellen, dass wertvolle Bestandteile abgetrennt wurden. Natürlich können nicht alle Stoffe aus dem Abwasser zurückgewonnen werden. Ein Teil muss im Interesse der Reinheit des abgeleiteten Wassers bzw. des entsprechenden Produkts entfernt und abgebaut werden.



Kläranlage leistet Beitrag zur Kreislaufwirtschaft im städtischen Wasserkreislauf

Die Abwasseraufbereitung kann wesentlich zur Umsetzung der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft im städtischen Wasserkreislauf des Großraums Kopenhagen beitragen. Das neue Projekt - VARGA - zielt darauf ab, die konventionelle Kläranlage Avedøre (350.000 EW) mittels mehrerer innovativer Technologien zur Abwasserbehandlung, Nährstoffrückgewinnung und Treibhausgasreduzierung in eine ressourcengewinnende Kläranlage umzuwandeln. Zu den wichtigsten Elementen des Projekts gehören die breite Vorfiltration, die P-Rückgewinnung im Testmaßstab sowie die aktive Reduzierung von N_2O . Im Rahmen des Projekts wurden zudem eine Lebenszyklus- und eine Ökoeffizienzanalyse durchgeführt. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Gesamtwertschöpfung nach der Umsetzung des VARGA-Konzepts höher ist als bei der vorherigen konventionellen Vorgehensweise, ohne dass dabei die Effizienz der Aufbereitung beeinträchtigt wird. Kreislaufwirtschaftlich zu handeln ist für das Projekt von zentraler Bedeutung und die gewonnenen Erfahrungen leisten einen Beitrag zum nationalen dänischen Ziel eines energie- und klimaneutralen Wassersektors im Jahr 2030 sowie zur UN-Agenda für nachhaltige Entwicklung.

BEITRAGENDE

BIOFOS, EnviDan, Unisense Environment, ARC und DTU Environment mit finanzieller Unterstützung des Danish Eco-Innovation Programme

ORT

Kopenhagen, Dänemark



Solrødgård - eine vollständig überdachte Kläranlage im Einklang mit der Natur

Die alte Kläranlage in Hillerød ist in der Vergangenheit wegen städtischen Wachstums sowie Beschwerden über Geruchs- und Lärmbelästigungen in die Kritik geraten. Der Bau einer neuen traditionellen Kläranlage außerhalb der Stadt hätte wahrscheinlich dazu geführt, dass das Problem in 30 Jahren erneut auftritt. Stattdessen wurde entschieden eine zu 100 % überdachte Kläranlage in einem 52 Hektar großen Gebiet etwa 4 km vom Stadtzentrum entfernt zu bauen. Der neue "Klima- und Umweltpark Solrødgård" beherbergt alle Versorgungsdienstleistungen an einem Ort: Fernwärme, Abfall, Wasser und Abwasser. Die einzelnen Prozesse dort sind räumlich isoliert und mit modernen DIMS-Kontrollsystemen ausgestattet, die eine maximale Kontrolle der Geruchs- und Stickoxidemissionen ermöglichen. Überschüssige Energie wird in das Fernwärmenetz eingespeist und trägt dazu bei, fossile Brennstoffe zu ersetzen. Die Vision war es Inspiration in den integrierten Systemen der Natur zu finden, in denen alles aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird. Nach Ablauf der Lebenszeit der Anlage in ca. 40-60 Jahren soll es möglich sein an Ort und Stelle ein funktionierendes Feuchtgebiet zu hinterlassen, das den biologischen wie auch den Erholungswert im Vergleich zu heute stark anheben würde. Der Masterplan wurde mit Rücksicht auf die umgebende Natur entworfen, wobei die verschiedenen Funktionsbereiche als "Taschen" in der zusammenhängenden Landschaft angelegt sind. In der Nachbarschaft entsteht zudem ein neuer Stadtteil mit einem Krankenhaus, Bahnhof, Unternehmen und rund 5000 Wohnungen. Die Immobilienpreise sind bis zu 30 % höher, als sie in einem Quartier mit herkömmlicher Kläranlage gewesen wären.

BEITRAGENDE

Hillerød Forsyning, Krüger, Stjernholm, DHI, WSP, Gottlieb Paludan Architects und Henning Larsen Architects

ORT

Hillerød, Dänemark

KAPITEL 2

Abwasser als saubere Energiequelle

Die Senkung der Kosten für die Sammlung und Aufbereitung von Abwasser ist ein wichtiges Thema für Wasserversorgungsunternehmen auf der ganzen Welt. Um Kostensenkungen zu erreichen, muss der Schwerpunkt auf Kosteneffizienz, der Verbesserung der Energieautarkie von Kläranlagen und, soweit möglich, dem Verkauf von überschüssiger Energie ans Netz liegen. In Dänemark bedeutet dies, dass energieerzeugende Kläranlagen und ein energieneutraler Wasserkreislauf angestrebt werden.

Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass der Wassersektor auf globaler Ebene etwa 4 % des gesamten Stromverbrauchs ausmacht, wobei allein die Abwasseraufbereitung für ein Viertel dieses Anteils verantwortlich ist. Die Realisierung des UN-Ziels, den Anteil unbehandelter Abwässer bis 2030 zu halbieren, könnte daher den Energiebedarf erheblich in die Höhe treiben, wenn in den Kläranlagen keine Energieeffizienz- und Rückgewinnungstechnologien eingesetzt werden.

In Dänemark ist der Anteil des Wassersektors am gesamten Stromverbrauch des Landes auf 1,9 % gesunken, da immer mehr Versorgungsunternehmen das große Potenzial von Energieeinsparungen und Energierückgewinnung bei der Abwasserbehandlung erkannt haben. Die meisten Abwasseraufbereitungsanlagen (ARA) in Dänemark haben in eine Analyse der verschiedenen Möglichkeiten zur Senkung ihres Energieverbrauchs investiert. Dazu gehören die Einführung von Online-Überwachungs- und Energiemanagementsystemen, der Ersatz von Oberflächenbelüftungen durch energieeffizientere Bodenbelüfter sowie verschiedene Betriebskonzepte.

Neue Ausrichtung auf Energieautarkie

In den vergangenen Jahren sind dänische Wasserversorger dazu übergegangen, sich nicht nur auf die Reduzierung des Energieverbrauchs, sondern auch auf die auf die Energie-

erzeugung zu konzentrieren. Das erste Ziel ist dabei in der Regel energieneutral zu werden, während das zweite Ziel vorsieht, überschüssigen Strom und Wärme an die örtlichen Strom- und Wärmeversorgungsunternehmen zu verkaufen. Einige der größten Wasserversorger befinden bereits auf dem besten Weg dorthin. In der zweitgrößten Stadt Dänemarks, Aarhus, produzierte die Kläranlage Marselisborg zwischen 2015 und 2019 im Durchschnitt 30 % mehr Strom als sie selbst verbrauchte. Gleichzeitig erzeugte sie auch 75 % mehr Wärme als sie selbst verbrauchte, was somit zu einer Nettogesamtenergieerzeugung von 150 % führte. In Odense erreichte die Kläranlage Ejby Mølle ein ähnliches Niveau der Nettogesamtenergieerzeugung. Als nächsten Schritt prüfen die Wasserversorger beider Städte nun die Rückgewinnung von Wärme aus Abwasser vor der Ableitung. Dies hätte den zusätzlichen Vorteil, dass die Temperaturentwicklungen auf die aufnehmenden Gewässer verringert werden könnten. "Die dänischen Wasserversorger werden durch die Energierückgewinnung und eine erhebliche Verringerung des Energieverbrauchs bei der Abwasseraufbereitung zu Dänemarks Ziel einer 70-prozentigen CO₂-Reduzierung bis zum Jahr 2030 beitragen. Bei Aarhus Vand haben wir unsere Treibhausgasemissionen seit 2008 um fast 80 % gesenkt. Das zeigt welche großen Vorteile es bringt systematisch mit Energieoptimierung zu arbeiten." Lars Schrøder, CEO, Aarhus Vand und stellvertretender Vorsit-



zender der Klimapartnerschaft für Abfall, Wasser und Kreislaufwirtschaft der dänischen Regierung.

Lösungen hängen von Anlage und Kontext ab

Immer mehr Kläranlagen in Dänemark werden zur anaeroben Vergärung von Klärschlamm und/oder der Co-Vergärung mit organischen Abfallprodukten aufgerüstet und nutzen das erzeugte Biogas zur Erzeugung von Strom und Wärme. Die optimalen Lösungen hängen von der individuellen Anlagenkonzeption und den Möglichkeiten zur internen Nutzung, bzw. dem externen Verkauf des erzeugten Stroms oder der Wärme ab. Der Schwellenwert, ab dem der Einsatz der anaeroben Vergärung finanziell tragfähig wird, hängt von der Entwicklung neuer Technologien und Veränderungen in der Preisstruktur für den Kauf und Verkauf von Strom und Wärme ab. In Kopenhagen wird derzeit eine neue Technologie eingeführt, mit der Biogas auf eine Qualität aufbereitet werden kann, die mit der von Erdgas oder Fahrzeugkraftstoff vergleichbar ist.

Auf dem Weg zu einem energie- und klimaneutralen Wasserkreislauf

Neue Technologien zur Verringerung des Energieverbrauchs und zur Verbesserung der Energieerzeugung haben das Ziel Versorgungsunternehmen einen energieneutralen Wasserkreislauf zu ermöglichen. Die Energieproduktion aus den Kläranlagen

des Versorgers soll dann den Energieverbrauch für die Grundwassergewinnung, die Wasseraufbereitung, den Wasser- und Abwassertransport sowie die Abwasseraufbereitung decken. Im Jahr 2019 hat das Unternehmen VCS Denmark eine 100%ige Nettoenergieproduktion für den Wasserkreislauf seines gesamten Versorgungsgebiets nachweisen können. Darin enthalten sind (alle) acht Kläranlagen sowie die Gewinnung und Verteilung von Wasser für Odense, der drittgrößten Stadt Dänemarks mit 200.000 Einwohnern. Der dänische Wassersektor hat sich das gemeinsame Ziel gesetzt, bis 2030 energie- und klimaneutral zu werden. Im Jahr 2020 wurde dieses Ziel auch in die nationalen Klimapläne der Regierung aufgenommen.

Benchmarking und Innovation führen zu niedrigeren Kosten

Ein zentraler Treiber von Innovationen für den optimierten und kosteneffizienten Bau und Betrieb von Versorgungsinfrastruktur ist das für Wasserversorger obligatorische Benchmarking von Betriebsparametern und Kosteneffizienzen innerhalb der Branche. Innovationsprojekte beruhen häufig auf der Zusammenarbeit zwischen staatlichen Stellen, Wasserversorgern, Beratungsunternehmen, Technologielieferanten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Auch der dänische Wasser- und Abwasserverband (DANVA) führt jedes Jahr sein eigenes freiwilliges Benchmarking durch.



150% Energieautarkie erreichen

In den letzten fünf Jahren hat der Wasserversorger Aarhus Vand einen besonderen Fokus auf die Themen Energieeinsparung und Energieerzeugung gelegt. In der Kläranlage Marselisborg hat das Unternehmen energiesparende Technologien wie ein fortschrittliches SCADA-Steuerungssystem, einen neuen Turbokompressor, eine auf dem Anammox-Verfahren basierende Schlammbehandlung sowie ein optimiertes Feinblasenbelüftungssystem eingeführt. Dies hat zu einer Verringerung des Stromverbrauchs um etwa 1 GWh/Jahr geführt, was einer Gesamteinsparung von etwa 25 % entspricht. Im gleichen Zeitraum wurde die Energieerzeugung durch den Einsatz neuer energieeffizienter Biogasmotoren (KWK) verbessert, was zu einer Steigerung der Stromerzeugung um etwa 1 GWh/Jahr führte. Darüber hinaus wurde ein neuer Wärmetauscher installiert, um überschüssige Wärme an das Fernwärmenetz verkaufen zu können, was ca. 2 GWh/Jahr entspricht. Zwischen 2015 und 2019 lag die durchschnittliche Gesamtenergieproduktion der Kläranlage Marselisborg bei 9,6 Mio. kWh/Jahr bei einem Energieverbrauch von 6,4 Mio. kWh/Jahr. Dies entspricht einer Nettoenergieproduktion von 150 %. Ein Großteil der installierten Technologien amortisiert sich bereits innerhalb von weniger als 5 Jahren.

BEITRAGENDE

Aarhus Vand

ORT

Aarhus, Dänemark



Downers Grove - Kläranlage mit positiver Energiebilanz

Der Downers Grove Sanitary District in Illinois hat erhebliche Ressourcen eingesetzt, um seinen Energiebedarf zu senken. Verbesserungen der Prozesseffizienz, einschließlich der Automatisierung der Kläranlage, der Verbesserung des Belüftungssystems, der Aufrüstung der HLK- und Gebäudemanagementsysteme sowie der Betrieb mit variabler Frequenz haben zu einer Senkung des Stromverbrauchs in der Kläranlage um 30 % geführt. Der verbleibende Stromverbrauch der Anlage wird vor Ort mit einem biogasbetriebenen Kraft-Wärme-Kopplungssystem (KWK) erzeugt. Das Biogas wird durch die Co-Vergärung von gesammelten Lebensmittelabfällen und Klärschlamm, der vor Ort anfällt, erzeugt. Letztlich dient das Biogas dann als Brennstoff für den Antrieb eines motorgetriebenen Stromgenerators.

Darüber hinaus wird Wärme in Form zirkulierenden Warmwassers gewonnen und für die Prozesswärme der Anlage genutzt. Die KWK-Anlage wurde 2017 installiert und hat eine Amortisationszeit von 3,5 Jahren. Die Gesamtinvestitionen in die Infrastruktur in Höhe von rund 5 Mio. USD werden sich voraussichtlich in 10 Jahren amortisieren. Im Jahr 2021 produzierte die Anlage ausreichend Energie, um den eigenen Betrieb zu versorgen und zudem Energie in das Netz zurückzuspeisen.

BEITRAGENDE

NISSEN energy Inc., Landia und Downers Grove Sanitary District Wastewater Treatment Center

ORT

Illinois, USA

KAPITEL 3

Ressourcenrückgewinnung aus Abwasser

Abwasser ist traditionell als eine Belastung angesehen worden, dessen Aufbereitungskosten durch immer strengere Ableitungsstandards stetig gestiegen sind. Wenn man dagegen beginnt die im Abwasser enthaltenen Ressourcen zu nutzen, kann dies dazu beitragen die Perspektive zu drehen und Klärwerke als Anlagen zur Ressourcenrückgewinnung zu verstehen.

Abwassers als Ressource zu sehen ist eine relativ neue Perspektive. Dennoch wird heute weithin anerkannt, dass der organische Anteil des Abwassers als Ressource für die Energieerzeugung genutzt und Nährstoffe - insbesondere Phosphat - in der Düngemittelproduktion Verwendung finden können. Darüber hinaus kann Wasser auf so hohem Niveau gereinigt werden, dass eine Wiederverwendung auf vielfältige Weise möglich ist - z. B. für Toilettenspülungen oder Waschmaschinen.

Organische Bestandteile nutzen

Wie im vorigen Kapitel beschrieben, kann organisches Material im Abwasser abgetrennt und zur Erzeugung von Biogas genutzt werden. Dies ist in größeren Kläranlagen schon seit einiger Zeit Standard und neue Wasseraufbereitungstechnologien und effizientere Anlagen zur kombinierten Strom- und Wärmeenergieerzeugung haben das mögliche Potenzial erhöht. Organische Bestandteile können für die energetische Nutzung in der Biogasenerzeugung gewonnen werden, wenn neue kohlenstoffsparende Verfahren zur Nährstoffentfernung genutzt werden. Dänemark verfügt über große Erfahrung bei der Optimierung der Kohlenstoffnutzung und sammelt nun weitere Kompetenzen bei der Nährstoffrückgewinnung.

Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm

Phosphor ist eine knappe Ressource mit großem Wert für den Agrarsektor. Er sammelt sich im Klärschlamm und internen

Nebengewässern an. Mit entsprechenden Methoden kann dieser Prozess zu einer kontrollierten Gewinnung von reinem Dünger umgewandelt werden. Die Rückgewinnung von Phosphat für Düngemittel bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten für die Schlammbehandlung, ohne dass der wertvolle Stoff in minderwertiger Form als Asche oder mit Schwermetallen und Mikroverunreinigungen aus dem Abwasser vermischt, im Schlamm landet. Das Phosphorprodukt Struvit ist in Dänemark als Düngemittel zugelassen. Zwei große Anlagen in Aarhus sollen künftig sicherstellen, dass das P-Recycling von aktuell 15% auf 25% steigt. Sobald diese Anlagen fertiggestellt sind, wird die Phosphorrückgewinnung im gesamten Einzugsgebiet voraussichtlich auf ca. 22 Tonnen P/Jahr bzw. ca. 0,5 Tonnen Struvitdünger pro Tag erhöht werden können.

Vorteile der Verwendung von Struvitdünger im Vergleich zu Klärschlamm:

Die Rückgewinnung von Struvit als rein mineralischer Phosphordünger bietet eine Reihe an Vorteilen gegenüber der Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen:

- **Vorteile für die Umwelt: Struvit ist in Bezug auf Schwermetalle deutlich sauberer als Klärschlamm. Der Gehalt klassischer problematischer Metalle wie Blei, Cadmium, Nickel, Chrom, Kupfer und Zink ist im Verhältnis zum Phosphorgehalt um den Faktor 20-100 niedriger.**



- **Geringeres Risiko der Grundwasserkontamination:** Phosphor aus Abwässern kann in der Landwirtschaft verwendet werden, ohne die Gefahr Böden und Grundwasser durch die Anreicherung von Schwermetallen und anderer umweltschädlicher Stoffe zu verunreinigen. Eine anschließende Grundwassernutzung im selben Gebiet ist möglich.
- **Mehr Flexibilität in Bezug auf Verwendung und Lagerung:** Struvit ist als konzentriertes Düngemittel viel flexibler, liegt in trockener Form vor und kann über längere Zeiträume gelagert werden.
- **Wirtschaftliche Vorteile:** Struvit kann zu hohen Preisen (bis zu 335 EUR pro Tonne) verkauft werden
- **Gebrauchsfertiges Düngemittel:** Das Material muss nicht weiterverarbeitet werden und kann mit anderen Mineraldüngern gemischt werden, um den Kalium- oder Stickstoffgehalt anzupassen.
- **Besser geeignet als Spezialdünger:** Struvit hat sich als ausgezeichneter Dünger für bestimmte Pflanzen und Kulturen erwiesen, die einen zusätzlichen Bedarf an Phosphor und Magnesium haben. Golfplätze und Gärten sind gute Beispiele dafür.
- **Geringe Löslichkeit:** Struvit hat eine geringe Löslichkeit und eignet sich daher als Depotdünger, dessen Phosphorgehalt langsam und entsprechend dem Bedarf der Pflanzen freigesetzt wird. Die Ausbringung erfolgt ohne die Gefahr, dass das Düngemittel unmittelbar in Grundwasser oder Oberflächengewässer eindringt.
- **Geringere Kosten:** Der phosphorarme Schlamm aus P-Rückgewinnungsanlagen kann als Biobrennstoff verwendet werden, ohne dass Phosphor in der Asche verloren geht. Die Kosten für die Rückgewinnung von Phosphor aus Asche sind viel höher als die der Extraktion von Struvit aus Abwasser.

Die P-Rückgewinnung auf Struvitbasis ist der Stand der Technik für die Phosphor-Rückgewinnung aus Abwasser. Dänische Abwasserversorger und Unternehmen entwickeln die junge Technologie weiter und arbeiten an noch effizienteren Verfahrenslösungen.



Phosphorrückgewinnung aus Abwasser

2015 hat das Wasserversorgungsunternehmen Herning Vand Ltd. die zweite P-Rückgewinnungsanlage Dänemarks in Betrieb genommen. Der Phosphor wird aus einem konzentrierten Nebenstrom der Kläranlage gewonnen. Mehrere Jahre lang litt die Kläranlage unter Struvitablagerungen in Schlamm- und Abwasserrohren, was zu Problemen bei der Entwässerung des Schlammes und Produktion von Biogas führte. Doch Herning Vand wollte nicht nur das Problem lösen, sondern auch zugleich das Potenzial der Wiederverwertung von Struvit als Dünger für die Landwirtschaft nutzen. Daher wurde eine Lösung auf Grundlage der kontrollierten Ausfällung von Struvit entwickelt und eine größere Rückgewinnungsanlage für die Phosphorverbindung Struvit gebaut, welche sich auf frühere Testergebnisse von Aarhus Vand aus der Kläranlage Aaby stützt. In beiden Anlagen wird das Struvit als "gebrauchsfertiger Dünger" ausgefällt und an ein Düngemittelunternehmen verkauft. Für das in den Anlagen in Herning und Aarhus hergestellte Struvit wurde eine offizielle Zulassung als Handelsdünger unter dem Namen Phosphorcare™ erteilt. Die betrieblichen Einsparungen in den Kläranlagen und die erwarteten Einnahmen aus dem Verkauf von Struvit werden voraussichtlich zu einer Amortisationszeit von 10-12 Jahren führen.

BEITRAGENDE

Herning Vand, Aarhus Vand, Stjernholm, Grundfos, Norconsult, Suez und SEGES

ORT

Herning und Aarhus, Dänemark



Ressourcenrückgewinnung für die Zukunft

Die Bioraffinerie Billund (BBR) ist eine Anlage zur Ressourcenrückgewinnung, die sowohl das Abfallmanagement als auch die Abwasseraufbereitung integriert. Die BBR produziert sauberes Wasser, Energie für die lokalen öffentlichen Fernwärme- und Stromnetze sowie hochwertigen Naturdünger für umliegende landwirtschaftliche Flächen. Die Abwassereinzugsgebiete bestehen aus Trenn- und Mischkanalisationssystemen. Die sortierten organischen Abfälle stammen von Haushalten und der örtlichen Industrie. In die Abwasseraufbereitung der BBR integriert sind die anaerobe Vergärung sowie weitere innovative Verfahren wie Exelys™ (thermische Hydrolyse) und Anitamox™ (Anammox-Verfahren). Mit Hilfe des modernen Online-Überwachungs- und Steuerungssystem STAR™ kann so der Energieverbrauch minimiert und die Energieproduktion und Abwasserqualität maximiert werden. Im Ergebnis konnte die Nährstoffkonzentration im Abwasser (N, P und CSB) auf ein Viertel des von der dänischen Gesetzgebung geforderten Wertes gesenkt werden. Die Anlage arbeitet zudem mit einem Energieüberschuss von 200 % im Vergleich zum Eigenverbrauch. Die BBR ist eine öffentlich-private Partnerschaft, die durch das Danish Eco-Innovation Programme (MUDP) sowie die dänische Stiftung für den Wassersektor (VTUF) finanziell unterstützt wurde.

BEITRAGENDE

Billund Vand og Energi A/S und Krüger
Veolia A/S

ORT

Billund, Dänemark

Erfahren Sie mehr über dänische Lösungen für die Wasserwirtschaft, finden Sie weitere Beispiele aus der ganzen Welt und knüpfen Sie Kontakte zu dänischen Wasserexperten auf:

www.stateofgreen.com



STATE OF GREEN IST EINE GEMEINNÜTZIGE, ÖFFENTLICH-PRIVATE ORGANISATION, PARTNERSCHAFTLICH GEGRÜNDET VON:

