



CarBioPhos – Entwicklung eines integrierten Verfahrens zur Carbonisierung von Klärschlamm, Erzeugung von Biogas und Rückgewinnung von Phosphor

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Klärschlamm fällt bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen an. Er enthält einerseits viele wichtige Nährstoffe – insbesondere Phosphor – die in der Landwirtschaft dringend zur Düngung gebraucht werden. Andererseits befinden sich im Klärschlamm jedoch auch zahlreiche Schadstoffe wie Schwermetalle, Pestizide oder Medikamentenrückstände. Sie erschweren eine landwirtschaftliche Nutzung aufgrund höherer Umweltstandards zunehmend. Es müssen somit alternative Verwertungswege für Klärschlamm gefunden werden. Diese müssen gleichzeitig eine Rückgewinnung von Phosphor ermöglichen, die künftig gesetzlich vorgeschrieben ist. Die Partner des Verbundprojektes CarBioPhos entwickeln ein integriertes Konzept auf Basis eines Verfahrens, mit dem aus Klärschlamm erneuerbare Kohle hergestellt wird: die sogenannte hydrothermale Carbonisierung, kurz HTC. Dabei fällt nicht nur Biokohle an, sondern können auch hohe Mengen an Phosphor aus Klärschlamm zurückgewonnen und gleichzeitig Faulgas zur Erzeugung erneuerbarer Energie produziert werden.

Phosphor aus Schlammwasser gewinnen

In Deutschland fallen bei der Abwasserreinigung jährlich ca. zehn Mio. Tonnen Klärschlamm an. Während früher große Mengen davon als Dünger und zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft genutzt wurden, steht zunehmend aufgrund strengerer gesetzlicher Vorgaben nur noch die Verbrennung als sicherer Entsorgungsweg zur Verfügung. Da Klärschlamm bis zu 80 Prozent Wasser enthält, erfordert dies jedoch sehr viel Energie für die vorherige Trocknung und einen hohen Transportaufwand zum Standort der Verbrennungsanlage.

Bei einer Vorbehandlung des Klärschlammes mittels hydrothormaler Carbonisierung (HTC) wird der größte Teil des enthaltenen Wassers mechanisch abgetrennt und ein Feststoff hergestellt, der einer natürlichen Kohle ähnelt und brennbar ist. Zunächst werden dazu in einem luftdicht verschlossenen Druckbehälter über einen Zeitraum von ca. fünf Stunden bei 180 °C die organischen Anteile des Klärschlammes in Kohlepartikel umgewandelt. Hierbei wird die natürliche Kohleentstehung nachgeahmt. Das Wasser lässt sich anschließend leicht mit Filtern mechanisch von der „Klärschlammkohle“ entfernen. Dies ist wesentlich energieeffizienter und somit kostengünstiger, als den Klärschlamm vor der Verbrennung zu trocknen.

Der im Klärschlamm enthaltene Phosphor verbleibt beim HTC-Prozess normalerweise in der Kohle und wird nach-

folgend mitverbrannt. Wenn die Verbrennung z. B. in Zementwerken oder Kraftwerken mit anderen Brennstoffen erfolgt, ist der Phosphor in der verbleibenden Asche unwiderruflich verloren.

Im CarBioPhos-Verbundprojekt wird der Prozess der hydrothermalen Carbonisierung um zwei weitere Komponenten ergänzt: Durch die Zugabe von Säure wird der in der Kohle enthaltene Phosphor gelöst und in das abgetrennte Schlammwasser überführt. Hier kann er durch Fällungs- oder Kristallisationsverfahren leichter rückgewonnen werden. Gleichzeitig eignet sich das verbleibende, phosphorarme Restwasser aufgrund des hohen Gehalts an biologisch abbaubaren organischen Bestandteilen gut zur Biogaserzeugung.



Anlage zur hydrothermalen Carbonisierung auf der Kläranlage Duisburg-Kaßlerfeld

Verfahren optimieren und praktisch erproben

Die Forschenden wollen im Projekt untersuchen, unter welchen Bedingungen sie möglichst viel und kostengünstig Phosphor aus dem HTC-Schlammwasser rückgewinnen können – Ziel sind mindestens 50 Prozent – und wie daraus ein zur Düngung geeignetes Sekundärphosphor-Produkt wirtschaftlich hergestellt werden kann. In einer Technikumsanlage wird das Verfahren auf der Kläranlage Duisburg-Kaßlerfeld praktisch erprobt.

Die Biogaserzeugung optimieren die Projektpartner in mehrmonatigen Laborversuchen. Sie beschäftigen sich zum einen mit den Auswirkungen der hohen Stickstoffkonzentration im HTC-Schlammwasser, die möglicherweise den Abbau der organischen Bestandteile und somit die Methanausbeute hemmen kann. Ebenso ist unklar, wie sich die vorherige Entfernung des Phosphors aus dem Wasser auswirkt und wie stabil die Biogasproduktion langfristig abläuft.

Anpassbares Modul für Neu- und Bestandsanlagen

Zu Abschluss des Verbundprojektes soll das neue Verfahren als Modul zur Verfügung stehen, das an die spezifischen Anforderungen jeder vorhandenen oder neugebauten Kläranlage angepasst werden kann. Durch die verschärften gesetzlichen Auflagen zur Phosphorrückgewinnung ist die integrierte Technologie, die gleichzeitig eine energieeffiziente Klärschlammverwertung, Phosphorrückgewinnung und Biogaserzeugung ermöglicht, insbesondere für mittlere und große Kläranlagen interessant. Davon gibt es allein in Deutschland ca. 2.000.



Versuchsstand zur anaeroben Vergärung des HTC-Prozesswassers

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Entwicklung eines integrierten Verfahrens zur Carbonisierung von Klärschlamm, Erzeugung von Biogas und Rückgewinnung von Phosphor (CarBioPhos)

Förderkennzeichen

02WQ1438A

Laufzeit

01.07.2018 – 30.06.2020

Fördervolumen des Verbundprojektes

512.000 Euro

Kontakt

TerraNova Energy GmbH
Dipl. Ing. Marc Buttman
Schirmerstraße 61
40211 Düsseldorf
Telefon: +49 (0) 211 54413096
E-Mail: marc.buttman@terranova-energy.com

Projektpartner

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH, Leipzig

Internet

www.wiwmhb.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Mai 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorderseite: TerraNova Energy GmbH
Rückseite: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

www.bmbf.de



MeSRa – Entwicklung eines schwerkraftbetriebenen Membranreaktors für Abwasser und Teilströme

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Abwasserreinigungsanlagen in Deutschland werden zunehmend so konzipiert, dass sie wenig Platz verbrauchen, flexibel an sich ändernde Betriebsbedingungen angepasst werden und strenge Reinigungsanforderungen erfüllen können. Zu den leistungsfähigsten Anlagen dieser Art zählen Membranbioreaktoren (MBR). Nachteil konventioneller MBR-Anlagen ist der hohe Energiebedarf und der Einsatz teilweise giftiger Chemikalien, um ein Verkleben der Membranen zu verhindern. Das Verbundprojekt MeSRa entwickelt ein kompaktes Membransystem zur Abwasserbehandlung, das ohne die sonst übliche aufwändige Membranreinigung und -rückspülung auskommt. Stattdessen wird der Biofilm, der sich bei der Abwasserfiltration auf den Membranen absetzt, als Hauptkomponente für die Aufbereitung des Schmutzwassers genutzt.

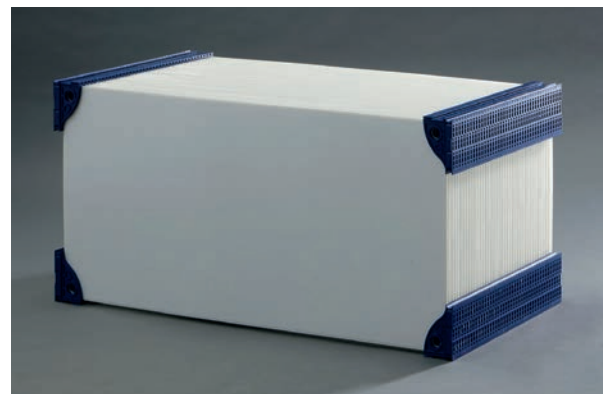
Filtration und biologischer Abbau an Membranen

Der demografischen Wandel, die Verdichtung der Städte, verschärfte Grenzwerte für Einleitungen in Gewässer und nicht zuletzt die Folgen des Klimawandels stellen die Abwasserwirtschaft vor große Herausforderungen. Die Entsorger setzen daher vermehrt auf dezentrale Abwasserreinigungsanlagen wie Membranbioreaktoren (MBR), um flexibel mit den Veränderungen im Stadtgefüge umgehen zu können und gleichzeitig den gesetzlichen Anforderungen zu genügen.

Membranbioreaktoren kombinieren die klassische biologische Abwasserreinigung mit Membrantechnik. Dabei werden die organischen Stoffe des Abwassers im Reaktor durch bakterienhaltigen Schlamm abgebaut. Membranmodule filtern dann das gereinigte Abwasser vom belebten Schlamm ab. Meist werden die Module direkt in den Schlamm getaucht. Das behandelte Abwasser wird mittels Unterdruck durch die Membran hindurch abgezogen. Um einen möglichst hohen Abwasserdurchfluss zu erreichen, sind ein hoher Unterdruck auf der Saugseite sowie energieintensive Rückspülungen und eine regelmäßige Reinigung der Membranen mit teilweise giftigen Chemikalien notwendig; sie verhindern das Entstehen von Biofilmen, die die Membranen verstopfen. Der Betrieb von Membranbioreaktoren erfordert daher eine Vielzahl von Sensoren, umfangreiche Anlagentechnik und eine genaue Steuerung. Hier geht das Verbundprojekt MeSRa neue Wege. Die Forschenden planen einen Membranreaktor, der auf Belebtschlamm verzichtet und stattdessen den Biofilm auf den Membranen gezielt für die biologische Reinigung des Abwassers einsetzt.

Membrantechnik ohne Nachteile

Der neue Ansatz ermöglicht eine Abtrennung der Abwasserfeststoffe und einen gleichzeitigen Abbau der gelösten organischen Stoffe ohne die Nachteile der üblichen MBR-Technik. Da der Biofilm als Hauptkomponente für die Abwasseraufbereitung genutzt wird, kommt das MeSRa-Verfahren ohne Reinigung und Rückspülung aus. Durch den Biofilm verringert sich der Durchfluss auf ca. ein Viertel der möglichen Leistung und stellt sich im Betrieb auf einem konstanten Niveau ein. Der geringere Durchfluss wird durch eine größere Membranfläche kompensiert. Das MeSRa-System verzichtet auch auf das Anlegen eines künstlichen Unterdrucks an die Membran. Der für die Filtration nötige negative Druck wird stattdessen nur durch Schwerkraft erzeugt. Belüftungsenergie benötigt das Verfahren lediglich noch für den Sauerstoffbedarf des Biofilms. Durch die Neuerungen lassen sich die verwendete



Das neuentwickelte Membranmodul mit formstabilen Inlays

te Energie und die Steuerung der Anlage auf ein Minimum reduzieren. Die mit der größeren Membranfläche verbundenen erhöhten Investitionskosten werden durch die im Vergleich zu herkömmlichen Membranverfahren sehr viel niedrigeren Betriebskosten ausgeglichen. Die einfache und robuste Technik macht die Anlage zudem sehr wartungsfreundlich.

Damit die Anlage auch strengere Einleitgrenzwerte einhalten kann, statten die Forschenden die Membran für eine erweiterbare Reinigung zusätzlich mit Zeolithen aus. Zeolithe sind silikathaltige Mineralien, die Stoffe binden können. Sie lagern z. B. Ammonium ein, das bei Spitzenlast, wenn hohe Schadstofffrachten anfallen, nicht vollständig biologisch zu Nitrat umgesetzt werden kann. Es kann so nicht in den Wasserkreislauf gelangen. Zu Schwachlastzeiten werden die Ammoniumionen wieder abgegeben und wandern in den Biofilm, wo sie abgebaut werden. Die Zeolithe werden in eine steife, aber flexible Stützschiicht zwischen den Membranen – dem Inlay – eingebracht.

Ziel der Projektpartner ist es, den Membranbioreaktor als modulares System in Form einer kompakten, stationären Anlage zu entwickeln und in der Praxis zu testen. Dazu wird eine Containeranlage für bis zu 500 Einwohnerwerte (EW) gebaut und mit Membranmodulen ausgerüstet. Die Anlage wird auf einem Gelände im Hamburger Stadtteil Jenfelder Au erprobt.

Großes Marktpotenzial im In- und Ausland

Die immer größere Nachfrage nach platzsparenden Abwassersystemen, die kurzfristig und kostengünstig gebaut und nach Bedarf erweitert oder rückgebaut werden können, verspricht ein großes Marktpotenzial für das neue MeSRa-System. Nach der Testphase soll es als marktfähiges Modul angeboten werden, das für Insellösungen, Erweiterungen bestehender zentraler Abwasseranlagen oder als Zwischenlösung zum Einsatz kommen kann. Gelingt es die Technik noch weiter zu vereinfachen, sind MeSRa-Anlagen gerade auch für Schwellen- und Entwicklungsländer eine Option. Sie könnten dann als Containeranlagen in Deutschland passgenau auf die Probleme konfektioniert und gebaut werden. Am Zielort kann ein ausgebildeter Techniker viele der robusten und wartungsfreundlichen Anlagen betreuen.

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitle

Entwicklung eines schwerkraftbetriebenen Membranreaktors für Abwasser und Teilströme (MeSRa)

Förderkennzeichen

02WQ1468A-C

Laufzeit

01.06.2019 – 31.05.2021

Fördervolumen des Verbundprojektes

825.635 Euro

Kontakt

Bauhaus-Universität Weimar
Prof. Dr.-Ing. Jörg Londong
Coudraystraße 7
99423 Weimar
Telefon: +49 (0) 36 43/58 46 16
E-Mail: siwawi@bauing.uni-weimar.de

Projektpartner

TIA Technologien zur Industrie-Abwasser-Behandlung GmbH, Breitenfelde
WTA Technologies GmbH, Gotha

Internet

www.uni-weimar.de/siwawi/mesra

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Mai 2020

Text

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Carsten Bachert / WTA Technologies GmbH



MiNzE – Minimierung des CO₂-Footprint durch angepasste Verfahrensentwicklung in der Prozesswasserbehandlung

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Bei den bekannten Verfahren zur Behandlung von stark stickstoffbelastetem Abwasser entstehen erhebliche Mengen des klimaschädlichen Treibhausgases Lachgas (N₂O). Lachgas trägt 300-mal stärker zur globalen Erwärmung als eine vergleichbare Menge an Kohlenstoffdioxid (CO₂) bei. Um das Problem in den Griff zu bekommen, setzt das Verbundprojekt MiNzE an einem bewährten Verfahren zur Stickstoffentfernung an und entwickelt es weiter. Optimierte Betriebsbedingungen sollen für einen stabilen Abbau von Stickstoff sorgen sowie bewirken, dass gleichzeitig weniger Lachgas anfällt und nicht unkontrolliert in die Atmosphäre entweicht.

Stickstoffabbau mit sehr viel weniger Lachgas

Viele Kommunen formulieren derzeit regionale Klimaziele, um diesbezügliche nationale Vorgaben zu erfüllen. Dabei ist die Abwasserableitung und -reinigung aufgrund ihres Energiebedarfs nach dem Verkehr für die zweitmeisten CO₂-Emissionen in der regionalen Bilanzierung verantwortlich. Neben wirtschaftlichen Aspekten ist dies der Grund, warum Kläranlagenbetreiber in den letzten Jahren vermehrt auf energieeffiziente Verfahren in der Abwasserbehandlung setzen.

Für hoch stickstoffbelastete Abwässer wie Schlammwasser, das bei der Entwässerung von Klärschlamm entsteht, kommt dabei z. B. die so genannte Deammonifikation in Frage. Bei diesem Prozess erfolgt zunächst mit Hilfe von Sauerstoff eine Umwandlung von etwa der Hälfte des in Form von Ammonium vorliegenden Stickstoffanteils im Abwasser zu Nitrit. Dieses wird anschließend unter Ausschluss von Sauerstoff mittels spezialisierter Bakterien zusammen mit der anderen Hälfte des Ammoniums zu gasförmigem Stickstoff und Nitrat umgewandelt. Die Deammonifikation benötigt im Vergleich zur Stickstoffentfernung durch herkömmliche Nitrifikation und Denitrifikation 60 Prozent weniger Belüftungsenergie und keine zusätzliche Kohlenstoffquelle, um Nitrit in gasförmigen Stickstoff umzuwandeln.

Als Zwischen- bzw. Nebenprodukt der Deammonifikation fällt jedoch das Treibhausgas Lachgas an und entweicht unkontrolliert in die Atmosphäre. Lachgasemissionen tragen 300-mal stärker zur globalen Erwärmung bei als eine vergleichbare Menge an Kohlenstoffdioxid. Dies kann

somit bei Weitem die indirekte Minderung der CO₂-Emissionen übersteigen, die sich aus dem geringeren Energiebedarf der Deammonifikation ergibt. Die Beteiligten des Verbundprojektes MiNzE passen das Deammonifikationsverfahren daher so an, dass im Prozess eine kleinere Menge des Treibhausgases freigesetzt wird. Eine solche Stickstoffentfernung mit gezielter Lachgasverringering wird erstmals im halbtechnischen Maßstab praktisch erprobt.



Das MiNzE-Konzept wird in einer Deammonifikationsanlage mit getauchtem Festbett erprobt

Test des MiNzE-Konzeptes in der Praxis

Beim MiNzE-Konzept sorgen zum einen optimierte Betriebsbedingungen bei der Deammonifikation dafür, dass weniger Lachgas entsteht. Zum anderen bewirkt ein verminderter, möglichst blasenfreier Sauerstoffeintrag bei der Belüftung, dass das gebildete Lachgas im geringeren Maße aus dem Abwasser ausgetragen wird – dieser Vorgang wird als Strippen bezeichnet. Steht kein Sauerstoff zur Verfügung, kann das Lachgas biologisch im Abwasser abgebaut werden und entweicht nicht in die Luft.

Ob das Konzept funktioniert, wollen die Forschenden in der Praxis in einer Deammonifikationsanlage mit getauchtem Festbett erproben. Als getauchtes Festbett werden festinstallierte Trägermaterialien bezeichnet, die als Aufwuchskörper für Mikroorganismen dienen. Der durch die Belüftung eingetragene Sauerstoff kann nur bis zu einer gewissen Tiefe in diesen Biofilm eindringen, sodass sowohl sauerstoffreiche als auch sauerstofffreie Zonen existieren. Dort findet der Stickstoff- und Lachgasabbau statt. Das Biofilmverfahren ist unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen und kann in einer kompakten Anlage mit geringerem Regelaufwand umgesetzt werden. In halbtechnischen Versuchen ermitteln die Projektpartner prozessrelevante Kenndaten – z. B. zur Belüftung und erzielbaren Lachgasabbauraten bei möglichst hohem Stickstoffabbau – um das Verfahren auch großtechnisch umsetzen zu können und entwickeln ein angepasstes Steuerungs- und Regelkonzept.

Auch für Industrieabwässer interessant

Zum Abschluss des MiNzE-Projektes soll eine marktreife, robuste Technologie für die Behandlung stark stickstoffhaltiger Abwässer zur Verfügung stehen, die zwei Vorteile vereint: Wie übliche Deammonifikationsverfahren verbraucht sie wenig Energie. Zudem senkt sie durch verringerte Lachgasemissionen deutlich den Treibhausgasausstoß der Abwasserreinigung. Angesichts der Klimaschutzziele in Deutschland ist dies für viele Betreiber ein wichtiges Argument. Das Marktpotenzial ist groß: Allein hierzulande gibt es gut 1000 Kläranlagen, bei denen der Einsatz einer Deammonifikation möglich ist. Ausgerüstet mit der Technologie sind aber derzeit nur etwa 20. Darüber hinaus eignet sich das neue Verfahren nicht nur für die Schlammwasserreinigung, sondern auch für andere Bereiche wie die industrielle Abwasserreinigung.

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Minimierung des CO₂-Footprint durch angepasste Verfahrensentwicklung in der Prozesswasserbehandlung - Erprobung des MiNzE Verfahrens im getauchten Festbett (MiNzE)

Laufzeit

01.12.2018 – 31.05.2021

Förderkennzeichen

02WQ1482 A-B

Fördervolumen des Verbundprojektes

539.052 Euro

Kontakt

DiMeR GmbH
Dr.-Ing. Klaus Nelting
Emdenstraße 9
30167 Hannover
Telefon: +49 (0) 511 13222195
E-Mail: nelting@dimer-tec.com

Projektpartner

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover (ISAH), Hannover

Internet

www.dimer-tec.com

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

DiMeR GmbH

www.bmbf.de



NITREB – Nitratkreislaufführung bei der Behandlung von Metalloberflächen durch Nutzung innovativer Techniken

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Bei der Edelstahlproduktion werden die Metalloberflächen wärmebehandelt, z. B. durch Glühen, um gewünschte technologische Eigenschaften wie Festigkeit und Formbarkeit einzustellen. Während des Glühprozesses entstehen auf der Oberfläche des Edelstahls Ablagerungen. Diese müssen chemisch mit Mineralsäuren entfernt werden, damit die Edelstahloberfläche wieder metallisch rein ist und nicht rostet. Die bei diesem als Beizen bezeichneten Vorgang produzierten stark säurehaltigen Abwässer sind bislang nicht vollständig wiederverwertbar. Die Partner des Verbundprojektes NITREB entwickeln ein Verfahren, mit dem die Beizchemikalien nahezu komplett zurückgewonnen und so der Kreislauf geschlossen werden kann.

Geschlossener Kreislauf schont Ressourcen und Umwelt

Für die Reinigung von Edelstahlbändern und -drähten eignen sich Sprühbeizen mit Säuregemischen aus Salpetersäure (HNO_3) und Fluorwasserstoffsäure (HF) am besten. Die beim Beizen entstehenden Abwässer enthalten nach ihrer Aufbereitung gelöste Nitrate aus der Salpetersäure. Sie gelangen mit dem behandelten Abwasser indirekt zur lokalen Kläranlage oder werden über betriebliche Neutralisationsanlagen direkt in ein Gewässer eingeleitet. Insbesondere letzteres trägt dazu bei, dass sich Nährstoffe übermäßig anreichern und die Gewässerqualität verschlechtern. Aber auch die indirekte Einleitung führt zu Problemen im Prozess der kommunalen Kläranlage. Hier müssen Zusatzstoffe eingesetzt werden, die hohe Kosten für den Einleiter verursachen. Außerdem gehen durch die Behandlung der Abwässer Betriebsstoffe wie Neutralisationsmittel und Mineralsäuren verloren, die im Beizprozess durch neue Chemikalien ersetzt werden müssen.

Hier setzt das Verbundprojekt NITREB mit einem neuen Kreislaufverfahren an. Die Technologie kombiniert innovative Elektromembranverfahren mit herkömmlichen Prozessen wie Neutralisation und Feststoffabtrennung. Die einzelnen Komponenten werden aufeinander abgestimmt und zu einer völlig neuen Verfahrenskette zusammengefügt. Somit können die während des Beizens eingesetzten Mineralsäuren und die zur Neutralisation benötigten Chemikalien zurückgewonnen und wiederverwertet werden. Der geschlossene Kreislauf verringert den Materialaufwand und die Umweltbelas-

tungen. Das neue Verfahren ist modular aufgebaut und kann unabhängig von der Größe des Betriebes oder auch in mehreren Stufen umgesetzt werden.

Neues Verfahren: kombiniert und optimiert

Das Beizabwasser wird zunächst entgiftet, d. h. von Nitrit und Chrom VI-Verbindungen befreit, und dann mit Natronlauge neutralisiert. Hierdurch bleiben neben den Nitraten auch die Fluoride in Lösung. Diese im Abwasser enthaltenen Wertstoffe werden nach einer vorgeschalteten Mikrofiltration mit einem Elektromembranverfahren aufkonzentriert. Hierbei nutzen die Forschenden die Elektrodeionisation mit Fließelektroden (FCDI). Dieses elektrochemische Verfahren zur Entsalzung und Konzentrierung von wässrigen Lösungen nutzt selektive Membranen. Sie lassen nur bestimmte elektrisch geladene Ionen



Bei der Herstellung von Edelstählen werden große Mengen an Wasser und Behandlungskemikalien benötigt

passieren. Unerwünschte Ionen, wie z. B. Sulfate, die den nachgeschalteten Reinigungsprozess stören, werden dagegen abgetrennt und gelangen nicht in das Konzentrat.

So vorbehandelt ist es möglich, das Konzentrat anschließend in einem zweiten elektrochemischen Prozess – der sogenannten Elektrodialyse mit bipolaren Membranen (EDBM) – in eine Säurefraktion und Natronlauge aufzuspalten. Säure und Lauge können wieder in den Beiz- und Neutralisationsprozess zurückgeführt werden.

Um die neue Verfahrenskette zu optimieren, passen die Forschenden in einem ersten Schritt das Neutralisationsverfahren und die Feststoffabtrennung an die Anforderungen der nachfolgenden Membranverfahren an. Diese werden in der Laborphase so weiterentwickelt, dass eine Kombination möglich wird. Dabei steht vor allem der Rückhalt von mehrwertigen Ionen im Fokus. Das Prozesskonzept wird dann in eine Pilotanlage überführt. Die Anlage soll weitgehend automatisiert laufen. Ziel der Projektpartner ist es, die Funktionstüchtigkeit und Wirtschaftlichkeit des Gesamtverfahrens nachzuweisen.

Für viele Metallbehandlungsverfahren geeignet

Alleine in Deutschland gibt es rund 3.000 Beizbetriebe, für die das neue Verfahrenskonzept interessant ist. Sie können ihren Materialaufwand durch die Wiederverwertung der Prozesschemikalien minimieren sowie auch ihre Umweltbelastungen verringern. Grundsätzlich ist das Verfahren nicht nur für die im Projekt NITREB erforschte Aufbereitung von Mischsäure-Beizen in der Edelstahlherstellung nutzbar, sondern eignet sich für alle auf Mineralsäuren basierenden Metallbehandlungsverfahren.



Das neue Verfahren wird in einer mobilen, mehrstufigen Pilotanlage getestet

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Nitratkreislaufführung bei der Behandlung von Metalloberflächen durch Nutzung innovativer Techniken (NITREB)

Laufzeit

01.02.2020 – 31.01.2023

Förderkennzeichen

02WQ1534A-D

Fördervolumen des Verbundprojektes

986.467 Euro

Kontakt

SIMA-tec GmbH
Dipl.-Ing. Mark Enders
Vogelsrather Weg 1
41366 Schwalmtal
Telefon: +49 (0) 2163 34921 22
E-Mail: mark.enders@sima-tec.de

Projektpartner

AVT.CVT RWTH Aachen, Aachen
Outokumpu Nirosta GmbH, Krefeld
PCCell GmbH, Heusweiler

Internet

www.sima-tec.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

August 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorderseite: Outokumpu Nirosta GmbH
Rückseite: SIMA-tec GmbH

www.bmbf.de



PeFlo – Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Entwässerung eisenhydroxidhaltiger Wässer

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Wenn Gewässer zu viel gelöstes Eisen enthalten, laufen sie Gefahr zu verockern: Das durch den Kontakt mit Luftsauerstoff gebildete Eisenhydroxid – umgangssprachlich Eisenocker – verfärbt das Wasser bräunlich und beeinträchtigt Wasserpflanzen und -tiere. In Trinkwassergewinnungsanlagen bedroht der Eisenocker zudem Rohrleitungen, Pumpen und Brunnen, indem er sie zersetzt. Eisenhydroxid muss daher in erheblichem Umfang aus Gewässern entfernt werden. Doch der Stoff hat auch Eigenschaften, die ihn für eine stoffliche Wiederverwertung interessant machen. Im Verbundprojekt PeFlo arbeiten Forscherinnen und Forscher an einer innovativen Anlage, die eisenhaltige Wässer aus den Grubenwasserreinigungsanlagen der aktiven Braunkohletagebaue in der Lausitz behandelt. Aus der Eisenfracht werden Pellets hergestellt, die beispielsweise zur Reinigung von arsenhaltigen Wässern oder zur Schwefelwasserstoffentfernung in Biogasanlagen genutzt werden können.

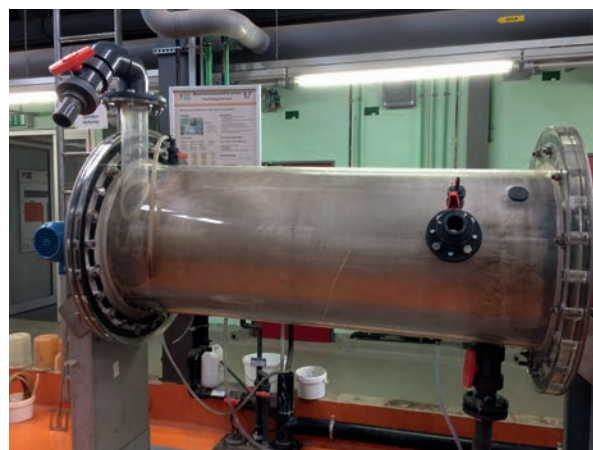
Eisen: Vom Problem zum Rohstoff

Im Lausitzer Braunkohlerevier fallen erhebliche Mengen saurer, mit Eisenverbindungen belasteter Bergbauwässer an. Sie müssen in Reinigungsanlagen neutralisiert und von den gelösten Eisenverbindungen befreit werden; diesen Vorgang bezeichnet man als Enteisung. Anschließend können die Wässer in den Vorfluter eingeleitet werden. Bei der herkömmlichen Enteisung wird das Eisen mit Hilfe von Flockungsmitteln aus dem Wasser herausgelöst. Der eisenhaltige Schlamm wird anschließend mechanisch entwässert und getrocknet. Nach der Trocknung entsteht ein Eisenpulver, das sich für verschiedene Zwecke eignet: etwa als Filtermaterial zur Entfernung von Schwermetallen wie Arsen aus Trinkwasser oder zur Abscheidung von Schwefelwasserstoff aus Klärgasen. Je nach Anwendung können aus dem Eisenschlamm auch besonders gut verwertbare Pellets erzeugt werden.

Mit einem neuartigen Verfahren will das Verbundprojekt PeFlo die Aufbereitung von eisenhaltigen Wässern verbessern, um für spezifische Einsatzzwecke optimierte Pellets zu gewinnen. Ziel ist es, die Pellets mit weniger Aufwand und geringerem Energieeinsatz zu produzieren. Das erzeugte Produkt soll transport- und lagerfähig sein, über gleichmäßige Korngrößen und die erforderliche Festigkeit verfügen und somit direkt für den vorgesehenen Zweck zur Verfügung stehen. Die Forschenden streben eine möglichst vollständige Nutzung der im Abwasser enthaltenen Eisenfracht an.

Flocken optimal in Form bringen

Zur Herstellung der Pellets fassen die Forschenden die bisher getrennten Prozessschritte Flockung und Pelletierung zu einem neuen Verfahren zusammen. Dabei wird der Eisenschlamm vor der Entwässerung in einem Schritt geflockt und noch im nassen Zustand zu Pellets strukturiert und eingedickt. Der kombinierte Flockungs- und Pelletierungsprozess erfolgt in einem speziellen Zylinderspaltreaktor. Dieser ermöglicht es, gleichmäßige Korngrößen zu erzeugen. Zudem kann die Vermischung von Schlamm und Flockungsmitteln sowie die Flockungsbildung, Pelletierung und Verdichtung kontinuierlich stattfinden.



In einem Zylinderspaltreaktor wird der kombinierte Flockungs- und Pelletierungsprozess erprobt

Die durch diese neue Pelletierungsflockung bzw. Nasspelletierung bereits in Form gebrachten Flocken werden im Anschluss mechanisch entwässert und getrocknet. Das Produkt ist ein transportfähiges Schüttgut, das direkt zur Wasserreinigung einsetzbar ist. Das Nasspelletierungsverfahren spart sowohl Flockungsmittel und Energie ein und entlastet gleichzeitig die Entwässerungsanlagen durch den geringeren Wassergehalt der erzeugten Pellets. Zudem wird der Prozess zur Pelletherstellung erheblich vereinfacht und verkürzt.

Pilotanlage am Standort Lauta

Die Projektbeteiligten untersuchen das Verfahren der Pelletierungsflockung in einer Pilotanlage im Technikummaßstab am Standort Lauta in Sachsen. Die Anlage besteht aus einem Zylinderspaltreaktor sowie einer anschließenden Entwässerungs- und der Trocknungseinheit. Das Verfahren soll sich auch auf die Herstellung von Rohmaterialien aus anderen Schlämmen – etwa Klärschlamm – übertragen lassen und ist somit für zahlreiche Branchen interessant. Auch die erzeugten eisenhydroxidhaltigen Pellets können in verschiedenen Bereichen zur Reinigung von Gasen und Flüssigkeiten genutzt werden, z. B. zur Katalyse und Schadstoffentfernung.



Getrocknete Pellets aus der Pelletierungsflockung

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Entwässerung eisenhydroxidhaltiger Wässer mit dem Ziel der Gewinnung von hochwertigen Materialien zur nachhaltigen stofflichen Nutzung (PeFlo)

Laufzeit

01.02.2018 – 30.06.2020

Förderkennzeichen

02WQ1434A-B

Fördervolumen des Verbundprojektes

335.000 Euro

Kontakt

Dr.-Ing. Matthias Leiker
P.U.S. Produktions und Umweltservice GmbH
Industrie- und Gewerbegebiet Straße A, Nr. 8
02991 Lauta
Telefon: +49 (0) 35722 32509
E-Mail: matthias.leiker@pus-lauta.de

Projektpartner

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik, FG Aufbereitungstechnik und Bioenergie, Cottbus

Internet

www.ferrosorp.de
www.b-tu.de/ag-aufbereitung-bioenergie/

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: BTU Cottbus

www.bmbf.de