



FABEKO– Grundwasserschutz durch flächenhafte Aufbereitung PFAS-verunreinigter Böden durch On-Site-Bodenelektion und Wasseraufbereitung durch elektrostimulierte Aktivkohle

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind Industriechemikalien, die aufgrund ihrer besonderen technischen Eigenschaften in zahlreichen Prozessen und Verbraucherprodukten eingesetzt werden. Wegen ihrer breiten Verwendung finden sie sich heute überall in der Umwelt. PFAS zu beseitigen, ist kompliziert und aufwändig. Das Verbundprojekt FABEKO entwickelt eine kostengünstige Alternative, um die Schadstoffe aus Böden und Grundwasser zu entfernen. Die Reinigung soll vor Ort und damit schneller und ressourcenschonender als bislang erfolgen, nur geringe Rückstände erzeugen sowie eine Wiederverwendung von Behandlungsmitteln ermöglichen. Kern des Verfahrens ist eine Bodenwäsche mit Reinigungssubstanzen, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden - sogenannten Biopolymeren – kombiniert mit einer anschließenden zweistufigen Wasseraufbereitung.

PFAS: Praktisch, aber problematisch

Die Stoffgruppe der PFAS umfasst mehr als 4700 verschiedene Verbindungen. Es handelt sich dabei um menschengemachte organische Chemikalien, die nicht natürlich in der Umwelt vorkommen. Die Substanzen haben wasser-, schmutz- und fettabweisende Eigenschaften und werden unter anderem zur Oberflächenbeschichtung von Papier, Imprägnierung von Kleidung, Polstermöbeln und Teppichen und in Feuerlöschschäumen eingesetzt. Sie sind langlebig und schwer abbaubar. Viele PFAS reichern sich zudem in der Umwelt sowie im menschlichen und tierischen Gewebe an. Einige stehen im Verdacht krebserregend zu sein und das Risiko für andere Krankheiten zu erhöhen.

Da PFAS teilweise sehr mobil sind, können sie leicht vom Boden ins Grundwasser ausgewaschen werden und dort schnell zu großflächigen Verschmutzungen führen und Trinkwasserquellen gefährden. Weiterhin werden PFAS häufig von Böden auf Pflanzen übertragen. PFAS-belastete landwirtschaftliche Flächen eignen sich daher nicht mehr zum Anbau von Lebensmitteln.

Aktuelle Verfahren zur Reinigung PFAS-haltiger Grundwasser und Böden haben sich vielfach nur als gering wirksam erwiesen und sind sehr teuer. Eine kostengünstige und nachhaltige Alternative wollen die Beteiligten des Verbundprojektes FABEKO entwickeln. Die Forschenden

setzen dabei auf eine kombinierte Reinigungstechnologie, mit der die belasteten Böden vor Ort großflächig behandelt werden können. Das dreistufige automatisierte Verfahren verbindet eine Bodenwäsche mit Biopolymeren und eine Wasseraufbereitung in zwei Schritten. Als Abfall fällt lediglich eine geringe Menge an PFAS-Konzentrat an; das Waschwasser und der gereinigte Boden können wiederverwendet werden.

Erst waschen, dann Schadstoffe herausholen

Bei dem Kombinationsverfahren wird zunächst der kontaminierte Boden am Standort zu stabilen Haufen, sogenannten Mieten, aufgeschüttet und mit einer speziell



Reinigungslösungen nach Bodenspülung: Die Lösungen enthalten aus dem verunreinigten Boden herausgelöste PFAS.

auf PFAS abgestimmten Biopolymerlösung durchspült. Mit diesem „Waschvorgang“ gelangen die Schadstoffe vom Boden in die Spüllösung und werden anschließend in zwei weiteren Schritten aus dieser entfernt. Dabei beseitigen die Forschenden die Hauptmenge an PFAS durch Flotation aus dem Prozesswasser. Bei der Flotation handelt es sich um ein Trennverfahren, bei dem Dichteunterschiede ausgenutzt werden. Dabei weisen die abzutrennenden Teilchen eine geringere Dichte auf, als die Flüssigkeit, von der sie abgetrennt werden.

Die noch verbliebenen Schadstoffe werden mit Hilfe von spezieller Aktivkohle entfernt. Das Besondere an ihr: Die auf PFAS abgestimmte Aktivkohle ist potentialgesteuert. Das heißt, durch elektrisches Potential kann negativ oder positiv geladene Aktivkohle erzeugt werden. Je nach Ladung kann sie Stoffe anlagern – man spricht hier von Adsorption – und wieder abgeben, beziehungsweise desorbieren. Auf diese Weise lässt sich die Aktivkohle regenerieren und länger nutzen. Für diese Feinreinigung entwickeln die Projektbeteiligten ein neuartiges Elektrosorptions/-desorptions-Modul mit elektrisch leitfähigen Aktivkohleplatten.

Beide Schritte der Waschwasseraufbereitung erzeugen jeweils nur kleine Mengen an PFAS-Konzentrat, die im Anschluss umweltschonend entsorgt werden können. Ein erneuter Einbau des gereinigten Bodens ist vor Ort möglich, sodass eine teure Deponierung entfällt. Auch das für das Waschverfahren benötigte Wasser und die Polymere – deren Mengen im Vergleich zu bisherigen Methoden vergleichsweise gering sind – können im Kreislauf geführt werden.

Für viele Standorte geeignet

Das in FABEKO zu entwickelnde kombinierte Sanierungsverfahren zielt darauf ab, den technischen Aufwand für eine Sanierung PFAS-belasteter Böden zu minimieren und dadurch die Entsorgungskosten deutlich zu senken. Es ermöglicht ein effizientes Flächenrecycling, vermindert die Deponierung von Sondermüll und schützt die Ressource Grundwasser vor Schadstoffeinträgen. Zudem ist es für viele verschiedene Standorte geeignet. Der Bedarf ist sehr groß: Neben zahlreichen Industriestandorten und kontaminierten Ackerflächen gibt es allein in Deutschland ca. 25.000 Standorte der Freiwilligen, Berufs- oder Werkfeuerwehren, die potenziell sanierungspflichtig sind.

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Grundwasserschutz durch flächenhafte Aufbereitung PFAS-verunreinigter Böden durch On-Site-Bodenelektrolyse und Wasseraufbereitung durch elektrostimierte Aktivkohle (FABEKO)

Förderkennzeichen

02WQ1577A-D

Laufzeit

01.03.2021 – 31.08.2023

Fördervolumen des Verbundprojektes

849.188 EUR

Kontakt

Sensatec GmbH
Anja Wilken
Friedrichsorter Str. 32
24159 Kiel
Telefon: +49 (0) 431 38900911
E-Mail: a.wilken@sensatec.de

Projektpartner

GEOlogik Wilbers & Oeder GmbH, Münster
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ), Leipzig
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover

Internet

fabeko.de

Herausgeber

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

Stand

Juni 2021

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Sensatec GmbH

bmbf.de



KompaGG-N – Komplettaufbereitung von Gülle und Gärresten

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

In der Landwirtschaft kommen Gülle und Gärreste aus der Biogasproduktion häufig als Düngemittel zum Einsatz. Landet jedoch zu viel davon auf den Feldern, belastet dies vielerorts das Grundwasser mit der Stickstoff-Verbindung Nitrat. Die Düngung mit organischen Reststoffen wird daher seit einigen Jahren durch verschiedene gesetzliche Vorgaben deutlich erschwert. Die Landwirtschaft sucht gleichzeitig nach neuen Lösungen, um Gülle und Gärreste auf andere Weise zu verwerten. Das Team des Verbundprojektes KompaGG-N entwickelt Verfahren aus der Abwasserbehandlung weiter, um überschüssige Nährstoffe umweltverträglich abzubauen oder Stickstoff als Ressource zurückzugewinnen.

Vom Problem zum Produkt

Das Düngegesetz, die neue Düngeverordnung sowie weitere gesetzliche Vorgaben erhöhen den Druck auf Betreiber von Biogasanlagen und Tiermastbetrieben, die durch organische Dünger verursachten Nitratreinträge in die Gewässer zu senken. Zwar gibt es schon eine Reihe von Verfahren zur Aufbereitung hoch stickstoffhaltiger Wässer und Schlämme. Doch hat sich bislang keine dieser Technologien als Standard durchsetzen können, um Gülle und Gärreste zu behandeln. Dies liegt unter anderem an der wechselnden Zusammensetzung und Menge der Ausgangsstoffe und unterschiedlichen Anforderungen der landwirtschaftlichen Betriebe an die Aufbereitungsqualität. Zudem rechnen sich die Verfahren noch nicht oder haben aus ökologischer Sicht Mängel.

An diesen Punkten setzt das Verbundprojekt KompaGG-N an. Ziel ist es, ein wettbewerbsfähiges und umweltfreundliches Verfahren zu entwickeln, um überschüssige Gülle und Gärreste umweltverträglich abzubauen und marktfähige Stickstoffprodukte zurückzugewinnen. Die Beteiligten wollen dazu einzelne Teilschritte bestehender Technologien zu einer abgestimmten Verfahrenskette kombinieren, die an spezifische Aufbereitungsziele angepasst werden kann. Ein modularer Aufbau ermöglicht es, das Verfahren sehr flexibel zusammenzustellen. Zusätzlich soll die Verfahrenskette auf Energie, CO₂-Emissionen und Kosten optimiert werden sowie im besten Fall auch Mikroschadstoffe und multiresistente Keime beseitigen.

Wirtschaftlich, flexibel, ökologisch

Für die Verfahrenskette betrachten die Forschenden drei Technologien, die sie als Module im Zusammenspiel und alternativ auch als Einzellösung untersuchen: Membranfiltration, fraktionierte Eindampfung und Deammonifikation. Ausgewählte Verfahrensketten erproben die Projektbeteiligten im halbtechnischen Maßstab auf einer Biogasanlage und bei einem Schweinemastbetrieb. Hierbei wollen sie prozessrelevante Kenndaten, beispielsweise zu Anlagengrößen und der erzielten Nährstoffrückgewinnung, ermitteln, die für eine spätere Umsetzung in der Praxis wichtig sind.

Um Nährstoffe aus Gärresten und Gülle zurückzugewinnen, müssen daraus im ersten Schritt feste Stoffe abgetrennt werden. Für die Filtration nutzen die Projektbeteiligten keramische Membranen, die sie im Rahmen von KompaGG-N für diesen Zweck anpassen.



Mobile Versuchsanlage zur fraktionierten Eindampfung

Bei der sogenannten fraktionierten Eindampfung werden die Schlämme fortlaufend eingedampft, sodass ein Großteil des darin enthaltenen gasförmigen Stickstoffs in Form von Ammoniak entweicht und in konzentrierter Form aufgefangen werden kann. Dabei verringert sich das Volumen des Schlamms um mehr als die Hälfte. Heraus kommen Wasser mit sehr geringen Stickstoffgehalten sowie eine hochkonzentrierte Ammoniaklösung, die als wertvolle Grundchemikalie beispielsweise in der chemischen Industrie vermarktet werden kann. Zudem verbraucht das Verfahren erheblich weniger umweltschädliche Betriebsmittel – etwa Schwefelsäure – als andere Technologien zur Stickstoffrückgewinnung.

Um einen vollständigen Stickstoffabbau zu erreichen, schalten die Forschenden eine Deammonifikation nach. Dieses bereits in der Prozesswasserbehandlung großtechnisch eingesetzte Verfahren benötigt im Gegensatz zur üblichen biologischen Reinigung keinen Kohlenstoff, um Stickstoff zu entfernen. Daher eignet es sich im besonderen Maße für Reststoffe wie Gülle und Gärreste mit hohem Stickstoff- und geringem Kohlenstoffgehalt. Die Projektbeteiligten wollen die Kombination aus Feststoffabtrennung, Eindampfung und Deammonifikation im Projekt KompaGG-N zu einem Komplettaufbereitungskonzept für Gülle und Gärreste weiterentwickeln. Alternativ erproben sie auch Deammonifikationsmodule, die als eigenständige, weitgehend vorkonfektionierte und kompakte Einheiten in landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt werden können.

Standortspezifische Angebote

Zum Abschluss von KompaGG-N sollen standortangepasste, nachhaltige und wirtschaftlich sinnvolle Konzepte für die Verwertung von Gülle- und Gärresten vorliegen. Sie ermöglichen es, Betreibern von Biogasanlagen und Landwirtschaftsbetrieben Nährstoffüberschüsse auf Ackerflächen deutlich zu senken und so Nitratreinträge ins Grundwasser zu vermeiden. Darüber hinaus können marktfähige Produkte für verschiedene Branchen auch außerhalb der Landwirtschaft erzeugt werden. Angesichts riesiger Mengen organischer Reststoffe allein in Deutschland und der gesamten EU und immer strengerer Vorgaben zum Grundwasserschutz ist das Marktpotenzial sehr gut.

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Komplettaufbereitung von Gülle und Gärresten – Verfahrensentwicklung unter Berücksichtigung regionaler Stoffstromkonzepte für Nähr- und Schadstoffe (KompaGG-N)

Förderkennzeichen

02WQ1516 A-D

Laufzeit

01.09.2019 – 31.08.2022

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.273.236 Euro

Kontakt

BIORESTEC GmbH
Dr.-Ing. Paul Stopp Karlsruher Straße 20a
30880 Laatzen
Telefon: +49 (0) 511 546 110 02
E-Mail: p.stopp@biorestec.de

Projektpartner

DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), Karlsruhe
E&P Anlagenbau GmbH, Berlin
Leibniz Universität Hannover, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik (ISAH), Hannover

Internet

isah.uni-hannover.de

Herausgeber

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

Stand

Mai 2021

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

BIORESTEC GmbH