

# FORSCHUNG KOMPAKT

---

FORSCHUNG KOMPAKT  
2. Januar 2019 || Seite 1 | 3

---

## Recycling von Phosphor

### Dünger aus Klärschlamm

**Ab 2032 müssen große Kläranlagen Phosphate aus dem Klärschlamm, bzw. der Asche zurückgewinnen – das besagt die neue Abfall- und Klärschlammverordnung. Bisherige Technologien dazu sind jedoch chemikalien- und kostenintensiv. Eine neue Technologie bietet nun eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Alternative. Fraunhofer-Forscherinnen und Forscher zeichnen für die Aufskalierung des Verfahrens verantwortlich.**

Hobbygärtner dürften es kennen: Ohne Düngemittel gedeihen Blumen, Kohlrabi, Tomaten und Co. nur mäßig. Landwirte setzen beim Düngen vor allem auf phosphathaltige Präparate, schließlich ist Phosphor ein elementarer Bestandteil allen Lebens und wird auch von Pflanzen dringend benötigt. Was die Lieferkette von Phosphor angeht, existiert jedoch ein Nadelöhr – 75 Prozent der Phosphatlagerstätten liegen in Marokko und der westlichen Sahara. Wie kritisch das werden kann, zeigte sich in den Jahren 2008 und 2009: Durch Lieferengpässe und Spekulationen an den Rohstoffmärkten stieg der Phosphorpreis um 800 Prozent. Die Europäische Kommission nahm Phosphor daher in die Liste der 20 kritischen Rohstoffe auf. Auch die Bundesregierung reagierte: Ab 2023 müssen Betreiber großer Kläranlagen ein Konzept vorlegen, wie der Phosphor zurückzugewinnen ist. Zwar kann die Klärschlamm-Asche auch direkt auf die Felder ausgebracht werden, allerdings können die Pflanzen den darin enthaltenen Phosphor nicht in nennenswertem Maße verwerten. Dazu kommt: Die Asche enthält auch Schadstoffe wie Schwermetalle, die nicht auf den Acker gelangen sollten. Zwar gibt es bereits erste Ansätze, den Phosphor über nasschemische Verfahren aus der Klärschlamm-Asche zurückzugewinnen. Jedoch sind hierfür große Mengen an Chemikalien nötig.

### **Phosphor rückgewinnen: Kostengünstig, pflanzenverfügbar und umweltschonend**

Einen alternativen Ansatz verfolgt die P-bac Technologie, die Experten der Firma Fritzmeier Umwelttechnik GmbH & Co. KG entwickelt und im Projekt »Phosphorrecycling - vom Rezyklat zum intelligenten langzeitverfügbaren Düngemittel – PRil« gemeinsam mit der Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS in Alzenau, und der ICL Fertilizers Deutschland GmbH vom Labormaßstab in den Technikummaßstab übertragen haben. Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördert.

---

#### Kontakt

**Janis Eitner** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)  
**Nicole Klinger** | Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS | Telefon +49 6023 32039-813 | [nicole.klinger@isc.fraunhofer.de](mailto:nicole.klinger@isc.fraunhofer.de)  
Brentanostraße 2 | 63755 Alzenau | [www.iwks.fraunhofer.de](http://www.iwks.fraunhofer.de)

»Wir haben die Aufskalierung des Verfahrens im Bereich der Prozesswasserrezyklierung sowie der Reststoffverwertung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Analytik begleitet«, erläutert Dr. Lars Zeggel, Projektleiter am Fraunhofer IWKS. »Der Phosphor, den wir über das neuartige Verfahren aus der Asche zurückgewinnen, hat eine Pflanzenverfügbarkeit von 50 Prozent, bezogen auf einen wasserlöslichen Phosphatdünger. Zum Vergleich: Das Phosphat in der reinen Klärschlammasche ist nahezu gar nicht pflanzenverfügbar.« Zudem ist das enthaltene Substrat weitgehend schadstofffrei, die relevanten Schadstoffe können um mehr als 90 Prozent reduziert werden. Auch was die Kosten angeht, kann sich das Düngemittel aus recyceltem Klärschlamm sehen lassen, wie eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Fraunhofer IWKS ergab: Etwa zwei Euro pro Kilogramm kostet das so hergestellte Phosphat, während der Preis bei der Herstellung über nasschemische Verfahren bei mindestens vier bis sechs Euro pro Kilogramm liegt. Zwar ist der Phosphor aus recycelten Quellen bislang noch teurer als der primäre Phosphor aus Marokko, der bei 70 Cent pro Kilogramm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> liegt. Doch enthält der primäre Phosphor im Gegensatz zum recycelten zunehmend Schadstoffe wie Cadmium und Uran.

### **Bakterien machen es möglich**

Das Verfahren, mit dem der Phosphor aus dem Klärschlamm zurückgewonnen wird, hat die Firma Fritzsche entwickelt. Der Clou: Statt Chemikalien wie Schwefelsäure zur Klärschlammasche zu geben, überlassen die Experten Bakterien das Feld. Diese nehmen Kohlenstoffdioxid aus der Luft auf – schaffen somit also einen weiteren Vorteil – und stellen unter Zugabe von elementarem Schwefel selbst Schwefelsäure her, mit dem sie den Phosphor aus der Asche lösen. Andere Bakterien nehmen den Phosphor unter geschickten gewählten Lebensbedingungen auf, reichern ihn an und geben ihn unter anderen Lebensbedingungen wieder ab: Es fällt festes Eisenphosphat aus, das von der Laugungslösung abgetrennt werden kann.

Die Forscher des Fraunhofer IWKS widmeten sich unter anderem dem Prozesswasser. »Um ein Liter Klärschlammasche zu rezyklieren, sind etwa zehn Liter Prozesswasser nötig«, sagt Zeggel. Nach der Abtrennung des Phosphats lässt es sich direkt für die erneute Vermehrung der Bakterien verwenden, und muss erst nach einigen Zyklen entsalzt werden. »Wir haben die Membranfiltration soweit anpassen können, dass wir 98 Prozent des eingesetzten Sulfats – also den Schwefel – aus dem Wasser entfernen und letztendlich 75 Prozent des Prozesswassers im Kreis führen können«, fasst Zeggel zusammen. Damit reduziert sich die Menge des zu entsorgenden Prozesswassers erheblich und führt zu hohen Einsparungen an Energie. Das Verfahren ist somit nicht nur sehr umweltschonend, sondern es fällt auch ein großer Kostenfaktor weg. Denn die Energie, die zum Verdampfen des Wassers aufgewendet werden müsste, ist einer der größten Kostentreiber. Mit der Membranfiltration konnte das Forscherteam die Betriebskosten erheblich senken. Das Gesamtverfahren ist bereits im Hundert-Liter-Maßstab einsatzbereit.



**Abb. 1** Recyceltes Phosphat aus Klärschlammasche, gewonnen mit dem P-bac-Verfahren.

© Fraunhofer IWKS

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**

2. Januar 2019 || Seite 3 | 3

---