

# Den Phosphor-Kreislauf schliessen

Zürich treibt die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammasche voran

Phosphor wird zwar aus dem Abwasser eliminiert, bis jetzt aber nicht wiederverwendet. Im Kanton Zürich soll das wertvolle Element künftig rezykliert werden.

Lukas Denzler

Phosphor ist unerlässlich für das Leben. Das vielseitige Element ist ein essenzieller Bestandteil der Nukleinsäuren (DNS) der Erbsubstanz sowie der Knochen und Zähne. Adenosintriphosphat (ATP) spielt eine wichtige Rolle bei der zellulären Energieversorgung, ohne die der Stoffwechsel nicht funktioniert. Weiter ist Phosphor für das Wachstum von Pflanzen und damit für die Nahrungsmittelproduktion zentral. In der Landwirtschaft wird er in Form von Mineraldünger deshalb in grossen Mengen verwendet – und bis anhin nicht rezykliert. Geht uns der wirtschaftlich nutzbare Phosphor deshalb bald schon aus?

## Abhängig von wenigen Ländern

Die Angaben dazu variieren: Neuere Untersuchungen zeigen, dass die Phosphorvorkommen in den Gesteinen vermutlich noch mehr als 300 Jahre reichen. Die Problematik liegt an anderer Stelle: Insbesondere Europa ist von wenigen Ländern abhängig. Marokko ist ein grosser Lieferant von Phosphor, daneben die USA, China, Russland und einige Länder im Nahen Osten. So kletterten die Preise für Rohphosphat als Ausgangsstoff für die Düngerproduktion im Zuge der globalen Nahrungsmittelkrise 2008 in die Höhe. Inzwischen sind sie allerdings wieder deutlich gesunken. Zudem ist die Förderung von Phosphor mit beträchtlichen Umwelt Risiken verbunden.

Über 80 Prozent der weltweit abgebauten Phosphate gelangen in die Düngemittelherstellung, für die die abnehmende Qualität des Rohphosphates ein Problem darstellt. Denn dieses ist zu-

nehmend mit Schwermetallen wie Cadmium und Uran belastet. Werden diese Schadstoffe nicht abgetrennt, kommen sie über den Dünger in die Böden und letztlich in die Lebensmittel.

Früher gelangte ein Teil des Phosphors über den auf die Felder ausgebrachten Klärschlamm wieder in den Kreislauf zurück. Infolge der hohen Schadstoffgehalte ist es in der Schweiz seit 2006 aber verboten, Klärschlamm auf die Felder auszubringen. Stattdessen wird der Klärschlamm verbrannt oder in der Zementindustrie verwendet. Für die Landwirtschaft aber ist der Phosphor damit verloren. Weil der Anteil im Klärschlamm rund die Hälfte des gesamten Phosphors ausmacht, der in Schweizer Abfällen und Abwässern anfällt, gehen hierzulande mit der Entsorgung des Klärschlammes 5600 Tonnen Phosphor verloren – beinahe ebenso viel wie die 6000 Tonnen, die das Land über Mineraldünger aus dem Ausland importiert.

Dies will die Schweiz mit der Revision der Technischen Verordnung über Abfälle ändern. Der Entwurf, der bis Ende November 2014 in der Anhörung

war, sieht vor, im Abwasser, im Klärschlamm oder in der Klärschlammasche enthaltenen Phosphor nach dem Stand der Technik zurückzugewinnen und stofflich zu verwerten. Läuft alles nach Plan, soll die Änderung Anfang nächsten Jahres in Kraft treten.

Bei der Umsetzung spielt der Kanton Zürich eine Vorreiterrolle. Bereits vor zehn Jahren habe man erkannt, dass Engpässe bei der Klärschlamm Entsorgung drohen, erklärt Leo Morf vom Amt für Abfall, Energie, Wasser und Luft (Awel) des Kantons Zürich. Deshalb fällt der Zürcher Regierungsrat im Jahr 2007 den Grundsatzentscheid, dass die künftigen Entsorgungswege so zu planen seien, dass eine Rückgewinnung des Phosphors möglich ist. Gleichzeitig soll erneuerbare Energie aus der Klärschlammverwertung wirtschaftlich optimal genutzt werden.

Unter Federführung des Awel wurden daraufhin 29 verschiedene mögliche Verfahren zur Rückgewinnung des Phosphors geprüft. Denn das Element lässt sich prinzipiell an verschiedenen Stellen in der Abwasserbehandlungskette abtrennen: direkt aus dem Ab-

wasser, aus dem Klärschlamm oder aus der Asche, die bei der Verbrennung des Klärschlammes anfällt. Je nach Verfahren ergeben sich Vorteile hinsichtlich Phosphor-Rückgewinnungsgrad, Energieausbeute oder Wirtschaftlichkeit. Laut Morf ist die Rückgewinnung aus der Asche jenen Verfahren, die den Klärschlamm oder das Schlammwasser nutzen, eindeutig überlegen. Während aus der Asche eine Rückgewinnung von 90 Prozent möglich ist, bieten die anderen Verfahren nur 40 bis 50 Prozent.

## Vorreiter Zürich

Deshalb hat man sich in Zürich für den Weg über die Klärschlammasche entschieden. Dies habe zudem den Vorteil, dass die organischen Schadstoffe bei der Verbrennung eliminiert würden, erläutert Stefan Schlumberger von der Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung (ZAR). Jedoch müssten noch die Schwermetalle abgetrennt werden.

Das Recycling über die Asche bedingt jedoch eine separate Verbrennung des Klärschlammes (Monoverbrennung). Der Kanton Zürich entschied sich für den Bau einer solchen Monoverbrennungsanlage. Ab Mitte Jahr wird das Klärwerk Werdhölzli der Stadt Zürich, wo ein Drittel des kantonalen Klärschlammes anfällt, rund 100 000 Tonnen entwässerten Klärschlamm pro Jahr verwerten. Mit der neuen Anlage wird dies für alle Abwasserreinigungsanlagen im Kanton deutlich kostengünstiger vorgehen.

Danach stellt sich indes noch ein weiteres Problem: Bis anhin ist noch keines der Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche praxistauglich. Die Aschen müssen also vorerst zwischengelagert werden. Zwar gelang es, mit verdünnter Schwefelsäure Phosphor aus der Klärschlammasche zu gewinnen; ein entsprechender gross-technischer Pilotversuch in der Kehrichtverbrennungsanlage Bern verlief 2012 positiv. Derzeit prüft die ZAR im Auftrag des Kantons weitere Optimie-

rungsmöglichkeiten. Die grösste Knacknuss sei die Wirtschaftlichkeit, sagt Schlumberger von der ZAR. Es gelte, ein marktfähiges Phosphorprodukt zu generieren.

Es sind indes nicht nur technische Hürden, die der Dünger aus Klärschlammasche noch zu überwinden hat. In der Schweiz schieben dem derzeit auch die gesetzlichen Vorgaben einen Riegel vor. Dünger aus Klärschlammasche müsste, was die Belastung mit Schadstoffen angeht, nämlich die Vorschriften eines Recyclingdüngers erfüllen. Diese Grenzwerte wurden unter anderem für Kompost eingeführt und gelten jeweils pro Kilogramm Dünger – entsprechend streng fallen sie aus. Weil von einem hochwertigen Dünger – sei es ein konventioneller Mineraldünger oder einer auf der Basis von Klärschlammasche – aber deutlich weniger pro Fläche ausgebracht wird, als das bei Kompost der Fall ist, wäre auch ein angepasster Grenzwert bezogen auf das Gewicht gerechtfertigt. «Wir arbeiten an der Einführung einer neuen Düngerkategorie», sagt Andrea Ulrich vom Bundesamt für Landwirtschaft. Unangetastet bleibt dabei der langfristige Schutz der Böden.

## Ähnliche Pläne in Deutschland

Auch Deutschland will den Phosphor im Abwasser zurückgewinnen. Der sich abzeichnende Weg ähnele jenem in Zürich, sagt Johannes Pinnekamp, Leiter des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Eine gesetzliche Regelung gebe es in Deutschland noch nicht, doch sei das Ziel der Rückgewinnung im Koalitionsvertrag der Bundesregierung festgeschrieben. Weil es sich derzeit noch nicht rechne, den Phosphor aus der Asche zurückzugewinnen, werde die Asche wohl noch einige Jahre zwischengelagert. «Es ist nicht eine Frage, ob und wie der Phosphor rezykliert wird, sondern, wann dies sinnvollerweise umgesetzt wird», ist Pinnekamp überzeugt.

## Urinseparierung als Alternative

*Ide.* · Ein komplementärer Weg zur Rückgewinnung des Phosphors aus Abwasser stellt die separate Sammlung und Behandlung von Urin dar. Denn 80 bis 90 Prozent des Stickstoffs und 40 bis 50 Prozent des Phosphors im Abwasser stammen aus dem Urin und liessen sich bei einer gesonderten Sammlung vergleichsweise einfach rezyklieren. Bereits seit acht Jahren sind in zwei Gebäuden der Eidgenössischen Forschungsanstalt Eawag in Dübendorf 37 sogenannte No-Mix-WC in Betrieb. Diese trennen die festen von den flüssigen Ausscheidungen; der Urin wird in einen Tank geleitet und für Forschungszwecke verwendet. Seit drei Jahren werde der Urin in einem Reaktor behandelt, anschliessend eingedampft und zu einem Dünger verarbeitet, sagt Kai Udert von der Eawag.

Besonders in Ländern, in denen eine ausgebaute Abwasserinfrastruktur noch fehlt und die Schwemmkanalisation nach westlichem Vorbild wegen limitierter Wasserressourcen keine Option ist, stellt das separate Sammeln von Urin eine günstige Alternative dar. Mit Unterstützung der Bill-&Melinda-Gates-Stiftung konnte die Eawag zusammen mit Partnern in Südafrika ein mehrjähriges Forschungsprojekt durchführen. Spezielle WC kamen zum Einsatz. Die Forscher loteten Möglichkeiten zum Einsammeln des Urins aus und nahmen zwei Reaktoren zu dessen Behandlung in Betrieb. «Die Ergebnisse sind vielversprechend», sagt Udert. Dank der Destillation liessen sich Krankheitserreger eliminieren, Arzneimittelrückständen könnte mit Aktivkohle begegnet werden.