



## 9. Kongress

### PHOSPHOR – EIN KRITISCHER ROHSTOFF MIT ZUKUNFT

22. und 23. November 2023

## Phosphor aus Klärschlamm: Auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft

Die Märkte haben sich in diesen weltweiten Krisenzeiten zwar etwas beruhigt, aber der Preis für Phosphor als wichtiger Rohstoff für Düngung und Chemie ist nach wie vor hoch. Es bleibt also wichtig, den Phosphor im Klärschlamm zu recyceln – was gemäß Klärschlammverordnung bereits ab 2029 viele Kläranlagenbetreiber betrifft. Das erhöht den Druck für die Kläranlagen, in die Zukunft zu investieren und die Eliminierung von Phosphor aus dem Klärschlamm samt seiner Wiederverwertung voranzutreiben. Wie das am besten geschehen kann und welche Erfahrungen man mit den bereits bestehenden Demonstrationsanlagen gemacht hat, zeigte der 9. P-Rück-Kongress auf, der am 22. und 23. November 2023 in Stuttgart stattfand.

Klaus Zintz

Zum Stichtag 31.12.2023 haben Klärschlammherzeuger der zuständigen Behörde Bericht zu erstatten, welche Maßnahmen sie zur Phosphorrückgewinnung geplant oder bereits eingeleitet haben. Nach Einschätzung von Andre Baumann, Landtagsabgeordneter und Staatssekretär beim Umweltministerium des Landes, müssen sich in Baden-Württemberg „etwa 90 Prozent der Kläranlagen weiterentwickeln“, wie er beim Impulsgespräch zur Klärschlammverwertung beim gut besuchten 9. P-Rück-Kongress formulierte. „Und das ist auch gut so, weil wir den Phosphor brauchen. Er wurde von der EU-Kommission nicht umsonst als kritischer Rohstoff eingestuft.“ In der Tat wurde auf der Tagung immer wieder deutlich, wie sinnvoll es sowohl aus ökologischer wie ökonomischer und politischer Sicht ist, den Phosphor aus dem Klärschlamm oder der Klärasche wieder zu gewinnen – auch wenn dies mit Kosten verbunden ist. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, dass der recycelte Phosphor viel reiner ist als derjenige, der etwa aus Marokko importiert wird – dem mit Abstand für Deutschland wichtigsten Lieferanten dieses Rohstoffs. Der geringe mit Schwermetallen belastete Phosphor aus Russland steht wegen des Ukrainekrieges derzeit nicht zur Verfügung.

Offenkundig wurde aber auch, dass der Markt für Sekundärphosphor aufgrund der noch immer geringen Mengen noch nicht ausreichend entwickelt ist und in den nächsten Jahren aufgebaut werden muss. „Wir wollen den Ökolandbau voranbringen“, beschrieb Baumann das Ziel, auf diesem Gebiet mehr Sekundärphosphor aus Kläranlagen abzusetzen. Aber auch die Chemie und die Düngemittelindustrie werden in Zukunft wichtige Abnehmer sein. Das sei im Moment zwar noch nicht etabliert, räumte er ein, er gab sich aber gleichwohl „hoffnungsfroh, dass wir das hinbekommen“. Denn der Phosphor werde dringend gebraucht, „wenn wir unsere Landwirtschaft aufrechterhalten wollen“. Mit welcher Technologie sich das beste

Phosphorrecycling erreichen lässt, habe das Umweltministerium bewusst offen gelassen. Da werde sich die beste Lösung schon durchsetzen. „Am Ende muss es gut funktionieren und wirtschaftlich darstellbar sein“, so der Staatssekretär, der auch versicherte: „Niemand wird bei der Umsetzung dieser Anforderung allein gelassen – wir wollen alle mitnehmen und mit Informationen unterstützen.“

### **Ressourcen werden knapp**

Dass der Kreislaufgedanke in Zukunft immer wichtiger wird, zeigte Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel vom bfa Umweltinstitut in Augsburg in seinem Keynote-Vortrag mit aller Deutlichkeit auf. Sein Thema war die provokante Frage „Erschöpfen wir unsere Erde?“ Die lässt sich, so das bedrückende Fazit seiner Ausführungen, klar mit „Ja“ beantworten, wenn die Menschheit so weitermacht wie bisher. Rommel hat dabei vor allem zwei Entwicklungen im Auge, die „wie Tsunamis auf uns zurollen“. Der Vergleich ist gut gewählt: Am Horizont kräuselt sich das Wasser bereits, die Welle dahinter baut sich immer größer auf. Zuerst eine erste Welle, der Klimawandel. Hier zeigt sich immer deutlicher, dass die Klimaziele des Pariser Abkommens kaum mehr zu erreichen sind und dass sich die Erde sehr schnell weiter massiv erwärmen wird.

Danach droht die keineswegs kleinere zweite Welle: die Ressourcenknappheit. Bei beiden Tsunamis kann das (noch) gängige Narrativ des „weiter so wie bisher, nur anders“ nicht funktionieren, so die Erkenntnis aus Rommels Ausführungen. Denn die grünen Technologien, etwa zur Erzeugung von Sonnen- und Windstrom oder zur Umstellung auf Elektromobilität, haben einen enormen Bedarf an Ressourcen – vom Stahl über Kupfer, Lithium und Kobalt bis hin zu den Seltene-Erden-Metallen. So wird der in den letzten Jahrzehnten exponentiell gestiegene Bedarf an Ressourcen zumindest in gleichem Maße ansteigen, wenn nicht noch stärker. Insbesondere da die Bedürfnisse weiter wachsen – gerade auch, weil die Produkte immer besser und billiger werden. Rebound Effekte nennt das der Fachmann. Das Auto ist ein gutes Beispiel: einerseits mit besseren Technologien für den Umweltschutz ausgestattet, andererseits aber immer größer, immer leistungsfähiger, immer komfortabler. Genauso wie der Flugverkehr, der nach der Corona-Welle nun wieder stark wächst.

Daher mahnt Rommel mit Nachdruck: „Ohne Reduzierung der Ressourcenintensität wird es nicht gelingen“, weshalb der Kreislaufwirtschaft eine entscheidende Bedeutung zukomme. Allerdings reicht das alles nicht, daher seine Forderung: „Wir benötigen dringend eine Wertediskussion darüber, dass Lebensqualität nicht gleichbedeutend mit materiellem Lebensstandard ist.“ Das aber sei eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung, bei der nicht nur Politik und Wirtschaft gefragt seien, sondern alle Menschen – wobei jede und jeder seinen Beitrag leisten müsse.

### **Schärfere Grenzwerte**

Nach diesen grundlegenden Erkenntnissen zur absoluten Notwendigkeit der Kreislaufwirtschaft beschäftigte sich Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp vom Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen e.V. mit dem Thema „Phosphor und Siedlungswasserwirtschaft“. Nach einführenden Anmerkungen zum Element Phosphor – Entdeckung, Verwendung etwa in Dünger und Waschmitteln sowie der Herkunft aus Urin, Knochen, Guano und Phosphaterz – ging er auf den Phosphorgehalt im Abwasser ein. Die erlaubten Grenzwerte sind seit 1991 gleich geblieben, obwohl sich die

Technik zu seiner Eliminierung seither stark verbessert hat. Das wird sich aber nun ändern, auch von Seiten der EU. Die arbeitet an einer Revision der Abwasserrichtlinie, die unter anderem schärfere Grenzwerte und die Rückgewinnung von Phosphor vorsieht. Pinnekamp vergaß auch nicht, auf die Erfolge in der Vergangenheit hinzuweisen, vor allem die Reduktion der Frachten durch das Verbot von Phosphor in Wasch- und Reinigungsmittel sowie den Ausbau der Kläranlagen. Beim Bodensee etwa führte das dazu, dass sich sein Phosphorgehalt wieder den natürlichen Verhältnissen angenähert hat.

Dann wurde es globaler: Aktuellen Analysen zufolge reichen die weltweiten Phosphorreserven trotz steigenden Verbrauchs und intensiverer Produktion immer noch etwa 300 Jahre, weil neue Lagerstätten entdeckt wurden. Gleichwohl ist das Recycling aufgrund der auch in Zukunft bestehenden Abhängigkeit Deutschlands vom Weltmarkt ohne Alternative – und da hat sich in den letzten Jahren sehr viel getan. „Hier fällt es schwer, den Überblick über die vielen Verfahren zu behalten“, meinte Pinneberg und präsentierte eine umfangreiche Tabelle mit den bereits fortgeschrittenen Technologiereifegraden (TRL) der verschiedenen Möglichkeiten, Phosphor aus Schlammwasser, Faulschlamm, Klärschlamm oder Klärschlammverbrennungssasche zurück zu gewinnen. Wozu es führen kann, wenn man Lagerstätten ohne Recycling rücksichtslos ausbeutet, zeigte er am Beispiel des kleinen Südseestaates Nauru auf. Der war in den 1970er Jahren das reichste Land der Welt, weil dort der im Vogelmist gespeicherte Phosphor als Guano mit großem Gewinn abgebaut wurde. Doch nachdem 1990 die Vorräte erschöpft waren, versank die Insel in Armut.

Abschließend stellte Pinneberg noch das bis 2025 laufende Projekt Regionales Phosphor-Recycling RePhoR vor, bei dem „innovative wirtschaftliche Lösungen zum regionalen P-Recycling und zur Klärschlammverwertung“ erarbeitet werden sollen. Ziel ist es, wissenschaftliche Ergebnisse und praktische Erfahrungen aus großtechnischen Umsetzungen der verschiedenen Verfahren zu gewinnen. Zudem sollen verstärkt Phosphorrezyklate erzeugt und genutzt werden. Zur Verfügung stehen 28 Millionen Euro, mit denen bundesweit insgesamt sieben Verbundprojekte gefördert werden. Seinen Vortrag schloss er mit den bemerkenswerten Worten des Schriftstellers und Populärwissenschaftlers Isaac Asimov von 1975: „Lebewesen können sich vermehren, bis der Phosphor vollständig verbraucht ist. Unerbittlich kommt dann das Ende, und niemand kann es verhindern.“ Asimov wies auch darauf hin, dass sich vieles ersetzen lässt wie etwa Holz durch Plastik – aber „für Phosphor gibt es keinen Ersatz“.

### **Recycling hat hohen Stellenwert**

In der anschließenden Podiumsdiskussion wurde betont, dass Phosphor zwar nicht von der Erde verschwindet, aber die wirtschaftlich abbaubaren Vorräte endlich sind. Da Phosphor dann nur noch verdünnt vorkommt, muss er aufkonzentriert werden, etwa in Algen oder in Klärschlammmasche. Hier zeigt sich der hohe Wert des Recyclings, auch hinsichtlich der Qualität. So wird die Düngung durch die Rezyklate sauberer, weil sie keine Schadstoffe wie Cadmium oder Uran enthalten. Wolfgang Rommel gab zudem zu bedenken, ob man den in den Lagerstätten enthaltenen Phosphor nur deshalb nutzen müsse, weil er da sei – und ob man nicht Recyclingprodukte einsetzen könnte, ohne die Lagerstätten weiter auszubeuten. Dabei wurde auch immer wieder die politische und wirtschaftliche Abhängigkeit von den Lieferländern betont, die mit dem Verkauf ihrer Rohstoffe Macht ausüben und politischen Einfluss nehmen können. Die weltpolitische Lage unterstreicht auch, wie richtig das Ziel von Baden-Württemberg ist, moderne Umwelttechnik weiter zu entwickeln. So lassen sich allein

beim Phosphor potenziell mehr als 50 Prozent der importierten Phosphorressourcen einsparen, so dass die Landwirtschaft große Teile ihres Bedarfs über den Wirtschaftskreislauf decken kann – ein wichtiger Aspekt, denn der Düngerbedarf ist hoch und wird es nach Ansicht der Experten auch bleiben. Allerdings müsse man noch intensiv am Image und der Attraktivität der Recyclingprodukte arbeiten.

Einen Überblick über die aktuelle Entwicklung bei der Phosphorrückgewinnung gab Stefan Ueberschaer vom Fischer Teamplan Ingenieurbüro in Erftstadt, der auch Sprecher der DWA-Arbeitsgruppe KEK-1.3 „Klärschlamm Entsorgung und Phosphorrecycling“ ist. Seinen Worten zufolge hinken bei der für 31. Dezember 2023 vorgesehenen Berichtspflicht noch viele Anlagenbetreiber hinterher. Und er mahnte, wie auch andere Redner, die Dringlichkeit an: Ab 1. Januar 2029 dürfen Kläranlagen mit mehr als 100.000 Einwohnergleichwerten den Klärschlamm nicht mehr landwirtschaftlich verwerten, ab 2032 gilt dies auch für 50.000 Einwohner. Wie Pinneberg präsentierte auch Ueberschaer eine Übersichtsgrafik über die verschiedenen Verfahren samt ihrem Technologiereifegrad, von denen einige schon den TRL 8 oder 9 auf der zehnstufigen Skala erreicht haben.

### **Schwieriger Hochlauf zur Großtechnik**

Näher vorgestellt wurden dann die Verfahren AirPrex zur Aufarbeitung von Faulschlamm, EuPhoRe für die Rückgewinnung von Phosphor aus entwässertem oder getrocknetem Klärschlamm sowie Parforce und Tetrphos, die beide Phosphor durch chemische Aufbereitung von Klärschlammmasche gewinnen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass viele Verfahren erst als Pilotanlagen (TRL 5) mit geringer Durchsatzleistung realisiert sind. Deren Ziel ist zu belegen, dass das Verfahren funktioniert, zudem liefern sie erste Ansätze für eine verfahrenstechnische Optimierung. Bei der Hochskalierung zu großtechnischen Anlagen sind bisher erst wenige Verfahren auf dem TRL-8-Level, also im großtechnischen Maßstab im Einsatzbereich. Die Betriebserfahrungen von weit entwickelten Verfahren basieren dabei meist auf nur ein oder zwei Anlagen. Zudem sind vorher nicht näher beachtete Betriebsprobleme an der Tagesordnung, die zu Anpassungen des Verfahrens und damit zu langen Phasen der Inbetriebnahme führen. So ist zum Beispiel die Bildung von Silikatgel bei kleinen Anlagen kein größeres Problem, im großtechnischen Maßstab aber kann es durchaus zu erheblichen Schwierigkeiten im Betriebsablauf führen. Wichtig ist auch, dass es bisher noch kein standardisiertes Phosphorzyklat gibt, sondern jede Anlage ihr individuelles Entwicklungsprodukt liefert. Somit besteht weiterhin hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Dabei zeichnet sich ab, dass aufgrund der höheren Phosphorkonzentrationen Klärschlamm sowie die Asche daraus im Fokus stehen. Ueberschaers Gesamtfazit verwundert daher nicht: „Es bleibt interessant.“

Anschließend berichtete Dr.-Ing. Daniel Klein von Emschergenossenschaft/Lippeverband (EGLV) Essen über die „Pilotierung und großtechnische Demonstration von Phosphorrückgewinnungstechnologien am Beispiel eines Ballungsraumes“. Dabei handelt es sich um verschiedene Kläranlagen der EGLV, welche die Projekte Phos4You und Amphore vorantreiben. Beim Phos4You pilotiert die Emschergenossenschaft die EuPhoRe-Technologie, während der Lippeverband verschiedene nasschemische Verfahren wie Tetrphos und Parforce erprobt. Beim bis 2026 laufenden Projekt Amphore geht es um die großtechnische Demonstration des Parforce-Verfahrens mit 1000 Tonnen Asche pro Jahr, die etwa bei der Abwasserreinigung einer mittelgroßen Stadt anfallen. Bei diesem Kooperationsvorhaben von fünf Wasserverbänden aus Nordrhein-Westfalen sollen auch Absatzpfade für Haupt- und

Nebenprodukte erkundet werden. Die Errichtung dieser Anlage befindet sich kurz vor dem Abschluss. Insgesamt will man mit den beiden zentralen Projekten zum Thema P-Rück die technische Pilotierung und den regionalen Bezug demonstrieren. Das soll anderen Anlagenbetreibern bei der Entscheidungsfindung sowie der strategischen Ausrichtung helfen, etwa der Frage, ob eine dezentrale oder zentrale Phosphorrückgewinnung sinnvoller ist. Der Fokus steht dabei – wie sich mehrfach auf dem 9. P-Rück-Kongress zeigte – auf nasschemischen Verfahren, und für die deutet sich an, dass zentrale Standorte besser sind. Außerdem wird die Lagerung von Klärschlammaschen als (Zwischen-)Lösung diskutiert, falls die großtechnische Aufbereitung bis 2029 nicht zu schaffen ist.

### **Düngerecht wird reformiert**

Im zweiten Teil des Symposiums ging es zunächst um die aktuellen Entwicklungen im Düngerecht, über die Lukas Brunotte vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft referierte. Klar ist, dass die Nitratgehalte im Grundwasser und in Oberflächengewässern in einem überschaubaren Zeitraum gesenkt werden müssen. Um die EU-Düngeprodukteverordnung umzusetzen und die Kritikpunkte der EU an der deutschen Verfahrensweise auszuräumen, ist eine Neufassung des Düngegesetzes erforderlich sowie die Ausweisung von Gebieten, die mit Nitrat belastet und eutrophiert sind. Diese sogenannte AVV GeA (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten) ist nun seit August 2022 in Kraft. Die Folge ist, dass sich die belasteten Gebiete stark vergrößert haben – um etwa 60 Prozent im Vergleich zu 2021. Zudem ist die Änderung des Düngegesetzes in Arbeit, sie soll 2024 abgeschlossen sein. Darauf hat die EU-Kommission am 1. Juni 2023 ihr Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland eingestellt. Auf den Weg gebracht werden muss noch die Änderung der Stoffstrombilanzverordnung, zudem muss eine Monitoringverordnung erarbeitet werden. Ungewiss ist, wann die düngemittelrechtlichen Änderungen zu den P-Rezyklaten in die Düngemittelverordnung aufgenommen werden. Wirksamkeit und Sicherheit sind hier wichtige Aspekte, genauso wie Anforderungen an die Löslichkeit, Vegetationstests als Nachweis für die Wirksamkeit sowie Anforderungen an Schadstoffe und die Aufbereitung von Klärschlammaschen, um die Pflanzenverfügbarkeit zu erhöhen. Und: das Verursacherprinzip soll gestärkt werden.

Auf die Sicht aus Bundesebene folgte der Blick auf die Aktivitäten in Baden-Württemberg. Hier fasste Martin Kneisel vom Umweltministerium die Erkenntnisse aus den von der EU unterstützten EFRE-Vorhaben (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) zusammen. Dabei erinnerte er zunächst an die Phosphorstrategie, die das Land bereits 2012 entwickelt hatte. Diese reicht von einer Erhöhung der Ressourceneffizienz mit dem Ziel, einen Phosphatkreislauf zu etablieren, über die Entwicklung einsatzfähiger Rückgewinnungsverfahren und die Gewinnung schadstoffarmer Sekundärphosphorprodukte bis hin zu einer geringeren Abhängigkeit von Phosphorimporten. „Viele dieser Maßnahmen sind umgesetzt oder auf den Weg gebracht“, resümierte Kneisel. So sei die Verbrennungsquote von Klärschlamm auf nahezu 100 Prozent erhöht worden. Bei dem Ziel eines möglichen Vertriebskonzepts für Sekundärphosphordüngemittel sei die anfängliche Überzeugung eines raschen Marktaufbaus allerdings schnell verfliegen. Hier müsse zunächst die verfügbare Menge an P-Recycling erhöht werden, bis die Marktteilnehmer reagieren.

## **EU-Projekte im Land**

Mit Brüssel waren zwei großtechnische Anlagen und zwei Versuchsprojekte vereinbart worden – und das wurde auch umgesetzt. Kneisel betonte dabei das große Interesse der EU an diesen Rückgewinnungs-Technologien und der Förderung von Sekundärphosphor. Er wies allerdings auch auf den großen Zeitdruck hin, mit dem diese „hochinnovativen Anlagen“ in Zeiten von Corona und internationaler Lieferschwierigkeiten errichtet werden mussten. Das gelang auch beim EFRE-Projekt „MVV Mannheim“, einer großtechnischen Anlage, bei der die Verbrennung mit einer Phosphorrückgewinnung nach dem EuPhoRe-Verfahren in zwei Drehrohröfen bewerkstelligt wird. Der erste Ofen wird derzeit in Betrieb genommen, am zweiten Ofen laufen die letzten Baumaßnahmen. Dann werde es die „wohl größte Anlage, in der Düngemittel sekundär hergestellt werden“, so Kneisel. Auch bei der EFRE-Anlage „Staufener Bucht“, die 2023 in Betrieb gehen sollte, sei die „Errichtung vor dem Abschluss“. Hier kommt das P-Xtract-Verfahren, eine modifizierte Wirbelschichtverbrennung, zum Einsatz.

Bereits seit 2019 läuft der Probetrieb in einer kleineren EFRE-Anlage in Göppingen. Hier werden die nasschemische Phosphorrückgewinnung nach dem Airprex-Verfahren und die Desintegration von Klärschlamm vor der Faulung technisch optimiert. Das erfordert allerdings sowohl einen hohen Betreuungsaufwand als auch viele Chemikalien. Und schließlich lief 2018 ein mehrmonatiger Versuch in der EFRE-Anlage in Leutkirch, bei dem mit einer mobilen Anlage sehr hohe Phosphorfrachten durch einen milchverarbeitenden Betrieb nach dem Stuttgarter Verfahren nasschemisch behandelt wurden, um Phosphor zurückzugewinnen. Das funktionierte zwar, eine solche Vollstromanlage wird aufgrund der hohen Kosten aber als nicht wirtschaftlich angesehen.

## **Verbrennungskapazitäten zu 80 Prozent gedeckt**

Drei weitere Institutionen beschäftigten sich ebenfalls mit Erfahrungen aus dem Land. So berichtete Peter Maurer vom Lehr- und Forschungsklärwerk Büsnau der Uni Stuttgart über die „Minimierung von Treibhausgasemissionen bei der Klärschlammbehandlung auf Kläranlagen“. Dabei ging es vor allem um Methan. Neben den Belebungsbecken wurden weitere Quellen dieses stark klimaerwärmend wirkenden Gases identifiziert. So kann Methan auch im Vorfeld der Anlage gebildet werden, es gast aber erst im Zulaufbereich aus. Faultürme dagegen stellen keine Methanquellen dar. Wie sich die Kapazitäten zur thermischen Klärschlammbehandlung im Land entwickeln und welche Kooperationen es dabei gibt war das Thema von Julia Keller vom baden-württembergischen DWA-Landesverband. Wenn alle geplanten Anlagen in Betrieb gehen, dann kann der Bedarf des Landes zu mehr als 80 Prozent gedeckt werden. Der Ausbau sollte indes zügig voranschreiten, wenn die Kapazitäten 2029 zur Verfügung stehen sollen. Allerdings haben einige der Anlagen noch kein eigenes Konzept, den Phosphor zurückzugewinnen. Immerhin gibt es in vielen Landkreisen bereits Überlegungen zu einer interkommunalen Zusammenarbeit.

Im abschließenden Vortrag dieses Blocks stellte Dr. Frank Schumacher vom Zweckverband Restmüllheizkraftwerk Böblingen Pläne vor, wie dort künftig die „weltweit modernste Anlage“ entstehen soll. Vorgesehen ist, dass nicht nur Klärschlamm verbrannt und Phosphor recycelt, sondern auch Kohlendioxid gespeichert und Energie erzeugt wird. Das könnte einen wichtigen Beitrag zu dem Ziel leisten, die beiden Städte Böblingen und Sindelfingen klimaneutral zu

machen. Allerdings ist noch nicht entschieden, ob die auf 25 Millionen Euro geschätzte Anlage auch wirklich so gebaut wird – oder ob sie abgespeckt werden muss.

Beim obligatorischen Blick über die Landesgrenzen hinaus berichtete Sibylla Hardmeier vom schweizerischen Bundesamt für Umwelt über das Phosphorrecycling in der Schweiz. Dort verschärften strenge Cadmium-Grenzwerte die Abhängigkeit von Russland mit seinen deutlich reineren Phosphorvorkommen. Seit dem Ukrainekrieg muss nun der Rohstoff aus Marokko aufwendig gereinigt werden. Dieser Druck hilft, das Phosphorrecycling voranzubringen. So sei „ab 2026 sicherzustellen, dass Phosphor aus dem Abwasserpfad stofflich zu verwerten ist“. Umgesetzt werden soll dieses ehrgeizige Ziel mit Hilfe des Projekts SwissPhosphor. Dass es mit den drei geplanten Anlagen aber auch rechtzeitig erreicht wird, ist unwahrscheinlich. Daher müsse die entsprechende Verordnung „angepasst werden“, so Sibylla Hardmeier. Wie das geschehen soll, sei aber noch unklar.

### **Noch viele Fragen offen**

Anschließend gab Claudia Lodwig vom nordrhein-westfälischen Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz einen Überblick über Stand und Perspektiven der dortigen Phosphor-Rückgewinnung. 2029 werde es voraussichtlich neun oder zehn Monoklärschlammverbrennungsanlagen geben, wobei bisher nur eine Anlage zur Rückgewinnung geplant sei. Dies führt automatisch zu Überlegungen, die Asche mehr oder weniger lange zu lagern, bis sie irgendwann so aufgearbeitet werden kann, dass der Phosphor recycelt wird. Das allerdings könne „als ernstzunehmendes Investitionshindernis“ aufgefasst werden, so Lodwig. Offen seien auch zahlreiche weitere Fragen, etwa ob die Kosten für die Phosphorrückgewinnung bereits jetzt „gebührenfähig“ seien. Ein wichtiges Thema in Nordrhein-Westfalen sei auch die Möglichkeit, Klärschlamm im EU-Ausland zu entsorgen, was nach EU-Recht grundsätzlich zulässig sei. Wie in Baden-Württemberg werden auch in Nordrhein-Westfalen alternativen Verfahren auf der Kläranlage eine – bezogen auf die Gesamtmenge – „geringe Relevanz“ zugebilligt. Und noch etwas machte Claudia Lodwig zum Abschluss ihres Vortrags deutlich: „Es werden politische Signale erwartet, dass die P-Rückgewinnungspflicht verbindlich ist und es keine Fristverlängerung oder sonstige Aufweichung der Pflichten geben wird.“

Zum Abschluss des Länder-Spezialblocks sprach Rainer Könemann von der hanseWasser in Bremen über die Entwicklungen und Strategien der norddeutschen Klärschlammherzeuger. Dort galt die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft bisher als Königsweg. Aktuell stehen den drastisch sinkenden Preisen bei der Klärschlamm Entsorgung wegen hoher Nachfrage in der Landwirtschaft die stark steigenden Kosten für Investitionen in den Bau von Verbrennungsanlagen und die Phosphorrückgewinnung gegenüber. Daher seien die Klärschlammherzeuger nicht bereit, vor 2029 höhere Kosten für die Entsorgung des Klärschlammes inklusive Phosphorrecycling zu zahlen. Bei diesen Rahmenbedingungen seien solche Anlagen nicht wirtschaftlich – ein echtes Hemmnis für Investition und Betrieb. Daher stellt sich auch in Norddeutschland die Frage nach der Lagerung der Aschen, weil es 2029 nach aktuellem Stand keine ausreichenden Behandlungskapazitäten geben wird. Das alles führt Könemann zufolge zu einer ganzen Reihe von Diskussionspunkten mit der Politik, vom Inverkehrbringen von Phosphorzyklaten über die Risiken einer späteren Rückgewinnung aus abgelagerten Aschen bis hin zu Möglichkeiten, Investitionsanreize aktuell oder ab 2029 zu schaffen.

## **Mühsamer Weg für Recyclingprodukte**

Wie die Verwertung von Düngemitteln aus Recyclingphosphor vorankommt, war das Thema eines eigenen Veranstaltungsblocks. Hier konnte Prof. Dr. Christian Lippert von der Uni Hohenheim nicht allzu viel Mut machen. Mit Hilfe einer umfangreichen Onlinebefragung wollte das Forscherteam am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre herausfinden, unter welchen Bedingungen der Einsatz solcher Düngemittel wirtschaftlich ist und wie die Landwirte dazu stehen. Lipperts Fazit: „Die Schadstofffreiheit ist von zentraler Bedeutung für die Akzeptanz.“ Das Ergebnis war wegen der verschiedenen Ansprüche zwar sehr heterogen, im Durchschnitt war die Einstellung gegenüber Recyclingdünger aber leicht negativ. Manche Landwirte sind indes offenbar bereit, einen Aufschlag zu zahlen. Dabei könnte der niedrige Schwermetallgehalt von Recyclingprodukten eine wichtige Rolle spielen. Andererseits darf es keine Befürchtungen geben, dass organische Schadstoffe enthalten sind. Insgesamt fasste der Moderator Ingolf Baur das Ergebnis von Lipperts Vortrag treffend so zusammen: „Das Recyclingprodukt hat wohl doch noch ein G’schmäckle.“

Um die Nachhaltigkeit von Recyclingdünger ging es beim Vortrag von Dr.-Ing. Roland Meyer vom Institut für Nachhaltigkeit im Bauwesen an der RWTH Aachen. Dabei ging es ihm zunächst um diesen „etwas inflationär behandelten“ Begriff. So baut die auf den gesamten Lebenszyklus bezogene Nachhaltigkeitsbewertung auf drei Säulen auf: der Ökobilanz, der Kostenbilanz und der Sozialbilanz, die seiner Überzeugung nach immer wichtiger wird. Dabei ist auch die (zu erwartende) soziale Akzeptanz von Interesse. Beim Recyclingdünger könnte es sich so verhalten wie bei den Windrädern: Viele wollen sie, weil sie grüne Energie liefern – aber bloß nicht in direkter Nachbarschaft. Studien zeigen jedenfalls, dass die Akzeptanz für diese Produkte bei den Kunden nicht unbedingt gegeben ist. Das Fazit von Meyers Ausführungen: Die Nachhaltigkeitsbewertung kann keine Aussagen treffen, welches Produkt oder Verfahren am nachhaltigsten ist oder welche Aspekte, also Umwelt oder Sozial, am wichtigsten sind. Auch können die einzelnen Säulen nicht gegeneinander abgewogen werden, also etwa der Mehraufwand zur Reduzierung von Kohlendioxid auf Kosten sozialer Gerechtigkeit. Dafür können mit Hilfe der Nachhaltigkeitsbewertung wichtige Parameter für die Entscheidungsträger identifiziert werden wie Energieverbrauch, Transporte oder der Einsatz von Betriebsstoffen. Dies eröffnet Möglichkeiten, die Umwelteigenschaften zu verbessern und die Anlage optimal an die bestehenden Gegebenheiten anzupassen.

## **Standardlösungen lassen auf sich warten**

Als Gesamtfazit der Tagung ergab sich, dass auf der Suche nach dem besten Verfahren derzeit erste großtechnische Anlagen in Betrieb gehen. Sie zeigen, wie die Verfahren in diesem Maßstab ablaufen und wie auftretende Probleme gelöst werden können. Die Erhöhung der Effizienz ist dabei noch lange kein Thema. Dabei zeichnet sich ab, dass die chemische Aufbereitung von Klärschlammasche tendenziell der bevorzugte Weg des Phosphorrecyclings werden wird. Standardlösungen gibt es jedenfalls noch keine, die werden noch mindestens zehn Jahre dauern, so die Prognosen. Aber auch dann sind in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten individuelle Lösungen gefragt. Insgesamt gibt es jedenfalls noch viele technische und organisatorische Fragen zu klären, wobei dies alle Kläranlagen betrifft, die großen wie die kleinen. All das führt zu der Tendenz, dass die anstehenden Aufgaben am ehesten mit größeren zentralen Anlagen und im Verbund gelöst werden können und eher weniger auf den einzelnen Kläranlagen.