

## Phosphor - ein kritischer Rohstoff mit Zukunft – Experten tagen in Stuttgart zur Rückgewinnung von Phosphor

Das baden-württembergische Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft richtete am 24. und 25.06.2015 in Zusammenarbeit mit dem DWA-Landesverband Baden-Württemberg den Kongress: „Phosphor - ein kritischer Rohstoff mit Zukunft“ im Kursaal Cannstatt in Stuttgart aus. Mit der Veranstaltung unter der Schirmherrschaft des Umweltministers unterstrich das Land Baden-Württemberg die Notwendigkeit, die Rückgewinnung des kritischen Rohstoffs Phosphors in Europa voranzutreiben.

Ende Juni tauschten sich in der Landeshauptstadt Stuttgart zwei Tage lang rund 200 Teilnehmer aus den Kommunen, der Politik, der Wirtschaft und der Wissenschaft zur Phosphor-Rückgewinnung aus Abwasserströmen aus und beleuchteten deren technische, wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen. Im gut besetzten großen Kursaal in Bad Cannstatt wurde dabei in vier Themenblöcken über die Hintergründe, den Stand und den zukünftigen Umgang mit dem kritischen Rohstoff im Land Baden-Württemberg diskutiert. Das Grußwort sprach Umweltminister Franz Untersteller, der die Bedeutung des Themas hervorhob und dabei die Landesstrategie zum Thema vorstellte. Moderiert wurde der Kongress von dem aus den Medien bekannten Wissenschaftsjournalisten *Ingolf Baur*.

### Einführung

Phosphor, aus dem Griechischen, übersetzt der „Träger des Lichts“, ist ein essenzieller Grundbaustein des Lebens. Er findet sich in der DNA und ist für eine Vielzahl organischer Funktionen unentbehrlich. Gleichzeitig ist Phosphor nicht substituierbar und nur in begrenzter Menge in natürlichen Vorkommen verfügbar. Aus diesem Grund setzte 2014 die Europäische Kommission Phosphor auf die Liste der kritischen Rohstoffe (European Commission Memo/14/377).

Die Landesregierung Baden-Württemberg gehörte zu den ersten in Europa, die bereits 2003 Initiativen ins Leben riefen, um eine ausreichende P-Versorgung der europäischen Wirtschaft langfristig zu gewährleisten. Obwohl nach neueren Abschätzungen der US Geologi-

cal Survey (USGS) die weltweiten Vorräte der abbaubaren Phosphatverbindungen für den derzeit prognostizierten Verbrauch noch bis über das nächste Millennium hinaus reichen, kommt der Ressource Phosphor bei der wirtschaftlichen Entwicklung der EU dennoch ein kritischer Stellenwert zu.

Einerseits ist sie determinierender Faktor für Pflanzenwachstum und dadurch für die Sicherung der Lebensmittelversorgung unabdingbar. Seit Anbruch der grünen Revolution und der Nutzung von Mineraldüngern ist die weltweite Nachfrage und die Ausbeutung von Phosphatlagern kontinuierlich gestiegen. Entscheidenden Einfluss spielt dabei die stetig steigende Produktion von Lebensmitteln für eine wachsende Weltbevölkerung sowie die allmähliche Veränderung der Ernährungsgewohnheiten hin zum erhöhtem Fleischkonsum in wirtschaftlich wachsenden Staaten.

Zwar werden Rohphosphate in 37 Ländern weltweit abgebaut, das Gros hingegen (>90%) findet sich auf den Territorien weniger Staaten, vor allem in Marokko, auf dem amerikanischen Kontinent und China. Somit kommt diesem Rohstoff auf der geopolitischen Ebene eine besondere Brisanz zu. Die deutsche Wirtschaft ist derzeit vollkommen auf den Import von Phosphor aus dem Ausland angewiesen. Allein in Baden Württemberg werden jährlich über 10.000 Tonnen Phosphat benötigt.

Auf der anderen Seite führt der Abbau und die massive Ausbringung von Phosphaten zu starken Umweltbelastungen. Dies trifft besonders auf die Exportnationen zu, die beim Abbau erhebliche Umweltschäden in Kauf nehmen müssen. Bei den Importeuren dagegen resultieren punktuelle und diffuse P-Einträge in die Gewässer in erhöhten Phosphatwerten und damit zu Eutrophierung und Algenblüte, mit negativen Auswirkungen auf die aquatische Fauna und die Gewässerqualität.

Aufgrund dieser und weiterer Herausforderungen mit Phosphor kamen auf dem Kongress in Stuttgart an die 200 Fachleute und Interessierte zusammen. Die Teilnehmer erhielten zwei Tage lang einen tiefen Einblick in die Hinter-

gründe und Techniken, aber auch in die Hindernisse auf dem Weg zu einer ökologisch und wirtschaftlich nachhaltigen Phosphorrückgewinnung. Zur Einführung der Veranstaltung diente die Besichtigung der ersten großtechnischen Anlagen zur P-Rückgewinnung in Baden-Württemberg. Diese befinden sich beim AZV Raum Offenburg, wo aus Klärschlamm ein Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) nach dem ›Stuttgarter Verfahren‹ gewonnen wird, sowie in Boxberg, wo in einer Demonstrationsanlage Phosphate mittels dem P-RoC Verfahren aus Schweinegülle rückgewonnen wird.

Im Anschluß an die Exkursionen kamen die Teilnehmer zum Vortragsteil des Kongresses im Kursaal Bad Cannstatt zusammen. Dort führte sie Ministerialrat (MR) Kneisel vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg in die politische Vision und Planung zur P-Rückgewinnung im Land ein. Eine von Bund und Ländern gemeinsam erarbeitete Phosphorstrategie wurde auf Bundesebene einstimmig angenommen. Dies macht deutlich, dass das Thema in der ganzen Republik von höchstem Interesse ist. Prof. Dr. Stefan Bringezu vom Wuppertal Institut erläuterte die Rolle des Phosphors in Deutschland und weltweit und gelangte zu dem Schluss, dass die derzeit größten Probleme mit Phosphaten Umweltbelastung und die mangelnde Ressourceneffizienz sind. Prof. Dr. Faulstich, CUTEC Institut, präsentierte im Folgenden die „Landestrategie Ressourceneffizienz“ in Baden-Württemberg und zeigte auf, dass eine nachhaltige Industriegesellschaft keine Utopie bleiben muss. Mit seinen kritischen Überlegungen gab Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel, TU Darmstadt, den Zuhörern einen Denkanstoß, wie sich das heutige Verständnis der Abwasserreinigung im Angesicht der Herausforderungen eines energie- und ressourceneffizienten Handelns in Zukunft zu wandeln hat.

### Wie aus Abfall Rohstoff wird

In seinem Grußwort am zweiten Tag des Kongresses sprach Umweltminister Franz Untersteller über die politische Vision einer nachhaltigen Nutzung der endlichen Ressourcen der Erde: Dies kann nur in einer Kreislaufwirtschaft verwirklicht werden, die sich auf höchstmögliche Ressourceneffizienz sowie auf ein fortschrittliches Recyclingsystem begründet. Das Land Baden-Württemberg arbeitet auf die Ent-

kopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch, die Steigerung der Ressourceneffizienz und die großflächige Etablierung der Technologien „Made in Baden-Württemberg“ hin. Erste Schritte in diese Richtung hat die Landesregierung in einem Strategiepapier festgeschrieben. Neu dazu kommt der Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014-2020, in welchem den Betreibern von Kläranlagen der Größenklasse 5 für den Ausbau von P-Rückgewinnungsanlagen Fördermittel in Höhe von 8 Millionen EUR durch die EU und 6,3 Millionen EUR durch das Land zur Verfügung stehen.

Dr. Claus Bergs vom Bundesumweltministerium präsentierte den geplanten Inhalt der lange angekündigten Überarbeitung der Klärschlammverordnung. Ein Teil der Novelle betrifft die Anpassung der Grenzwerte für im Klärschlamm vorhandene Stoffe in Anlehnung an die Düngemittelverordnung. Das Kernstück, der Artikel 5, schreibt die Verpflichtung der Betreiber zur P-Rückgewinnung fest. Die Wahl der Verfahren bleibt dabei den Betreibern überlassen. Eine Übergangsfrist bis 2025, in der die Anlagen und Prozesse entsprechend angepasst werden sollen, ist vorgesehen.

Weitere fachliche Angaben machten MR Martin Kneisel vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg sowie Dr. Christian Kabbe, Europäische P-Plattform. Die Rückgewinnung von 50 bis 70% in Baden-Württemberg stellt ein realistisches Ziel dar. Die Zeit für einen großflächigen Einstieg in die Technologie ist reif. Dennoch bedürfen verschiedene Aspekte wie z. B. die Erforschung und Verbesserung der Pflanzenverfügbarkeit sowie die Erschließung des Marktes für das erzeugte Endprodukt weiterhin intensive Anstrengungen.

### Aus Wissenschaft und Technik

Zum aktuellen Stand zur Verfahrenstechnik und Forschung referierte Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz, Universität Stuttgart. Auch aus ihrer Sicht ist die Zeit für den breiten Einstieg in die P-Rückgewinnung angebrochen. Mittlerweile existieren über 40 Verfahren sowie eine Vielzahl an Publikationen. Direkte Vergleiche verschiedener Verfahren gestalten sich jedoch problematisch, denn neben dem Grad der P-Rückgewinnung müssen weitere Faktoren wie die Energiebilanz des Prozesses und die Pflan-

zenverfügbarkeit des Endproduktes bedacht werden. Die derzeitigen Forschungen am Stuttgarter Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut setzen bereits einen Schritt vorher, bei der Stoffstromtrennung und -behandlung an. Die Wissenschaftler entwickeln dort derzeit ein Verfahren zur Phosphatfällung, welches ohne die Zugabe von Metall-Ionen auskommt, wodurch deutlich weniger Energie für die spätere Stofftrennung benötigt wird.

Von Seiten der Privatwirtschaft akzentuierte Dipl.-Ing. Ralf Czarnecki, Remondis Aqua GmbH & Co. KG die hohe Bedeutung von Phosphorsäure in der heutigen Industrie und stellte das in Kooperation mit der Hamburger Standentwässerung zum Einsatz kommende patentierte TetraPhos Verfahren vor. Bei dem Verfahren werden die bei der Monoverbrennung erzeugten Klärschlammaschen in verdünnter Phosphorsäure eluiert. Am Ende des Prozesses entsteht hochkonzentrierte Phosphorsäure, die sich ideal für den Einsatz in der Herstellung von Dünger, Futtermitteln, Korrosionsschutzmitteln und als Lebensmittelzusatz eignet.

Von den Erfahrungen aus einem Gemeinschaftsprojekt der drei im Land vorhandenen Monoverbrennungsanlagen zur Vermarktung des rückgewonnenen Phosphors berichtete Dipl.-Ing. Jörg Rütten von der Stadtentwässerung Stuttgart (SES). Nach Studien wäre es bei der kompletten Verwertung der Klärschlammaschen in Baden-Württemberg möglich, 40-60% des P-Bedarfs im Land zu decken. Es zeigte sich jedoch im Lauf des Gemeinschaftsprojekts, dass auf Seiten der Privatwirtschaft das Interesse am Erwerb des bisher rückgewonnenen Phosphors verhalten ausfällt. Gründe dafür sind unter anderem die verhältnismäßig kleinen angebotenen Mengen sowie der hohe Aufwand und die Kosten. Er kommt zu dem Schluss, dass bei der Vermarktung des Phosphors auf dem freien Markt bedacht werden muss, dass die Abwasserunternehmen in ein Spannungsfeld wirtschaftlicher Interessen geraten. Unterstützung und Vorgaben aus der Politik sind hier dringend nötig.

### Marktplatz der Innovationen

Auf dem „Marktplatz der Innovationen“ nutzten ausgewählte Referenten die Gelegenheit, sich

im *Pecha Kucha* Format zum Thema zu positionieren. In Kurzvorträgen stellten sie dabei ihre Erfahrungen und Leistungen in der P-Rückgewinnung vor.

Dr. Daniel Frank, Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V. identifizierte die mangelnde Kommunikation der P-Rück-Akteure untereinander als Hauptbarriere in der erfolgreichen Weiterentwicklung der Technologie und warb für den Beitritt zu dessen Verein als geeignete Plattform zum gegenseitigen Austausch.

Dipl.-Ing. Ralph-Edgar Mohn stellte die Entwicklung, den aktuellen Stand sowie die Erfahrungen aus der langjährigen Anwendung des Stuttgarter Verfahrens beim AZV Raum Offenburg vor. Hierbei wurden bereits erhebliche Fortschritte erzielt. Er schließt, dass primär einige Schlüsselfaktoren die Qualität und Menge des Recyclats beeinflussen. Dazu zählen: der pH-Wert der Rücklösung (idealerweise zwischen pH 5 und pH 3), das eingesetzte Fällmittel (Eisen- bzw. Aluminiumsalze) und die Zugabe von Zitronensäure als Komplexmittel. Das Resultat ist ein MAP mit hoher Qualität und geringer Schadstoffbelastung.

Eine Technologie zur Schlammoptimierung präsentierte Rudolf Bogner von der CNP-Technology Water and Biosolids GmbH. Das vorgestellte AirPrex<sup>®</sup> Verfahren dient zur gezielten MAP-Fällung bei Anlagen mit BioP – Elimination. Darüber hinaus gewährleistet es eine verbesserte Schlammentwässerung bei geringerem Polymerverbrauch.

Um kristallines MAP ging es ebenfalls bei der Vorstellung der „Berliner Pflanze“ durch Dipl.-Ing. Alexander Schitkowsky von den Berliner Wasserbetrieben. Das patentierte Produkt und Gewinner des greentec-Award 2015 wird seit 2008 erfolgreich als zertifiziertes Düngemittel auf dem lokalen Markt vertrieben, wobei die Produktion etwa 400 Tonnen pro Jahr beträgt.

Einen anderen Weg geht das Pilotprojekt der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg, vorgestellt von Otto Schwarzmann. Dort wird in naher Zukunft das metallurgische „Mephrec“ Verfahren genutzt, welches nach dem Vorbild japanischer Verfahren umgesetzt wird. Derzeit steht das Projekt noch in der Planungsphase, soll jedoch noch in diesem Jahr in die Umsetzung gehen.

In einem Beitrag aus dem Europäischen Ausland vermittelte Ludwig Hermann, Outotec GmbH, den Teilnehmern den Ash Dec Prozess und Versuchsergebnisse in einem modifizierten Verfahren aus der Schlammverbrennungsanlage Zürich. Er spricht sich für die Nutzung von Klärschlammaschen als Ausgangsstoff für das Recycling aus, da diese das höchste Rückgewinnungspotential besitzen. Mithilfe eines thermochemischen Prozesses findet im Ash Dec Verfahren unter der Zugabe von reaktiven Chlorid- beziehungsweise Alkaliverbindungen eine Entfrachtung der enthaltenen Schadstoffe unter reduzierenden Bedingungen statt. Insgesamt weist der Prozess eine positive Energiebilanz auf und führt zu einem - im Vergleich zu Rohphosphat - schadstoffarmen Recyclingphosphat.

Die abschließende Präsentation des Themenblocks zeigte die P-Rückgewinnung aus Schweinegülle mittels dem P-Roc Verfahren. In einem Gemeinschaftsprojekt der Alltech Dosiervorrichtungen GmbH und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wurde die Pilotanlage als Antwort auf eine hohe Phosphatbelastung der dortigen Gewässer errichtet. Dipl.-Ing. Ladislaus Bach referierte über die Funktionsweise des Prozesses, bei der phosphatreiche Abwässer oder Prozesswässer mit Calcium-Silicat-Hydraten beschickt werden, wodurch eine Kristallisation stattfindet. Das erzeugte Endprodukt wird vor Ort als Dünger ausgebracht.

### Phosphor – und was nun?

Mit dieser Frage setzten sich die letzten Referenten des Tages auseinander. Aus der Wissenschaft präsentierte Dr. Ute Arnold, INRES Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz der Uni Bonn, Ergebnisse ihrer Forschung über den Schwermetallgehalt in P-Recyclaten und die für Pflanzen wichtige Wasserlöslichkeit des Ortho-Phosphats. Sie zeigte auf, dass auch die biochemischen Faktoren, wie beispielsweise die Pflanzenverfügbarkeit oder die Einlagerung in den Böden beim Einsatz von rückgewonnenem Phosphor von Bedeutung sind und es notwendig ist, dieses Thema weitergehend zu erforschen. Im Fazit betonte sie, dass interdisziplinär an ganzheitlichen Lösungen gearbeitet werden muss, wobei alle Beteiligten der Wertschöpfungskette des Phosphors mit einbezogen werden sollten.

Als Vertreter der Agrarindustrie beleuchtete Herr Speidel von der Beiselen GmbH die Hintergründe des Phosphathandels und dessen Nutzung in Deutschland aus Perspektive der Privatwirtschaft. In seinen Ausführungen wurde der enorme Bedarf an Phosphaten in Deutschland deutlich. Allein 2012 / 2013 importierte Deutschland etwa 280.000 Tonnen Phosphatdünger. Dabei kommt in der Landwirtschaft wegen seiner Spezifikationen vor allem das Di-Ammonium-Phosphat (DAP) zum Einsatz. Konventionelle Landwirte sind darauf angewiesen die Wirtschaftlichkeit der Produktion im Blick zu behalten, wodurch sie generell zum Kauf des günstigeren Düngemittels auf dem Markt tendieren. Die derzeit auf dem Markt verfügbaren P-Recyclate erfüllen des Weiteren nicht die Qualitätsanforderungen der Agrarindustrie. Die Weiterentwicklung der P-Wiederverwertung hat dennoch einen hohen Stellenwert für die Industrie, da nur so die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für die Marktreife des Produkts geschaffen werden.

Dr. Stephanie Fischinger, Bioland Beratung GmbH erläuterte im Anschluß, dass die Nutzung von wiederverwertetem Phosphor bereits jetzt hochinteressant für die organische Landwirtschaft ist. Aktuell weisen 16% der Böden in der organischen Landwirtschaft einen P-Gehalt (mg P/100g Boden) von weniger als 2 auf. Dieser sollte für die landwirtschaftliche Nutzung jedoch bei 4,5 bis 9 (mg P/100g Boden) liegen. Sie legte den Teilnehmern die Handlungsmaxime der organischen Landwirtschaft dar und das darin herrschende Verbot zum Einsatz chemisch synthetischer Düngemittel. Stattdessen kommen nachhaltige, organische Düngemittel zum Einsatz und es werden strikten Prinzipien, wie beispielsweise die enge Zusammenarbeit in lokalen Wirtschaftskreisläufen, befolgt. In einer Mitgliederbefragung wurde daher die generelle Akzeptanz von Dünger aus recyceltem Phosphat festgestellt. Es müssen weitere Schritte unternommen werden, um die Anwendbarkeit der Produkte in der organischen Landwirtschaft zu steigern. Die Mitglieder sind dazu bereit, diesen Prozess zu unterstützen und zu forcieren. Es gilt die Maxime eines der Begründer der organischen Landwirtschaft, Dr. Hans Peter Rusch: „[...]Ein intakter Substanzkreislauf ist immerhin die allererste,

die wichtigste und die entscheidende Voraussetzung für den Fortbestand der Menschheit.“

### Zusammenfassung

Dieser erste Kongress zum Thema P-Rückgewinnung in Baden-Württemberg verdeutlichte, dass der Bedarf zur Vertiefung und zum regelmäßigen Austausch in dem Bereich bei allen Stakeholdern sehr groß ist.

Aus diesem Grund wird eine Folgeveranstaltungen im Oktober 2016 in Stuttgart vorbereitet.

Weitere Informationen, Impressionen und die Präsentationen von der Veranstaltung sowie den Tagungsband finden Sie unter [www.prueck-bw.de](http://www.prueck-bw.de).

Autoren:

Martin Kneisel, Daniel Laux, UM Baden-Württemberg

Wolfgang Schanz, André Hildebrand, Gerald Wahl vom DWA-Landesverband Baden-Württemberg



Verzeichnis der Bilder:

Bild 1: Podiumsdiskussion mit den drei Professoren, v.l.: Dr. Cornel, Dr. Bringezu, Dr. Faulstich und Moderator Ingolf Baur



Bild 2: DWA-Landesvorsitzender Wolfgang Schanz bei seiner Begrüßung



Bild 3: Minister Franz Untersteller bei seinem Vortrag



Bild 4: Referentinnen und Referenten vor dem Kursaal

