



Brüssel, den 8.7.2013  
COM(2013) 517 final

**MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN  
RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND  
DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN**

**Konsultative Mitteilung zur nachhaltigen Verwendung von Phosphor**

(Text von Bedeutung für den EWR)

**MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN  
RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND  
DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN**

**Konsultative Mitteilung zur nachhaltigen Verwendung von Phosphor**

(Text von Bedeutung für den EWR)

**1. EINLEITUNG**

Phosphor ist ein wichtiger Baustein des Lebens. Für die moderne Landwirtschaft ist Phosphor als Zusatzstoff für Futter- und Düngemittel unverzichtbar. Heute sind allerdings sämtliche Phasen des Lebenszyklus von Phosphor durch Verschwendung und Verluste gekennzeichnet. Dies gibt Anlass zu Bedenken hinsichtlich der zukünftigen Versorgung sowie der entsprechenden Wasser- und Bodenkontamination in der EU und auf der ganzen Welt. Eine effiziente Gewinnung und Nutzung sowie die Wiederverwertung und Minimierung von Abfällen könnten wichtige Schritte auf dem Weg zu einer nachhaltigen Verwendung von Phosphor sein und eine weltweite Entwicklung hin zu einer effizienteren Nutzung von Ressourcen und zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit für künftige Generationen einleiten.

Diese konsultative Mitteilung soll die Aufmerksamkeit auf die Nachhaltigkeit der Phosphorverwendung lenken und eine Debatte über die bestehende Situation und die zu erwägenden Maßnahmen anstoßen. Konkrete Rechtsvorschriften über Phosphor werden mit dieser Mitteilung nicht angestrebt. Die Mitteilung wurde im Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa<sup>1</sup> angekündigt und ist als Bestandteil der allgemeinen Bemühungen um eine Verbesserung der Ressourceneffizienz in der EU und in der ganzen Welt zu betrachten.

Weltweit sind verhältnismäßig große Phosphorvorkommen vorhanden, und es sind umfangreiche Reserven verfügbar. Angesichts verschiedener Faktoren empfiehlt es sich trotzdem, die Versorgungssicherheit für die EU im Auge zu behalten. Erstens gibt es in der EU nur geringe Vorkommen an phosphathaltigem Gestein. Zweitens waren in den letzten Jahren starke Preisschwankungen zu verzeichnen. (2008 stiegen die Preise für Phosphatgestein in einem Zeitraum von etwas mehr als einem Jahr um 700 %, und entsprechend erhöhten sich die Preise für Düngemittel.) Drittens kommt eine Umstellung auf andere Ressourcen allenfalls bei untergeordneten Verwendungen von Phosphor und dort auch nur in geringem Umfang in Betracht. Durch die vorrangige Verwendung in Futter- und Düngemitteln werden nämlich bereits etwa 90 % der gesamten abgebauten Phosphormengen verbraucht. Eine verstärkte Wiederverwertung in der EU und in der ganzen Welt würde zur Sicherung der Versorgung mit diesem wesentlichen Rohstoff beitragen und eine gleichmäßigere Verteilung von Phosphor auf regionaler und auf weltweiter Ebene fördern. Eine Diversifizierung der Phosphatversorgung würde bei EU-Unternehmen, die auf diesen Rohstoff angewiesen sind, wirtschaftlich gesehen eine Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegenüber zukünftigen Preisschwankungen und sonstigen Entwicklungen bewirken, die zur Einfuhrabhängigkeit dieser Unternehmen beitragen.

Zudem wären eine Steigerung der Effizienz und die Reduzierung von Verlusten mit erheblichen Vorteilen für die Umwelt und die Ressourcennutzung verbunden. Die derzeitige

---

<sup>1</sup> KOM(2011) 571 endgültig.

Verwendung von Phosphor ist in vielen Phasen des Lebenszyklus ineffizient und führt zu einer problematischen Wasserverunreinigung und zur Verschwendung vielfältiger zugehöriger Ressourcen. Darüber hinaus können Kontaminanten wie Cadmium und Uran im Rohstoff zu Gesundheits- und Umweltproblemen führen. Unabhängig von der Gesamtmenge des verfügbaren abgebauten Phosphats und von Aspekten der Versorgungssicherheit würden diese Vorteile für sich genommen bereits Maßnahmen zur effizienteren Nutzung und Wiederverwertung von Phosphor rechtfertigen. Entsprechende Maßnahmen wären zudem mit zahlreichen weiteren Vorteilen verbunden – beispielsweise würde sich eine bessere Bodenbewirtschaftung günstig auf das Klima und die biologische Vielfalt auswirken.

Die zugrunde liegenden Probleme sind nicht leicht zu bewältigen. In Regionen der EU, in denen landwirtschaftliche Kulturpflanzen angebaut werden, ist eine Stabilisierung des Phosphorgehalts im Boden zu verzeichnen. Auch diese Regionen sind jedoch weiterhin auf den Einsatz von Düngemitteln mit mineralischen Phosphaten angewiesen. Häufig konzentriert sich eine intensive Viehwirtschaft auf bestimmte Gebiete in der Umgebung von Häfen und Ballungsgebieten, in denen die benötigten Arbeitskräfte und Fachkenntnisse verfügbar sind. Diese Konzentration hat dazu geführt, dass in diesen Regionen ein Überangebot an Dung besteht, was zu einer allmählichen Erhöhung des Phosphatgehalts der Böden und zu einem erhöhten Risiko für Wasserverschmutzung geführt hat. Und angesichts weiter wachsender Großstädte fallen phosphorhaltige Abwässer und Lebensmittelabfälle zudem in immer größerer Entfernung von Ackerbaubetrieben an, in denen sie nach angemessener Aufbereitung genutzt werden könnten.

Trotzdem besteht ein großes Potenzial für eine Verbesserung der Lage. Große Verluste an nutzbarem Phosphor sind beispielsweise auf die Erosion und die Auslaugung von Böden sowie auf die ineffiziente Nutzung von Dung, biologisch abbaubaren Abfällen und Abwässern zurückzuführen. Materialflussanalysen aus Frankreich zeigen beispielsweise, dass 50 % des dort verwendeten Phosphors verloren gehen – etwa 20 % in Abwässern, die gleiche Menge durch Erosion und Auslaugung von Böden und 10 % in Form von Lebensmittelabfällen und sonstigen Bioabfällen<sup>2</sup>. Die nachhaltige Verwendung von Phosphor ist inzwischen Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten. Im Vereinigten Königreich wurde in Arbeiten im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Lebensmittel und ländliche Angelegenheiten in Bezug auf Phosphor ein zukünftiges Versorgungsrisiko für die Landwirtschaft ermittelt und festgestellt, dass das Vereinigte Königreich allein nur wenig unternehmen könne, um diesem Risiko zu begegnen<sup>3</sup>. Die Risiken und Kosten unseres derzeitigen Ansatzes sind Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Veröffentlichungen.

Auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene wurden bereits einschlägige Maßnahmen durchgeführt. Dabei standen die Bekämpfung der Wasserverschmutzung durch Phosphor und die Reduzierung der Abfallmengen (z. B. Lebensmittelabfälle oder sonstige phosphorhaltige und biologisch abbaubare Abfälle) im Vordergrund. Diese Maßnahmen wurden jedoch zur Verhinderung der Wasserverschmutzung oder mit anderen politischen Zielen konzipiert und nicht unter dem Aspekt der Wiederverwertung und der Einsparung von Phosphor. Bisher liegt nur bei vereinzelt Initiativen der Schwerpunkt direkt auf der effizienten Nutzung und der Wiederverwertung von Phosphor, und derartige Initiativen werden bei der Entwicklung politischer Strategien nur selten berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet dabei Schweden, wo ein nationales Zwischenziel festgelegt wurde: „Bis 2015 werden

---

<sup>2</sup> [http://www.bordeaux-aquitaine.inra.fr/tcem\\_eng/seminaires\\_et\\_colloques/colloques/designing\\_phosphorus\\_cycle\\_at\\_country\\_scale](http://www.bordeaux-aquitaine.inra.fr/tcem_eng/seminaires_et_colloques/colloques/designing_phosphorus_cycle_at_country_scale).

<sup>3</sup> *Review of the future resource risks faced by UK Business and an assessment of future viability*, AEA, 2010.

mindestens 60 % der in Abwässern enthaltenen Phosphorverbindungen für die Verwendung auf landwirtschaftlichen Flächen zurückgewonnen. Mindestens die Hälfte dieser Menge sollte auf Ackerflächen zurückgeführt werden.“ Die Niederlande haben eine Vereinbarung über eine Phosphat-Wertschöpfungskette eingeführt, in der sich verschiedene Akteure auf bestimmte Ziele verpflichtet haben, beispielsweise auf die Nutzung eines festgelegten Anteils von wiederverwertetem Phosphor in ihrem Produktionsprozess<sup>4</sup>. Deutschland arbeitet an einer Rechtsvorschrift zur Verringerung der Verschwendung von Phosphor. Nach der ersten europäischen Konferenz über nachhaltigen Phosphor gründeten Interessenträger eine europäische Phosphorplattform, um einen europäischen Markt für wiederverwerteten Phosphor zu schaffen und eine nachhaltigere Nutzung von Phosphor zu erreichen<sup>5</sup>.

Eine vollständige Ersetzung des in der EU abgebauten Phosphats durch wiederverwertetes Phosphat ist in absehbarer Zukunft weder machbar noch erforderlich. Eine verstärkte Wiederverwertung und – soweit erforderlich – die Verwendung von organischem Phosphor könnten eine Stabilisierung der benötigten Menge abgebauten Phosphats bewirken und die Probleme im Hinblick auf die Kontamination von Böden und Wasser abschwächen. Dies ist der erste Schritt im Bemühen darum, den Phosphorkreislauf langfristig zu schließen, wenn die physischen Beschränkungen der Ressource an Bedeutung gewinnen.

## **2. DIE ANGEBOTS- UND NACHFRAGESITUATION BIS ZUM JAHR 2050 UND DARÜBER HINAUS**

Die ersten Phosphor-Düngemittel stammten historisch aus organischen Quellen – in erster Linie aus Dung aus landwirtschaftlichen Mischbetrieben und später aus Knochenmehl und Guano, den ersten wichtigen handelsfähigen Gütern für Düngemittel. Im Laufe der Zeit wurden effiziente Techniken für die Gewinnung und Herstellung von Düngemitteln aus Phosphatgestein entwickelt. Dies war eine der Voraussetzungen für die „grüne Revolution“ im Bereich der landwirtschaftlichen Produktivität ab den 1940er-Jahren. Dung trägt zwar weiterhin wesentlich zum Phosphorangebot für Düngemittel bei (in der EU eine wichtige Quelle – 4,7 Mio. Tonnen Dung werden jährlich als Düngemittel eingesetzt<sup>6</sup>). Mineralische Phosphatdüngemittel haben sich inzwischen jedoch weltweit zur wichtigsten Phosphorquelle für die Erzeugung von Kulturpflanzen entwickelt. Der gesamte im Umlauf befindliche neue Phosphor stammt heute aus mineralischen Phosphatdüngemitteln.

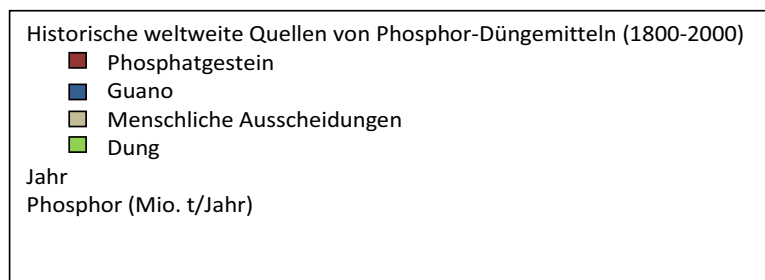
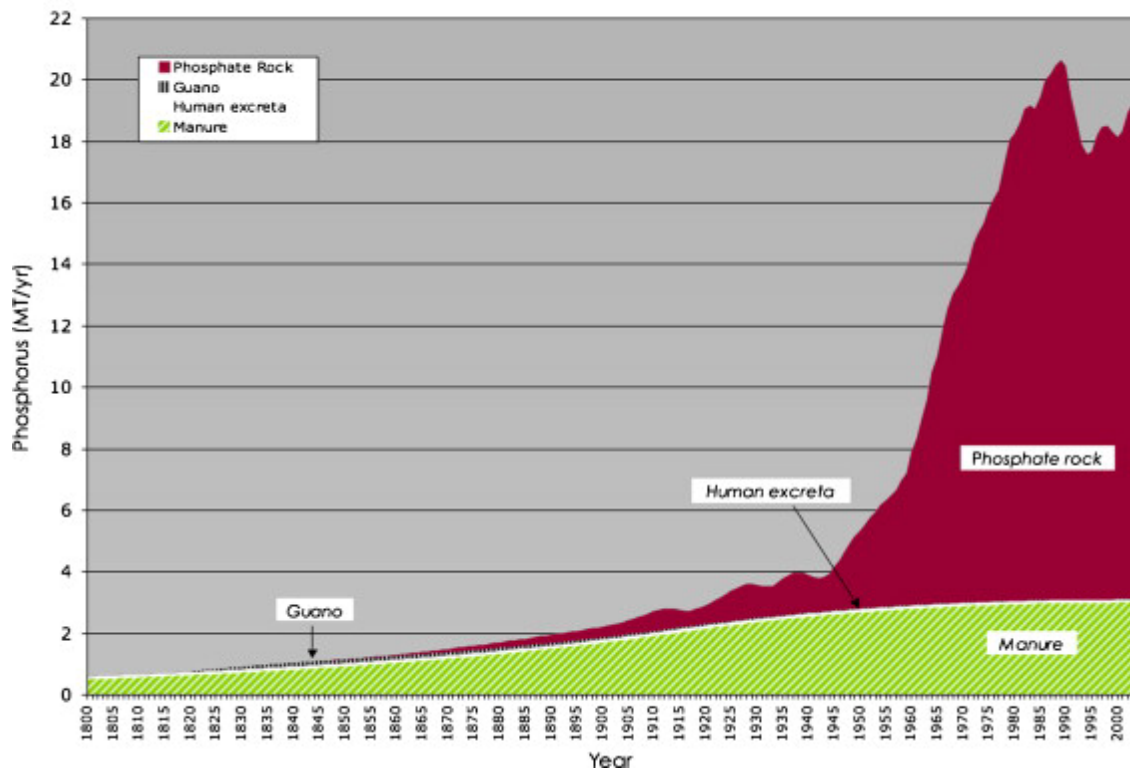
---

<sup>4</sup> <http://www.nutrientplatform.org/?p=306>.

<sup>5</sup> <http://www.phosphorusplatform.org/>.

<sup>6</sup> Phosphorous imports, exports, fluxes and sinks in Europe, Richards und Dawson 2008.

**Abb. 1: Historische weltweite Quellen von Phosphor-Düngemitteln<sup>7</sup>**  
 Historical global sources of phosphorus fertilizers (1800-2000)



## 2.1. Angebot an Phosphor

Derzeit konzentriert sich der Abbau von Phosphatgestein im Wesentlichen auf wenige Länder. Mit Ausnahme von Finnland, wo geringe Mengen abgebaut werden, liegt keines dieser Länder in der EU. 2011 lag die Einfuhrquote der EU bei etwa 92 %<sup>8</sup>. Zwei Drittel der aktuellen Phosphatgestein-Reserven befinden sich den neuesten Forschungsarbeiten des International Fertilizer Development Center (IFDC)<sup>9</sup> zufolge in Marokko/der Westsahara, China und den USA. Zahlreiche Länder verfügen allerdings über geringere Reserven. Laut diesem Bericht sind die in Marokko/in der Westsahara ermittelten umfangreichen neuen Vorkommen mit Vorsicht zu bewerten.

Daher lässt sich nur schwer abschätzen, wie viel Phosphatgestein vorhanden ist und inwieweit diese Mengen geeignet sind, die Nachfrage langfristig zu decken. Die besten verfügbaren

<sup>7</sup> *The Story of phosphorus: Global food security and food for thought*, Cordell u. a., 2009.

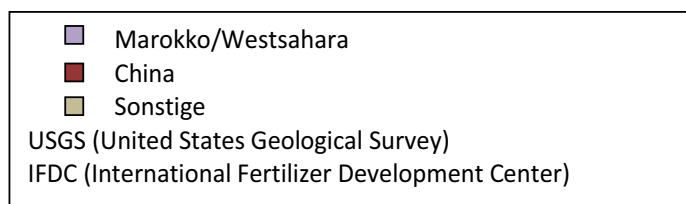
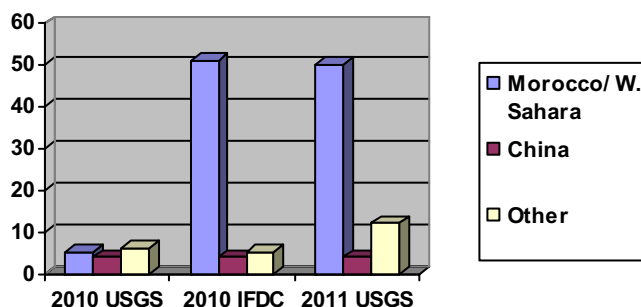
<sup>8</sup> Die Einfuhrabhängigkeit wird berechnet als „Nettoeinfuhren / (Nettoeinfuhren + Produktion in der EU) – Methodik gemäß KOM(2011) 25 „Grundstoffmärkte und Rohstoffe: Herausforderungen und Lösungsansätze“.

<sup>9</sup> *World Phosphate rock reserves and resources*, IFDC, 2010.

Informationen lassen jedoch darauf schließen, dass ausreichende Mengen für mehrere Generationen vorhanden sind und dass regelmäßig neue Vorkommen gefunden werden. Zudem ist eindeutig festzustellen, dass sich das künftige geografische Abbauggebiet ausweitet. Ab einem gewissen Zeitpunkt werden die Versorgungsmengen zwar abnehmen. Dieser Zeitpunkt steht aber noch nicht unmittelbar bevor.

Die FAO erfasst gewisse statistische Informationen über den weltweiten Düngemiteleinsatz. Ressourcen und Reserven von Phosphatgestein werden dort jedoch nicht ermittelt. In Unternehmensbesitz befindliche Phosphatgestein-Reserven werden für kommerzielle Zwecke weitgehend durch den australischen JORC<sup>10</sup>-Code – einen Industriestandard für die Klassifizierung und Harmonisierung von Reservenbeschreibungen – oder durch vergleichbare Codes erfasst. Dieser Code eignet sich jedoch nicht als Grundlage für die Zusammenstellung nationaler oder internationaler Reserven. Die Referenzdatenquelle für solche Informationen war stets die *United States Geological Survey* (geologische Erhebung der Vereinigten Staaten, USGS). Die USGS-Statistiken wurden in den Jahren 1990 bis 2010 jedoch nicht vollständig mit Informationen aus Nichtregierungsquellen aktualisiert. Wie bereits erwähnt, berichtete das International Fertilizer Development Center (IFDC) 2010 über neue, erheblich umfangreichere Schätzungen zu Reserven auf der Grundlage von Brancheninformationen, und 2011 aktualisierte die USGS ihre Ressourcenabschätzungen entsprechend<sup>11</sup>. Diese Zahlen und die von der USGS bereitgestellten Definitionen von Ressourcen und Reserven wurden im vorliegenden Dokument weitestmöglich verwendet. Abbildung 2 zeigt die Änderung der Reservenabschätzungen:

**Abb. 2: Änderungen der Schätzungen von Phosphatgestein-Reserven – ausgedrückt in Mrd. Tonnen  $P_2O_5$** <sup>12</sup>



In verschiedenen wissenschaftlichen Publikationen wurde die Frage aufgeworfen, ob ein offizielles Meldesystem und eine statistische Verfolgung benötigt werden. Voraussetzung wäre allerdings, dass die Informationen in einer Weise gesammelt werden könnten, bei der zwar die Vertraulichkeit geschäftlicher Daten gewährleistet wäre, öffentliche Stellen und

<sup>10</sup> Joint Ore Reserves Committee – weitere Informationen sind unter [www.jorc.org](http://www.jorc.org) verfügbar.

<sup>11</sup> [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate\\_rock/mcs-2011-phosp.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/mcs-2011-phosp.pdf).

<sup>12</sup> Angepasst von einer Präsentation von Blanco, 2011.

sonstige Akteure aber darauf vertrauen könnten, dass sie korrekte Daten erhalten. Von entscheidender Bedeutung wäre die Integration der für geologische Erhebungen zuständigen nationalen Organisationen.

Organische Phosphorquellen sind häufig schwere und voluminöse Materialien wie Dung oder Klärschlamm, die über große Entfernungen nicht ohne Weiteres zu befördern sind. Allerdings könnten die Bestände auf regionaler Ebene besser verteilt werden, und die Verfügbarkeit des Materials könnte unter quantitativen und unter qualitativen Aspekten verbessert werden. Diese Thematik wird in Abschnitt 4 näher behandelt.

## **2.2. Steigende Nachfrage nach Düngemitteln für die Ernährung der Welt**

Prognosen der FAO für die weltweite Nachfrage nach Düngemitteln zufolge wird der weltweite Einsatz von Düngemitteln weiter zunehmen. Die als Düngernährstoff verwendete Phosphatmenge wird bis 2015 voraussichtlich auf bis zu 43,8 Mio. t pro Jahr und bis 2030 auf 52,9 Mio. t ansteigen<sup>13</sup>. Diese Zahlen beruhen auf der Annahme, dass die unerwünschte Situation einer sehr geringen Düngemittelverwendung in einigen Entwicklungsländern, insbesondere in afrikanischen Ländern südlich der Sahara, aufrechterhalten wird. Der derzeitige weltweite Phosphorverbrauch liegt bei etwa 20 Mio. t pro Jahr. Die Nachfrage nach Phosphor für Futtermittel wird aufgrund der stark zunehmenden Tierhaltung voraussichtlich ebenfalls weiter steigen<sup>14</sup>.

Verschiedene Faktoren deuten darauf hin, dass die Nachfrage längerfristig weiter wachsen wird. Die Weltbevölkerung wird bis zum Jahr 2050 voraussichtlich auf mehr als neun Milliarden Menschen ansteigen. Aufgrund dieser Zahl sowie angesichts sich wandelnder Ernährungsgewohnheiten prognostiziert die FAO eine um 70 %<sup>15</sup> höhere Nachfrage nach Lebensmitteln, sofern sich die derzeitigen nicht nachhaltigen Entwicklungen fortsetzen. Entsprechend werden umfangreichere landwirtschaftlich genutzte Flächen benötigt, und/oder vorhandene landwirtschaftliche Flächen müssen intensiver bewirtschaftet werden. Dadurch wird die Nachfrage nach Düngemitteln zunehmen.

Die Steigerung der Nachfrage nach Düngemitteln wird auch durch die zunehmende weltweite Produktion von Biokraftstoffen verstärkt<sup>16</sup>. Bereits in den Jahren 2007/2008 wurde der Düngemiteleinsatz im Zusammenhang mit der Produktion von Biokraftstoffen auf 870 000 t Phosphat pro Jahr geschätzt<sup>17</sup>.

---

<sup>13</sup> *Forecasting Long-term Global Fertiliser Demand*, FAO, 2008.

<sup>14</sup> Prognosen für die Zunahme von Tierbeständen laut Rosegrant u. a., 2009.

<sup>15</sup> Neuere Bewertungen gehen eher in Richtung 60 % – siehe vorausschauende Studie der GFS zu NPK-Düngemitteln (2012).

<sup>16</sup> *The Impact of First-Generation Biofuels on the Depletion of the Global Phosphorus Reserve*, Hein und Leemans, 2012.

<sup>17</sup> *Medium Term Outlook for Global Fertilizer Demand, Supply and Trade 2008-2012*, Heffer und Prud'homme, 2008.

### 2.2.1. Weltweites Ungleichgewicht der Phosphorverwendung

Abb. 3: Weltkarte des ackerbaulichen P-Ungleichgewichts für das Jahr 2000<sup>18</sup>

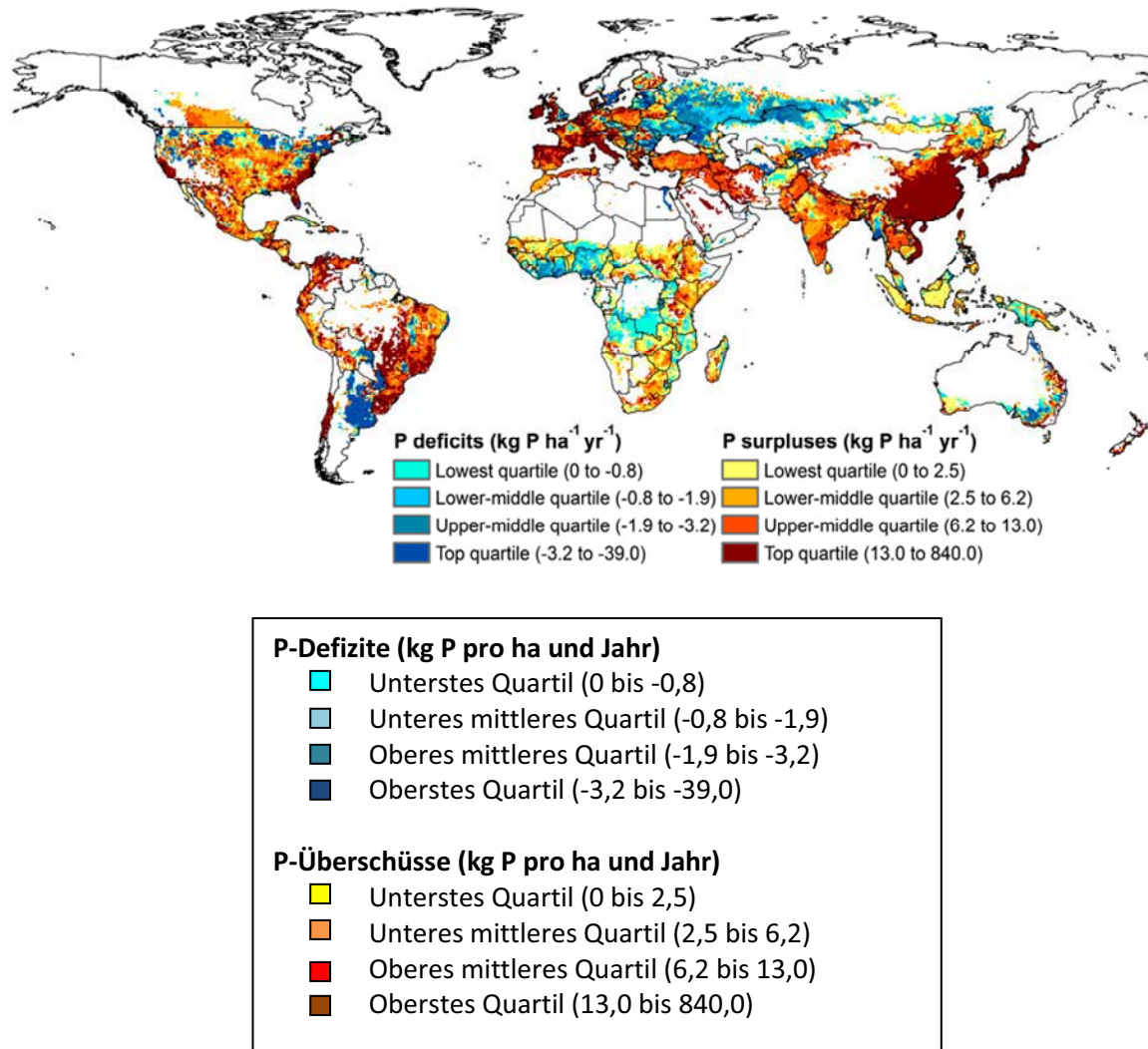


Abbildung 3 zeigt das Ergebnis einer Studie zur Berechnung der weltweiten Phosphorbilanz. Die Studie hat ergeben, dass in vielen Entwicklungsländern erhebliche Phosphordefizite bestehen<sup>19</sup>. Die ermittelten Werte liegen unter den Werten, die für die Aufrechterhaltung der langfristigen Bodenproduktivität und für die Erreichung der zukünftig benötigten verbesserten Anbauerträge erforderlich wären. Teilweise könnte dieser zusätzliche Bedarf durch die effizientere Nutzung lokaler organischer Quellen gedeckt werden. Zu einem erheblichen Teil ist dieser Bedarf wahrscheinlich jedoch nur durch Phosphatgestein zu decken. Da sich das Bevölkerungswachstum den Prognosen zufolge in den Entwicklungsländern vollzieht, wird der größte Bedarf für einen verstärkten Einsatz von Phosphatdüngemitteln in den Gebieten entstehen, die derzeit die geringsten Werte für den Boden-Phosphatgehalt aufweisen.

In gewissem Umfang wird die weltweite Zunahme des Bedarfs dadurch verlangsamt, dass in der Nähe von Regionen mit intensiver Tierhaltung weniger Phosphor eingesetzt werden muss, da dort die Böden aufgrund der Ausbringung überschüssiger Düngemengen derzeit mehr verfügbaren Phosphor enthalten als für den landwirtschaftlichen Anbau erforderlich (d. h. in Teilen der EU, der USA und Chinas). Dieser Rückgang der verwendeten Mengen kann durch

<sup>18</sup> *Agronomic P imbalances across the world's croplands*, Macdonald u. a., 2011.

<sup>19</sup> Siehe auch <http://www.africafertilizer.org/>.



wirtschaftliche Faktoren (da zusätzlicher Phosphor auf bereits gesättigten Flächen keine Vorteile für den Anbau erbringt) oder durch Umweltschutzvorschriften zur Bekämpfung der Wasserverschmutzung motiviert sein. Es ist jedoch zu beachten, dass die Nachfrage nach Phosphor für Futtermittel gleich bleibt, wenn die Tierhaltung in diesen Gebieten nicht reduziert wird.

### 2.3. Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage

Seit Beginn der industriellen Düngemittelproduktion wurde die kontinuierlich steigende Nachfrage nach Düngemitteln durchgehend durch den zunehmenden Abbau von Phosphatgestein gedeckt. Gelegentlich kam es aufgrund wichtiger geopolitischer Ereignisse zu kurzzeitigen Abweichungen vom allgemeinen Trend (insbesondere als der Zusammenbruch der Sowjetunion in den 1990er-Jahren zu einem vorübergehenden Rückgang der weltweiten Düngemittel-Nachfrage führte). Ansonsten war jedoch eine kontinuierliche Nachfragesteigerung zu verzeichnen.

#### 2.3.1. Preisanstieg 2008

Ab 2007/2008 stieg der Preis für Phosphatgestein in einem Zeitraum von 14 Monaten um mehr als 700 %. Im Jahr 2008 erhob China einen Ausfuhrzoll von 110-120 % auf Phosphatgestein, der später in mehreren Schritten auf 35 % gesenkt wurde. Dieser Zoll wird auch heute noch erhoben. Die weltweite operative Kapazität für Phosphorsäure erreichte nahezu den möglichen Maximalwert. Der hohe Preis weckte in der Presse sowie bei beteiligten Akteuren erhebliches Interesse. Dem Anstieg folgte ein Einbruch der Preise während der weltweiten Rezession. Seit Beginn des Jahres 2011 ziehen die Preise jedoch wieder an. Der Anstieg der Preise für Phosphatgestein wird grundsätzlich von Angebot und Nachfrage bestimmt und unter anderem durch die verstärkte Nachfrage nach Kulturpflanzen zur Gewinnung von Biokraftstoff beeinflusst. Außerdem spiegeln die Preise für Phosphatgestein die Lebensmittelpreise wider. In geringerem Umfang können die Phosphatpreise auch zu einem Anstieg der Lebensmittelpreise beitragen, wenngleich in bedeutend geringerem Maße als die Ölpreise.

#### 2.3.2. Die Frage des Phosphor-Fördermaximums und der Versorgungssicherheit

Auf der Grundlage der USGS-Statistiken – damals die einzige öffentlich verfügbare Quelle – prognostizierten verschiedene akademische und sonstige Kommentatoren, dass das Phosphor-Fördermaximum („*Peak Phosphorus*“), d. h. der Zeitpunkt, an dem die weltweite Abbaumenge von Phosphatgestein ihren Höchstwert erreicht und anschließend zurückgeht, mittelfristig<sup>20</sup> erreicht werden oder vielleicht sogar schon überschritten sein könnte<sup>21</sup>. Die USGS hat ihre Schätzungen der Reserven seitdem aktualisiert, so dass diese Berechnungen nicht mehr relevant sind. Zudem wird in Fachkreisen argumentiert, dass die Hubbert-Kurve<sup>22</sup> zur Ermittlung der Phosphorreserven grundsätzlich ungeeignet sei, insbesondere weil Phosphor wiederverwertet werden könne. Außerdem würden mit steigenden Preisen andere Quellen erschlossen, selbst wenn diese Quellen teilweise schwieriger zugänglich oder stärker verunreinigt seien.

Während das Phosphor-Fördermaximum aufgrund einer Erschöpfung der Phosphatgestein-Ressourcen für die kommenden Generationen wahrscheinlich kein Problem darstellen wird, sind die Aspekte der Versorgungssicherheit, die im Rahmen dieser Diskussion angesprochen

<sup>20</sup> *A rock and a hard place – peak phosphorus and the threat to our food security*, Soil Association, 2010.

<sup>21</sup> „*Peak P*“ *what it means for farmers*, Déry und Anderson, 2007.

<sup>22</sup> Eine **Hubbert-Kurve** ist eine Annäherung der Förderrate einer Ressource im Zeitverlauf, die erstmals für die Prognose des Ölfördermaximums („*Peak Oil*“) verwendet wurde und seitdem zur Abschätzung der Erschöpfung anderer Ressourcen eingesetzt wurde.

wurden, weiterhin relevant. Während neue Abbaugebiete und neue Technologien – insbesondere Ressourcen auf dem Meeresgrund – erschlossen und neue Reserven ermittelt werden, gehen andere Ressourcen zurück. Unter den gegenwärtigen technologischen und ökologischen Bedingungen sind Vorkommen in den USA möglicherweise nach spätestens etwa fünfzig Jahren ausgefördert. Über die mögliche Förderdauer in China ist nichts bekannt. In Anbetracht des enormen nationalen Bedarfs ist jedoch unwahrscheinlich, dass diese Quelle in der Zukunft in erheblichen Mengen für Ausfuhren zur Verfügung steht.

### 2.3.3. Rohstoffinitiative

2010 untersuchte eine Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission 41 Rohstoffe, um zu ermitteln, welche Stoffe für die EU von entscheidender Bedeutung sind. Nachdem die Arbeitsgruppe die einzelnen Rohstoffe hinsichtlich ihrer Wichtigkeit für die Wirtschaft sowie bezüglich des Versorgungsrisikos und der Umweltauswirkungen bewertet hatte, nahm die Kommission eine Liste von 14 Rohstoffen an, die als kritisch eingestuft wurden. Diese Bewertung wird 2013 erneut durchgeführt. In diesem Zusammenhang wird auch Phosphatgestein als Rohstoff berücksichtigt.

### 2.3.4. Qualität der Phosphatgestein-Reserven

Mehr als der Umfang und die Lage der Reserven gibt der Schwermetallgehalt der verbleibenden Phosphorlagerstätten Anlass zur Besorgnis. Rohphosphat ist generell zu einem gewissen Grad durch giftiges Cadmium verunreinigt. Das in Finnland, Russland und Südamerika abgebaute Phosphatgestein ist magmatisch und weist sehr geringe Cadmiumwerte auf (zum Teil unter 10 mg Cadmium/kg  $P_2O_5$ ). Das in Nord- und Westafrika und im Nahen Osten vorkommende Phosphatgestein hingegen weist als Sedimentgestein allgemein deutlich höhere Cadmiumwerte auf – im Extremfall mehr als 60 mg Cadmium/kg  $P_2O_5$ . Da die Bodenkontamination durch Cadmium aus Düngemitteln eingedämmt werden muss (Abschnitt 3.3), werden die Kosten für die Herstellung von Düngemitteln, die die Bodenschutzstandards erfüllen, nach Ausschöpfung der reineren Vorkommen voraussichtlich steigen, oder die höheren Standards in der EU werden dazu führen, dass Phosphat-Rohstoffe mit höherem Cadmiumgehalt in anderen Ländern verkauft werden. Bei ineffizienter Nutzung reiner Reserven werden wir diesen Punkt schneller erreichen, sofern keine wirtschaftlich tragfähigen Technologien für die Abscheidung von Cadmium<sup>23</sup> entwickelt werden.

**F1: Sind Sie der Auffassung, dass angesichts der geografischen Verteilung von Phosphatgestein Anlass zur Sorge in Bezug auf die Versorgungssicherheit in der EU besteht? Wenn ja: Was sollte getan werden, um dieses Problem gemeinsam mit den Förderländern zu bewältigen?**

**F2: Ist die Situation in Bezug auf Angebot und Nachfrage in diesem Dokument korrekt beschrieben? Wie könnte die EU die Versorgungsrisiken beispielsweise durch die Förderung des nachhaltigen Abbaus oder den Einsatz neuer Abbautechniken abschwächen?**

**F3: Sind Sie der Ansicht, dass die Informationen über das weltweite Angebot und die weltweite Nachfrage für Phosphatgestein und Düngemittel ausreichend verfügbar, transparent und zuverlässig sind? Wenn nicht: Was wäre der beste Weg, um transparentere und zuverlässigere Informationen auf europäischer und weltweiter Ebene zu erhalten?**

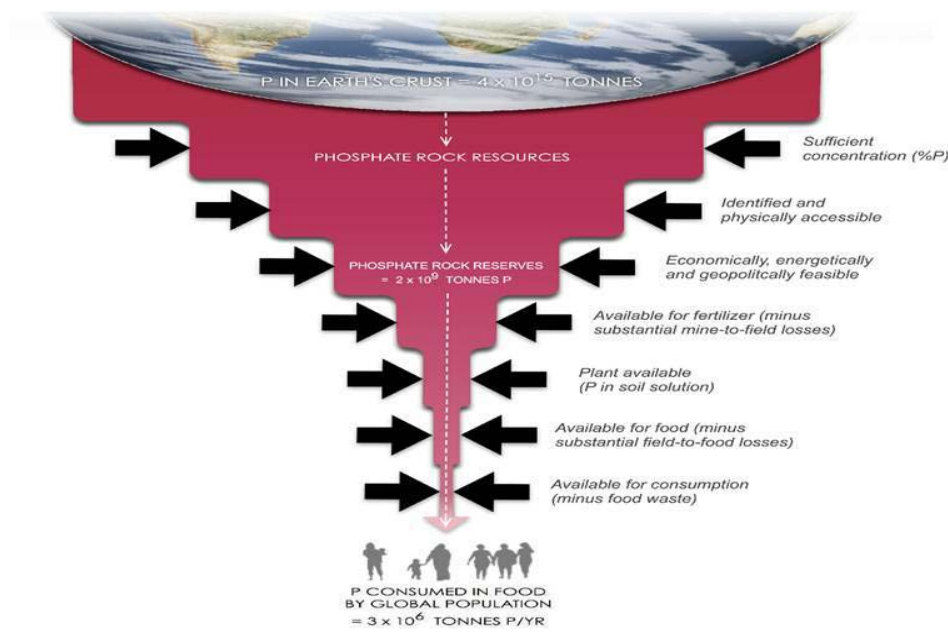
---

<sup>23</sup> Entfernung von Cadmium aus dem verarbeiteten Produkt.

### 3. UMWELTAUSWIRKUNGEN IM GESAMTEN PHOSPHORKREISLAUF

Die nachhaltige Verwendung von Phosphor geht über die Aspekte hinaus, die nur dieses eine Element betreffen. Wenn Phosphor verschwendet wird, werden auch Energie, Wasser und sonstige Ressourcen verschwendet, die im Rahmen des Produktionskreislaufs erforderlich sind. Zudem kann Phosphor, der in Gewässer gelangt, eigene Umweltprobleme verursachen, insbesondere in Form von Eutrophierung. Abbildung 4 veranschaulicht das Ausmaß der Ineffizienz entlang der Phosphorkette:

**Abb. 4: Verluste entlang der Phosphorkette**<sup>24</sup>



<p>P in Erdkruste = <math>4 \times 10^{15}</math> Tonnen</p> <p>Phosphatgestein-Ressourcen</p> <p>Phosphatgestein-Reserven = <math>2 \times 10^9</math> Tonnen P</p> <p>Ausreichende Konzentration (% P)</p> <p>Ermittelt und physisch zugänglich</p> <p>Wirtschaftlich, energetisch und geopolitisch realisierbar</p> <p>Verfügbar für Düngemittel (abzüglich erheblicher Verluste zwischen Abbau und Ausbringung)</p> <p>Für Pflanzen verfügbar (P in Bodenlösung)</p> <p>Verfügbar für Lebensmittel (abzüglich erheblicher Verluste zwischen Ausbringung und Lebensmittel)</p> <p>Verfügbar für Verzehr (abzüglich Lebensmittelabfällen)</p>
---

#### 3.1. Abbau, Verarbeitung und Umwandlung in Düngemittel oder Futtermittel

Phosphor wird heute in erster Linie im Tagebau gewonnen. Diese Art des Abbaus ist mit einem großen **Flächenverbrauch**<sup>25</sup> verbunden. Neben den eigentlichen Abbauflächen werden weitere Flächen für Bergehalden und Lehm-Absetzbecken benötigt. Die Gesamtmengen der erzeugten festen **Abfälle** können hoch sein, unterscheiden sich je nach Anlage aber

<sup>24</sup> *Sustainable use of phosphorus*, Cordell u. a., 2010 – Zahlen vom Stand des Veröffentlichungsdatums.

<sup>25</sup> Der Phosphatabbau in Florida erfordert jährlich eine Abbaufäche von etwa 5000-6000 Acres [ca. 2000-2400 ha]; dabei werden 9000 US-Tonnen pro Acre Abbaufäche gewonnen.

beträchtlich. In einer Studie wurde ermittelt, dass pro Tonne Phosphorsäure 9,5 t Phosphaterz benötigt werden und 21,8 t verschiedene Abfälle sowie 6,5 t Bergematerial anfallen<sup>26</sup>.

In Anlagen zur Herstellung von Phosphorsäure fallen ferner große Mengen an Phosphorgips als **Nebenprodukt** an. Phosphorgips wird in einigen Ländern aufgrund von Regelungen des zulässigen Radioaktivitätsniveaus oder wegen der besseren Wettbewerbsfähigkeit der Alternativen (Naturgips und REA-Gips) auf großen Halden gelagert. In einigen wenigen Ländern wie Brasilien und China wird er jedoch zunehmend im Baugewerbe oder in der Landwirtschaft verwendet<sup>27</sup>.

Beim Abbau und bei der Verarbeitung von Phosphatgestein werden auch große **Wassermengen** verbraucht. Obwohl moderne Abbauanlagen bis zu 95 % des verwendeten Wassers wiederverwenden können, wird dieses Effizienzniveau bei Weitem nicht in allen Anlagen erreicht. Außerdem kann stark säurehaltiges Prozesswasser austreten und versickern, insbesondere aus Lachen auf den Phosphorgips-Halden. Dies kann zur Kontamination aquatischer Ökosysteme führen. Da Phosphatvorkommen häufig in wasserarmen Regionen liegen, kann die Wasserversorgung einen erheblichen einschränkenden Faktor für die Entwicklung des Phosphatabbaus darstellen.

Der Abbauprozess ist auch **energieintensiv**. Die einzigen vorliegenden umfassenden Erhebungen über den Energieverbrauch der Branche sind inzwischen stark veraltet; in diesen Erhebungen wird der Primärenergiebedarf pro Tonne des Endprodukts mit 2,4 GJ beziffert. Dieser Betrag ist zu verdoppeln, wenn die Beförderung nach Europa berücksichtigt wird<sup>28</sup>. Der Energiebedarf, der ohnehin für verschiedene Abbauanlagen unterschiedlich ist, wurde durch kürzlich erreichte Effizienzsteigerungen wahrscheinlich verringert. Jedes Jahr werden Millionen von Tonnen Gestein und Düngemittel weltweit befördert, mit allen damit verbundenen ökologischen Beförderungskosten.

### 3.2. Wasserverschmutzung durch Landwirtschaft und Abwässer

Überschüssiger Phosphor, in erster Linie aus intensiver Landwirtschaft und intensivem Gartenbau, ist eine wichtige Ursache für die Eutrophierung von Seen und Flüssen. Unkontrollierte oder unzureichend kontrollierte mit Fäkalien belastete Haushaltsabwässer oder sonstige Verwendungen von Wasser in privaten Haushalten sowie industriebedingte Verschmutzungen tragen wesentlich zu dieser Problematik bei. Mineralische Düngemittel sind seltener die Ursache der regionalen Unausgewogenheiten, die für diese Problematik symptomatisch sind; in einigen Regionen können sie jedoch dazu beitragen.

Durch die **Bodenerosion** können erhebliche Mengen bodengebundenen Phosphors in **Oberflächengewässer** eingetragen werden. In einem vor Kurzem von der GFS erstellten Modell für **Bodenerosion** durch Wasser wird die in den 27 EU-Mitgliedstaaten betroffene Fläche auf 1,3 Mio. km<sup>2</sup> geschätzt<sup>29</sup>. Annähernd 20 % dieser betroffenen Fläche unterliegen einem Bodenverlust von 10 Tonnen pro Hektar und Jahr. Ablaufwasser von kürzlich ausgebrachtem Düngemittel oder Dung kann zusätzlich zur Wasserverschmutzung beitragen. Die Anreicherung von Böden mit sehr hohen Phosphatmengen beeinträchtigt das Wachstum von Kulturpflanzen generell nicht, kann jedoch die biologische Vielfalt von Pflanzen in natürlichen Ökosystemen schädigen. Gleichzeitig wird durch den verstärkten Übergang von

<sup>26</sup> *Global phosphorus flows in the industrial economy from a production perspective*, Villalba u. a., 2008.

<sup>27</sup> Es ist zu beachten, dass Phosphorgestein je nach geologischen Bedingungen des Abbaugebiets sehr unterschiedliche natürliche Radioaktivität aufweisen kann.

<sup>28</sup> *Materials flow and energy required for the production of selected mineral commodities*, Kippenberger, 2001 (die Angaben zum Energiebedarf stammen jedoch aus dem Jahr 1994).

<sup>29</sup> Die Umsetzung der Thematischen Strategie für den Bodenschutz und laufende Maßnahmen, COM(2012) 46 final.

Phosphaten in nahegelegene Gewässer auch dort das biologische Gleichgewicht gestört. Zu den indirekten Verlusten kommt hinzu, dass in einigen Teilen der Welt nach wie vor Flüssigmist direkt in Wasserläufe oder in das Abwassersystem eingeleitet wird. Dies trägt zur Verschmutzung aus städtischen Abwässern bei. Während Phosphate in Gebieten mit sandigen Böden oder vegetationslosen Gefällen in erster Linie durch Bodenerosion in Gewässer gelangen, kann ein Versickern in Oberflächengewässer in gesättigten Gebieten ebenfalls ein wichtiger Faktor sein.

Im Bericht SOER 2010<sup>30</sup> werden die landwirtschaftlichen Emissionen von Phosphor in Süßwasser in vielen Teilen Europas auf über 0,1 kg Phosphor pro Hektar und Jahr beziffert. In bestimmten Gebieten werden jedoch Werte über 1,0 kg P pro Hektar und Jahr erreicht. Infolgedessen weisen verschiedene Meeres- und Küstengewässer in der EU hohe oder sehr hohe Phosphorwerte auf. Vorläufige Ergebnisse der Bewertung von Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete<sup>31</sup> zeigen, dass die Landwirtschaft in 82 % der Einzugsgebiete zu einer erheblichen Phosphorbelastung von Wasserläufen führt. In einigen Studien<sup>32</sup> wird argumentiert, dass wir die Grenzen für die Süßwasserverschmutzung durch Phosphor für unseren Planeten bereits überschritten haben.

Die Verluste von Phosphor und anderen Nährstoffen auf diesen Wegen sowie durch Abwasserverschmutzung können zu einem verstärkten Wachstum von Pflanzen und Algen führen. Daraus resultiert eine **Eutrophierung**, die wiederum die Balance zwischen dem Wachstum und dem Verbrauch von Pflanzen und Algen beeinträchtigt. Dies wirkt sich nachteilig auf die Artenvielfalt und die Eignung des Wassers als Trinkwasser für den Menschen aus. Außerdem kann es zu starken Algenblüten kommen. Aufgrund der Blüte der teilweise schädlichen Algenarten sterben Fische und andere Meerestiere, und infolge der Zersetzung der Algen kann es zu Vergiftungen von Menschen und Tieren durch Schwefelwasserstoff-Emissionen kommen. Selbst wenn die eigentliche Quelle der Verschmutzung beseitigt wurde, dauern entsprechende Probleme noch Jahre an, da der in den Sedimenten abgelagerte Phosphor immer wieder aufgewirbelt wird und der Eutrophierungsprozess sich somit wiederholt.

### 3.3. Bodenkontamination

**Cadmium** ist derzeit der besorgniserregendste Schadstoff in Phosphatdüngemitteln (sofern es nicht durch Abscheidetechnologien entfernt wird); andere Schwermetalle sind aber möglicherweise ebenfalls zu berücksichtigen. Einmal in den Boden gelangtes Cadmium kann nicht mehr ohne Weiteres entfernt werden. Das Metall kann von Pflanzen aufgenommen werden und sich in Pflanzen ansammeln. Bestimmte Pflanzen (Sonnenblumen, Raps, Tabak usw.) neigen zu einer Anreicherung größerer Cadmiummengen.

2002 ersuchte die Kommission um eine Stellungnahme<sup>33</sup> des Wissenschaftlichen Ausschusses Toxizität, Ökotoxizität und Umwelt (SCTEE) zur Wahrscheinlichkeit einer durch die Verwendung von Phosphatdüngemitteln verursachten Anreicherung von Cadmium in Böden. Auf Grundlage von Studien zur Risikobewertung, die von acht EU-Mitgliedstaaten (und Norwegen) durchgeführt worden waren, und weiteren Analysen schätzte der SCTEE, dass Phosphatdüngemittel mit einem Cadmiumgehalt von 60 mg pro kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oder mehr voraussichtlich zu einer Anreicherung von Cadmium in den meisten Böden in der EU führen würden, während Phosphatdüngemittel mit einem Cadmiumgehalt von 20 mg pro kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oder weniger voraussichtlich über einen Zeitraum von 100 Jahren keine langfristige

<sup>30</sup> Die Umwelt Europas – Zustand und Ausblick 2010: <http://www.eea.europa.eu/soer>.

<sup>31</sup> Auf der Grundlage von 38 Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete.

<sup>32</sup> *Reconsideration of the planetary boundaries for phosphorus*, Carpenter und Bennett 2011.

<sup>33</sup> [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/sct/documents/out162\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out162_en.pdf).

Anreicherung im Boden bewirken, wenn keine weiteren Cadmiumeinträge hinzukommen. Einige Böden weisen hohe natürliche Cadmiumwerte auf; daher ist in solchen Gebieten ein vorsichtigerer Ansatz erforderlich.

In Bezug auf die gesundheitlichen Auswirkungen wurde im Dezember 2007 der EU-Bericht zur Risikobewertung<sup>34</sup> über Cadmium und Cadmiumoxid veröffentlicht. Diesem Bericht zufolge besteht das größte Risiko in Bezug auf Cadmium in Nierenschäden durch die Aufnahme von Lebensmitteln und durch Rauchen. In der Risikobegrenzungsstrategie für Cadmium und Cadmiumoxid wurden Empfehlungen für Maßnahmen zur Verringerung des Cadmiumgehalts in Lebensmitteln, Tabakmischungen und Phosphatdüngemitteln unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bedingungen in der EU ausgesprochen<sup>35</sup>. Diese Empfehlungen wurden zunächst aufgrund der Risikobewertungen zu Cadmium in Lebensmitteln bekräftigt, die die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) in den Jahren 2009<sup>36</sup> und 2011<sup>37</sup> durchführte, und dann nochmals in den Schlussfolgerungen des gemeinsamen FAO/WHO-Sachverständigenausschusses für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA)<sup>38</sup> im Jahr 2010 bestätigt. Die Vorbereitungsarbeiten für die meisten dieser Maßnahmen sind bisher noch nicht abgeschlossen; es wurden jedoch Risikomanagement-Entscheidungen auf der Grundlage der Rückstandshöchstmengen in Futtermitteln und Lebensmitteln getroffen.

In Gebieten mit sandigen Böden in Deutschland wurde von einer Boden- und Grundwasserkontamination durch **Uran** berichtet – in erster Linie durch die natürliche Hintergrundbelastung, aber möglicherweise verstärkt durch das Vorkommen von Uran in Phosphatdüngemitteln<sup>39</sup>. In einigen Fällen hat dies Auswirkungen auf die Trinkwasseraufbereitung. Diese Kontamination könnte zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen erfordern und zusätzliche Kosten in den Bereichen Trinkwasser und landwirtschaftliche Produktion verursachen.

#### **F4: Wie sollten wir in der EU mit dem Risiko der Bodenkontamination im Zusammenhang mit der Phosphorverwendung umgehen?**

#### **4. POTENZIAL UND HINDERNISSE FÜR EINE EFFIZIENTERE NUTZUNG VON PHOSPHOR**

Die durchgeführten Materialflussanalysen und Forschungsarbeiten zeigen, dass es einige kritische Punkte im Kreislauf der Phosphorverwendung gibt, an denen derzeit erhebliche Phosphormengen verloren gehen. Allerdings sind auch Verfahren verfügbar, mit denen Phosphor zurückgewonnen oder die Effizienz der Phosphornutzung verbessert werden kann<sup>40</sup>. Als die Preise für Phosphatgestein und für die daraus erzeugten Produkte im Jahr 2008 einen Höchststand erreichten, wurde eine Reihe neuer alternativer Quellen für wiederverwerteten Phosphor wirtschaftlich interessant. Seitdem haben sich die Preise auf einem neuen Niveau von 200 USD pro Tonne eingependelt. Viele der früheren Analysen der Kosteneffizienz der Phosphorwiederverwertung stammen aus der Zeit vor dem Anstieg der Preise für

---

<sup>34</sup> [http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/risk\\_assessment/REPORT/cdmetalreport303.pdf](http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/risk_assessment/REPORT/cdmetalreport303.pdf).

<sup>35</sup> ABl. C 149 vom 14.6.2008, S. 6.

<sup>36</sup> EFSA Journal (2009) 980, 1-139; <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/980.htm>.

<sup>37</sup> EFSA Journal (2011); 9(2):1975; <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/1975.htm>.

<sup>38</sup> WHO Food Additives Series 64, 73. Sitzung des gemeinsamen FAO/WHO-Sachverständigenausschusses für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA), Weltgesundheitsorganisation (WHO), Genf, 2011.

<sup>39</sup> *Rock phosphates and P fertilizers as sources of U contamination in agricultural soils*, Kratz und Schnug, 2006.

<sup>40</sup> Einige dieser Technologien werden unter der Adresse <http://www.phosphorus-recovery.tu-darmstadt.de> beschrieben.

Phosphatgestein und sind daher inzwischen veraltet. Zudem sinken die Kosten mit der Verbesserung der Verarbeitungstechnologien für die Quellen mit dem größten Verwertungspotenzial und mit der Entstehung von Kostenvorteilen durch Skaleneffekte. Neben den preislichen Aspekten liegt der wichtigste wirtschaftliche Vorteil der Verwendung von wiederverwertetem Phosphor in der Robustheit des Angebots (gleichmäßiger Bezug des Materials aus lokalen Quellen und Unabhängigkeit von den Preisschwankungen bei Phosphatgestein).

Modellierungen in Bezug auf die Ressourceneffizienz lassen darauf schließen, dass die weltweite Zunahme des Einsatzes von Phosphordüngemitteln aus Primärquellen bis zum Jahr 2050 auf 11 % beschränkt sein könnte (gegenüber einem Anteil von 40 % bei unverändertem Szenario).<sup>41</sup> Wirtschaftlichen Modellen der Situation in den Vereinigten Staaten zufolge würde Phosphor aus wiederverwerteten Quellen auf ausgedehnten Ackerflächen verwendet, wenn die Preise für mineralische Düngemittel steigen und die Besteuerung so angepasst würden, dass die externen Effekte einer übermäßigen Phosphorverwendung zumindest teilweise abgedeckt wären<sup>42</sup>. Die Arbeiten, die im Rahmen der vorausschauenden Studie der GFS zu NPK-Düngemitteln durchgeführt wurden, haben zur Erweiterung des Kenntnisstands über voraussichtliche Entwicklungen beigetragen<sup>43</sup>.

Abbildung 5 zeigt eine Analyse der Materialflüsse und Verluste auf weltweiter Ebene. Die Situation in der EU ist in verschiedener Hinsicht deutlich anders gelagert, insbesondere in Bezug auf Verluste beim Anbau und nach der Ernte. Andere weltweite, nationale und regionale Analysen können sich erheblich von dieser Analyse unterscheiden, und einige der berichteten Verluste sind strittig. Derzeit werden akademische Arbeiten zur Verbesserung dieser weltweiten Bestandsaufnahme durchgeführt.

---

<sup>41</sup> *EU Resource Efficiency Perspectives in a Global Context*, PBL, 2011.

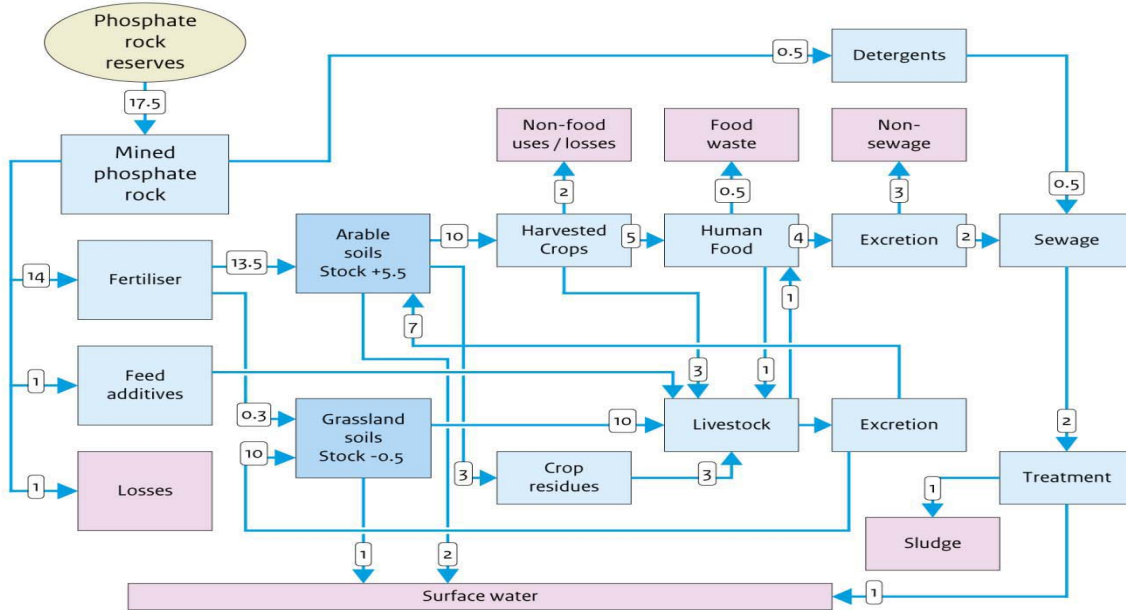
<sup>42</sup> Shakhramanyan u. a., Arbeitsdokument, 2012.

<sup>43</sup> [http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/eusoils\\_docs/other/EUR25327.pdf](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eusoils_docs/other/EUR25327.pdf).

**Abb. 5: Weltweite Phosphorflüsse durch Landwirtschafts-, Lebensmittel- und Abwassersysteme (Zahlen gerundet)<sup>44</sup>**

**Global phosphorus flows, 2000**

million tonnes P per year



Weltweite Phosphorflüsse, 2000
Mio. Tonnen P pro Jahr
Phosphatgestein-Reserve
Abgebautes Phosphatgestein
Düngemittel
Futtermittelzusatzstoffe
Verluste
Ackerböden
Bestand +5,5
Grünlandböden
Bestand -0,5
Detergenzien
Nicht-Lebensmittel-
Verwendungen/Verluste
Lebensmittelabfälle
Nicht über Abwassersystem
Erntegut
Lebensmittel
Ausscheidungen
Abwasser
Ernterückstände
Tiere
Ausscheidungen
Aufbereitung
Klärschlamm
Oberflächenwasser

<sup>44</sup> Global phosphorus flows through the agricultural, food and sewage systems, Van Vuuren u. a. (2010).



**F5: Welche Technologien bieten insgesamt das größte Potenzial für die Verbesserung der nachhaltigen Verwendung von Phosphor? Wie gestalten sich Kosten und Nutzen?**

**F6: Welche weiterführenden Forschungsarbeiten und Innovationen im Bereich der nachhaltigen Verwendung von Phosphor sollte die EU fördern?**

#### **4.1. Effizientere Gewinnung, Verarbeitung und industrielle Verwendung**

Wissenschaftliche Untersuchungen der Effizienz des Phosphatabbaus haben gezeigt, dass bis zu einem Drittel des gesamten Gesteins während der Abbau-, Verarbeitungs- und Aufbereitungsabläufe<sup>45</sup> und weitere 10 % bei Transport und Umschlag<sup>46</sup> verloren gehen können. Nach den Preissteigerungen haben kürzlich getätigte Investitionen jedoch in einigen Abbauanlagen zu einer erheblich verbesserten Effizienz geführt. Es werden zahlreiche technologische Innovationen eingesetzt oder entwickelt, die eine Verschwendung des Produkts oder des Nebenprodukts vermeiden, ein reineres Produkt ergeben oder Energie, Wasser oder chemische Stoffe einsparen. Höhere Preise und die Erschöpfung der optimalen Vorkommen sind die wahrscheinlichsten Antriebsfaktoren für solche Verbesserungen, aber auch die Verbrauchsanforderungen der EU (insbesondere in Bezug auf die Dekontamination) können eine Rolle spielen. Arbeiten zur Verbesserung der Düngemittelsicherheit und der Transparenz der Inhaltsstoffe von Düngemitteln durch Kennzeichnung werden auch fortgesetzt, insbesondere im Rahmen der Überarbeitung der Düngemittelverordnung. Die vor Kurzem angenommene überarbeitete Fassung der Detergenzienverordnung, die die Verwendung von Phosphaten und anderen Phosphorverbindungen in Haushaltswaschmitteln und -maschinengeschirrspülmitteln begrenzt, wird ebenfalls zum Rückgang weniger wichtiger Verwendungen und zur Begrenzung des Phosphoreintrags aus Wasch- und Reinigungsmitteln beitragen.

#### **4.2. Effizientere Nutzung und Erhaltung in der Landwirtschaft**

Für einen effizienten Anbau von Kulturpflanzen muss die Menge des im Boden vorhandenen pflanzenverfügbaren Phosphors den Bedarf der Pflanzen während ihrer gesamten Entwicklung decken (kritisches Niveau). Dieser Bedarf sollte aber nicht überschritten werden<sup>47</sup>. In der EU haben verschiedene Initiativen bereits zu einer effizienteren Phosphornutzung und zu Senkungen der Phosphorverluste in der Landwirtschaft geführt. Diese Initiativen umfassen die Regeln der guten fachlichen Praxis und die Aktionsprogramme im Rahmen der Nitratrichtlinie<sup>48</sup> sowie Agrarumweltprogramme im Rahmen der Politik zur Entwicklung des ländlichen Raums. Das verstärkte Interesse am Bodenschutz, das durch die Thematische Strategie für den Bodenschutz gefördert wird, sowie die Bodenkomponente der Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ)<sup>49</sup> im Rahmen der Cross-Compliance der Gemeinsamen Agrarpolitik tragen zu einer verbesserten Bodenbewirtschaftung und zu einer Abschwächung des Rückgangs und der Erosion organischer Substanzen bei, die beide eine Rolle bei den Phosphorverlusten spielen. Es besteht jedoch noch ein erheblicher Verbesserungsbedarf bei der Verwendung von Phosphor

---

<sup>45</sup> Kippenberger 2001.

<sup>46</sup> *Phosphate rock*, Lauriente 2003.

<sup>47</sup> *Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use*, Syers, u. a., 2008.

<sup>48</sup> Richtlinie 91/676/EWG des Rates zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen.

<sup>49</sup> Der Begriff GLÖZ (guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand) bezeichnet eine Reihe von Standards, die gewährleisten sollen, dass alle landwirtschaftlichen Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand erhalten werden, und bildet einen Teil des Cross-Compliance-Systems.

und der Effizienz auf Betriebsebene<sup>50</sup>. Dies gilt u. a. für Verfahren der „Präzisionslandwirtschaft“ wie Gülleinjektion und Einbeziehung anorganischer Düngemittel. Außerdem muss durch Tests des Phosphor- und Dunggehalts der Böden sichergestellt werden, dass die richtige Menge an Düngemitteln am richtigen Ort und zur richtigen Zeit eingesetzt wird, um so den Phosphorgehalt auf das benötigte Niveau anzuheben. Größere Anstrengungen zur Verringerung der wind- und wasserbedingten Erosion sowie eine verstärkte Fruchtfolge würden generell dazu beitragen, die Verluste des Bodens und des darin enthaltenen Phosphors zu senken. Die Verwendung von Düngemitteln im Gartenbau kann ebenfalls verbessert werden, insbesondere durch geschlossene Systeme.

Einige neue Technologien, die bereits auf dem Markt sind oder gerade eingeführt werden, könnten die Effizienz von Düngemitteln erhöhen, insbesondere durch Verfahren auf Enzymbasis, wie z. B. Innovationen für eine verbesserte Wurzelentwicklung und den Einsatz mikrobiologischer Impfstoffe, die sämtlich darauf ausgelegt sind, die Effizienz der Phosphoraufnahme durch die Pflanzen zu verbessern.

Verfahren zur Verbesserung der Phosphoreffizienz bei der Tierhaltung sind inzwischen weiter verbreitet. Insbesondere wird der Phosphorgehalt in Futtermitteln an den Bedarf in den verschiedenen Lebensabschnitten der Tiere angepasst („Phasenfütterung“), und Futtermitteln für monogastrische Tiere wird ein Phytase-Enzym zugesetzt. Diese Ansätze tragen zu einer Senkung des Phosphorgehalts von Futtermitteln bei, weil die Tiere den Phosphor effizienter verarbeiten können. Diese Ansätze sind jedoch noch nicht vollständig umgesetzt. In der EU werden ständig neue Phytase-Enzyme als Futtermittelzusätze zugelassen.

Die Kosten und die praktische Anwendung sind die wichtigsten Hindernisse für eine allgemeinere Einführung dieser Technologien. Während die Verwendung von Phytase-Enzymen bereits weit verbreitet ist, müssen andere Technologien noch eingehend untersucht werden (u. a. durch spezielle Feldversuche), bevor sie als Standard betrachtet werden können.

In dieser Hinsicht könnten das Forschungsrahmenprogramm für 2014–2020 und die bevorstehende Europäische Innovationspartnerschaft für landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle bei der Entwicklung neuer Lösungen für eine effizientere Nutzung und Erhaltung von Phosphor in der Landwirtschaft spielen.

**F7: Sind Sie der Ansicht, dass die verfügbaren Informationen über die Effizienz der Phosphornutzung und die Nutzung wiederverwerteten Phosphors in der Landwirtschaft angemessen sind? Wenn nicht: Welche weiteren statistischen Informationen könnten erforderlich sein?**

**F8: Wie könnte die europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ zu einer Verbesserung der nachhaltigen Verwendung von Phosphor beitragen?**

#### 4.2.1. *Bessere Nutzung von Dung*

In den letzten zehn Jahren war die Durchführung der Nitratrictlinie ein Antriebsfaktor für eine stark verbesserte Düngewirtschaft. Es besteht ein verstärktes Interesse an der Verarbeitung von Dung und an der Umwandlung der phosphorreichen festen Bestandteile des verarbeiteten Dungs in ein Produkt, das auch außerhalb des Erzeugungsgebiets (wo die Felder häufig bereits mit Nährstoffen gesättigt sind) verkauft werden kann. Obwohl Gülle im Ausgangszustand einen Wassergehalt von etwa 95 % hat, kann das Volumen der festen Bestandteile auf etwa 30 % der ursprünglichen Gülle reduziert werden. Der Ausfuhr des

---

<sup>50</sup> *Improved phosphorus use efficiency in agriculture: A key requirement for its sustainable use*, Schroder u. a., 2011.

verarbeiteten Dungs stehen jedoch nach wie vor verschiedene Hindernisse entgegen (beispielsweise die Transport- und die Energiekosten). Die Akzeptanz durch die Empfängerbetriebe ist ebenfalls noch problematisch.

In 15 von 22 Mitgliedstaaten<sup>51</sup> bildet wiederverwerteter Phosphor in verarbeitetem Dung bereits die Hauptversorgungsquelle für Phosphor auf landwirtschaftlichen Flächen. In den anderen Mitgliedstaaten und in vielen Regionen in der EU werden die Möglichkeiten für eine umfassendere Verarbeitung von Dung und das Potenzial zur Verwendung von Dung anstelle von mineralischen Düngemitteln noch nicht voll ausgeschöpft.

**F9: Was könnte getan werden, um eine bessere Düngewirtschaft und eine verstärkte Verarbeitung von Dung in Gebieten mit Überversorgung sicherzustellen und eine stärkere Nutzung von verarbeitetem Dung außerhalb dieser Gebiete zu fördern?**

#### **4.3. Potenzieller Nutzen durch Vermeidung und Verwertung von Lebensmittelabfällen**

Jede Reduzierung der Menge an Lebensmittelabfällen in den Phasen der Erzeugung und des Verbrauchs würde die Notwendigkeit für die Einbringung neuen Phosphors mineralischer Herkunft in das System verringern. Über die Lebensmittelverschwendung liegen umfassende Studien vor. Jeder Mensch in der EU verschwendet durchschnittlich 180 kg Lebensmittel im Jahr<sup>52</sup>. Wie wir Lebensmittel erzeugen und verbrauchen, wie und in welcher Menge wir Lebensmittel verzehren, und in welchem Umfang wir Lebensmittel verschwenden, wirkt sich erheblich auf die nachhaltige Verwendung von Phosphor aus. Entsprechend großes Verbesserungspotenzial besteht in dieser Hinsicht. Dieses Thema wird in einer Mitteilung über nachhaltige Lebensmittel näher untersucht, die 2013 angenommen werden soll. Dies wurde im Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa angekündigt. Dort wurde das Ziel festgelegt, die Entsorgung von genusstauglichen Lebensmittelabfällen in der EU bis 2020 zu halbieren.

Neben der Vermeidung der Lebensmittelverschwendung ist auch eine bessere Nutzung der erzeugten Lebensmittelabfälle von Bedeutung. Heute werden große Mengen von Lebensmittelabfällen und anderen biologisch abbaubaren Abfällen verbrannt, und der in der Asche enthaltene Phosphor wird häufig nicht wiederverwertet. Außerdem werden erhebliche Phosphormengen auf Abfalldeponien entsorgt und gehen so verloren. Die Deponierichtlinie<sup>53</sup> sieht vor, dass die Mitgliedstaaten bis 2016 schrittweise die Deponierung biologisch abbaubarer Siedlungsabfälle auf 35 % der im Jahr 1995 erzeugten gesamten Menge solcher Abfälle reduzieren. Die Richtlinie hat zu einer sehr beträchtlichen Erhöhung der Wiederverwertung von Bioabfällen zur Erzeugung von Biogas und Nährstoffen für die Bodenverbesserung und die Landwirtschaft geführt, leitet die rückgewonnene Ressource jedoch nicht immer der hochwertigsten Verwendung zu.

Bei einer Verwendung biologisch abbaubarer Abfälle in Form von Kompost, Gärresten oder Asche aus Grünabfällen oder Küchenabfällen würden neben anderen Nährstoffen auch erhebliche Mengen an Phosphor wiederverwertet. Die praktische Einführung dieses Abfallstroms wird derzeit durch die in der EU stark fragmentierten Ansätze in Bezug auf eine angemessene Verwendung und hinsichtlich angemessener Qualitätsstandards für biologisch abbaubare Abfälle verhindert. Derzeit werden auf EU-Ebene Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft entwickelt, in denen definiert ist, ab wann biologisch abbaubare Abfälle nicht mehr unter die Definition von „Abfall“ fallen. Diese Kriterien werden zur Beseitigung

<sup>51</sup> Für Zypern, Luxemburg, Bulgarien, Rumänien und Malta sind keine Daten verfügbar.

<sup>52</sup> EU-Sondierungsstudie über Lebensmittelverschwendung in den 27 EU-Mitgliedstaaten; BIO IS, Oktober 2010.

<sup>53</sup> Richtlinie 1999/31/EG des Rates über Abfalldeponien.

rechtlicher Hindernisse beitragen. Die überarbeitete Fassung der Düngemittelverordnung, die voraussichtlich 2013 angenommen wird, ist für diese Thematik ebenfalls relevant. In diesem Zusammenhang wird eine Möglichkeit untersucht, den Zugang zum EU-Markt für biologische Abfälle, die diese Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft erfüllen, weitergehend zu harmonisieren, da diese dann als Ausgangsstoffe für organische Düngemittel und Bodenverbesserungsmittel verwendet werden könnten. Es wird vorgeschlagen, organische Düngemittel und Bodenverbesserungsmittel in den Anwendungsbereich der zukünftigen Düngemittelverordnung aufzunehmen.

Hinzu kommen verschiedene Abfallströme aus der Landwirtschaft und Nebenprodukte aus der Lebensmittelerzeugung, aus denen mit einer angemessenen Bewirtschaftung erhebliche Phosphormengen zurückgewonnen werden könnten. Bei einigen dieser Ressourcen wurde in den letzten Jahren die Effizienz dieses Prozesses durch Probleme im Bereich der öffentlichen Gesundheit und die entsprechend erforderlichen Maßnahmen beeinträchtigt. Da Phosphor in erster Linie konzentriert in den Knochen vorkommt, sind in dieser Hinsicht insbesondere Fleisch- und Knochenmehl sowie verarbeitetes tierisches Eiweiß zu nennen. Ein Teil des Fleisch- und Knochenmehls wird verbrannt, und die Asche wird entweder als Düngemittel (direkt zur Bodenverbesserung) oder aber für die Phosphorproduktion verwendet<sup>54</sup>. Ein erheblicher Teil des Phosphors geht jedoch einfach verloren. Verarbeitetes tierisches Eiweiß ist für die Verwendung in Futtermitteln und organischen Düngemitteln zugelassen und auf dem Markt in erheblichen Mengen verfügbar. Möglicherweise kann der rechtliche Rahmen<sup>55</sup> für die Verwendung solcher Stoffe verfeinert werden, wenn weitere sichere Verwendungsmöglichkeiten ermittelt werden.

#### **F10: Was kann getan werden, um die Rückgewinnung von Phosphor aus Lebensmittelabfällen und anderen biologisch abbaubaren Abfällen zu verbessern?**

##### **4.4. Abwasseraufbereitung**

Beim Verzehr von Lebensmitteln entstehen zwangsläufig Abfälle. Verschiedene Technologien ermöglichen jedoch eine Rückgewinnung von Phosphor aus Abwasseraufbereitungsanlagen. Diese Technologien wurden in den letzten Jahren stark weiterentwickelt; es wurden mehrere Pilotprojekte durchgeführt, und inzwischen werden in West- und Nordeuropa Anlagen in kommerziellem Maßstab betrieben.

Obwohl in Artikel 5 der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser<sup>56</sup> festgelegt ist, dass Phosphor aus dem Abwasser entfernt wird, ist die Abscheidung des Phosphors in einer nutzbaren Form in der Richtlinie nicht vorgeschrieben. Ein besonderes Merkmal der Richtlinie besteht darin, dass sie die Ausflockung von Phosphor mit Hilfe von Eisen zulässt. Die Ausflockung führt zur Bildung einer äußerst stabilen Verbindung, die einer einfachen kommerziellen Rückgewinnung des Phosphors entgegensteht und in der der Phosphor für Pflanzen möglicherweise nicht vollständig verfügbar ist.

Allerdings sind alternative Techniken für die Abscheidung von Phosphor verfügbar, bei denen dieses Problem nicht auftritt. Beispiele dafür sind die Abscheidung von Phosphor aus Abwasser in Form von Struvit, die Verbrennung von Klärschlamm und die Nutzung der Asche sowie die direkte Aufbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Flächen nach einer angemessenen Aufbereitung. In allen Fällen ist die agronomische Qualität des Produkts wichtig dafür, dass der Phosphor für die Kulturpflanzen tatsächlich verfügbar ist und von diesen aufgenommen wird. Derzeit werden etwa 25 % des in Abwässern enthaltenen

<sup>54</sup> *Thermochemical processing of meat and bone meal, a review*, Cascarosa u. a., 2011.

<sup>55</sup> Rechtsvorschriften über tierische Nebenprodukte und Rechtsvorschriften über transmissible spongiforme Enzephalopathien (TSE).

<sup>56</sup> Richtlinie 91/271/EWG des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser.

Phosphors wiederverwertet; die häufigste Methode ist die direkte Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Flächen. Das gesamte Potenzial für die Rückgewinnung ist recht hoch – etwa 300 000 Tonnen Phosphor pro Jahr in der EU<sup>57</sup> –, und die starken Unterschiede zwischen den verschiedenen Mitgliedstaaten in der EU in Bezug auf die verwendeten Mengen von Klärschlamm (direkt oder in Form von Asche) zeigen, dass ein Potenzial für eine Harmonisierung anhand bewährter Praktiken besteht.

Die kommerzielle und ökologische Machbarkeit der meisten dieser Ansätze hängt davon ab, in welchem Ausmaß die aufbereitete Ressource verdünnt wurde. Die Entwässerung und die Beförderung großer Flüssigkeitsmengen sind energie- und kostenintensiv. Wichtig ist auch, dass keine Schadstoffe enthalten sind; die Einhaltung der entsprechenden Grenzwerte erfordert hohe Standards und sorgfältige Kontrollverfahren und bedeutet im Fall der Klärschlammverbrennung, dass der Klärschlamm beim Verbrennungsprozess nicht mit anderen Abfällen gemischt werden kann.

In der Klärschlammrichtlinie<sup>58</sup> wurden die Bedingungen für eine sichere Verwendung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen festgelegt. Diese Richtlinie gilt inzwischen aber als veraltet, insbesondere in Bezug auf die als überhöht betrachteten Grenzwerte für Cadmium und andere Schadstoffe. 16 Mitgliedstaaten haben strengere Standards angenommen, als in der Richtlinie festgelegt sind. Die Harmonisierung höherer Qualitätsstandards würde das Vertrauen von Landwirten und Verbrauchern in die sichere Verwendung von Klärschlamm in der EU erhöhen. Zur Förderung einer effizienteren Ressourcennutzung in der Zukunft müssen diese Aspekte geklärt werden, damit die Produktstandards für Klärschlamm Vertrauen entlang der gesamten Kette von Endverbrauchern schaffen – von Landwirten über Einzelhändler bis hin zu den Verbrauchern. Klärschlamm kann auch kompostiert werden, und bei den derzeit in Entwicklung befindlichen Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft wird untersucht, ob Klärschlammkompost die strengen Standards erfüllen kann, damit eine sichere Verwendung des Klärschlammes nach der Kompostierung in landwirtschaftlichen Betrieben gewährleistet ist.

**F11: Sollte eine Form der Phosphor-Rückgewinnung aus Abwässern vorgeschrieben oder gefördert werden? Was kann getan werden, um die Verfügbarkeit oder die Akzeptanz von Klärschlamm oder biologisch abbaubaren Abfällen für den Ackerbau zu erhöhen?**

#### **4.5. Verwendung organischer Düngemittel**

Ein Vorteil einer effizienteren Nutzung von Phosphat aus organischen Nebenprodukten und Abfällen wäre, dass die Cadmium-Gesamtmenge im europäischen Ökosystem insofern nicht erhöht würde, als diese Nebenprodukte und Abfälle aus in Europa erzeugten Lebensmitteln und Futtermitteln stammen, die wiederum aus europäischen Böden aufgenommenes Cadmium enthalten. Die Kontamination mit Kupfer und Zink kann jedoch bei einigen organischen Düngemitteln ein Problem darstellen.

Obwohl viele industrielle Technologien für die Rückgewinnung von Phosphor (aus Dung, Abwasser und biologisch abbaubaren Abfällen) bereits in die Abfallströme integriert sind und in unterschiedlichem Maße eingesetzt werden, besteht keine gemeinsame Strategie für die Förderung der Verwendung solcher erneuerbaren Ressourcen in landwirtschaftlichen Betrieben. Der Preis eines rückgewonnenen Düngemittels liegt normalerweise höher als der Preis von mineralischen Phosphatdüngemitteln. Es könnten weitaus mehr Maßnahmen zur

---

<sup>57</sup> EUREAU-Positionspapier über die Wiederverwertung von Phosphor, 2006.

<sup>58</sup> Richtlinie 86/278/EWG des Rates über den Schutz der Umwelt bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft.

Ermittlung von Märkten für wiederverwerteten Phosphor und zur Bestimmung von Hindernissen für den verstärkten Einsatz von wiederverwertetem Phosphor sowie zur praktischen Einführung der bereits verfügbaren Technologien durchgeführt werden.

## 5. NÄCHSTE SCHRITTE

In der vorliegenden konsultativen Mitteilung werden erstmals Aspekte der Nachhaltigkeit der Phosphorverwendung auf EU-Ebene dargestellt. Das Ziel besteht darin, eine Debatte über den aktuellen Stand und die zu erwägenden Maßnahmen zu initiieren.

Die europäischen Institutionen und alle interessierten Organisationen bzw. Privatpersonen werden gebeten, Anmerkungen zu den in der konsultativen Mitteilung gestellten Fragen sowie zu jeglichen sonstigen Aspekten einer nachhaltigen Verwendung von Phosphor zu übermitteln, die ihnen ein Anliegen sind.

Alle Akteure werden gebeten, ihre Anmerkungen spätestens bis zum 1. Dezember 2013 per E-Mail an folgende Adresse zu schicken: [env-use-of-phosphorus@ec.europa.eu](mailto:env-use-of-phosphorus@ec.europa.eu).

Lesen Sie bitte unbedingt die spezifische Datenschutzerklärung durch, die dieser Konsultation beigelegt ist, um zu erfahren, wie Ihre personenbezogenen Daten und Ihr Beitrag behandelt werden. Branchenverbände werden gebeten, sich im Register der Interessenvertreter (<http://ec.europa.eu/transparency/regin>) der Kommission einzutragen. Dieses Register wurde im Rahmen der Europäischen Transparenzinitiative eingerichtet. Die Kommission veröffentlicht Beiträge der Akteure im Internet, wenn Sie uns nicht ausdrücklich mitteilen, dass Sie dies nicht wünschen.

Die Ergebnisse der öffentlichen Konsultation werden bei der Gestaltung der weiteren Arbeiten der Kommission in Bezug auf den Beitrag berücksichtigt, den die EU für die nachhaltige Verwendung von Phosphor leisten kann.