

Warum brauchen wir Phosphatdünger im Ökolandbau?

Phosphat ist für Pflanzen, Tiere und Menschen ein essenzieller Nährstoff. Für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens ist es wichtig, die durch die Pflanzen entnommenen Nährstoffe dem Boden wieder zuzuführen. Ein Großteil des Nährstoffbedarfs im Ökolandbau wird durch eine betriebsinterne Kreislaufführung (z. B. Stallmist) abgedeckt. Dennoch entsteht ein Phosphatdefizit, denn das in den Ernteprodukten enthaltene Phosphat wird durch den Verkauf aus dem Kreislauf ausgeschleust (Abbildung 1). Die Nährstoffe aus dem Ackerboden werden über tierische oder pflanzliche Lebensmittel vom Menschen aufgenommen und gelangen über die menschlichen Ausscheidungen ins Abwasser. Sie landen schließlich in der Kläranlage und werden im Fall von Phosphat mit dem Klärschlamm entsorgt. Somit ist der Nährstoffkreislauf unterbrochen.

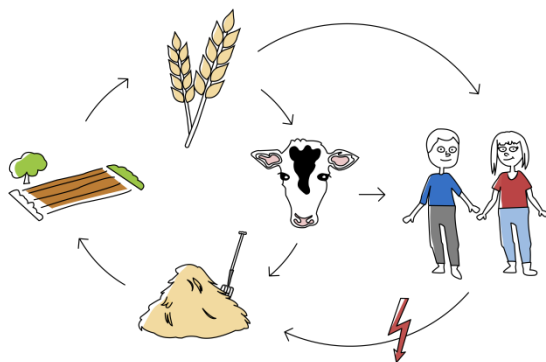
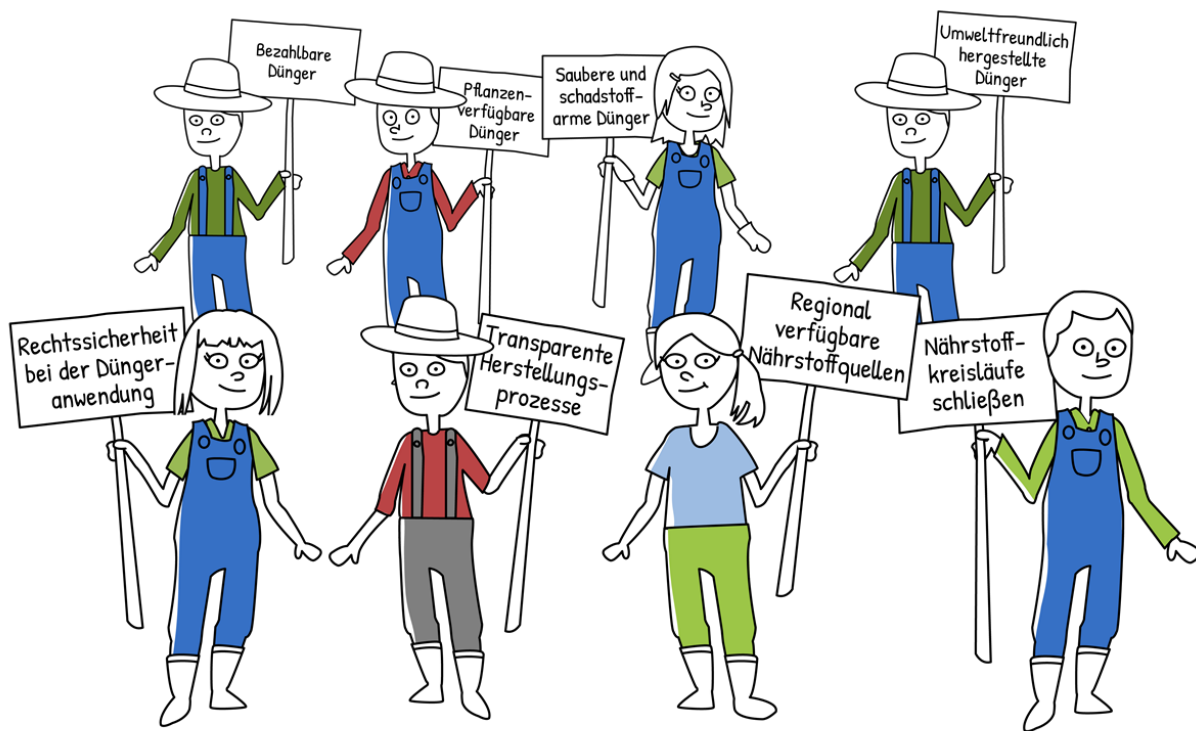


Abbildung 1: Der Phosphat-Kreislauf ist in der Landwirtschaft meist unterbrochen

Um dieses Defizit auszugleichen, muss zumeist entgegen dem Kreislaufgedanken des Ökolandbaus mit Rohphosphat gedüngt werden.

Das für den Ökolandbau relevante Rohphosphat sedimentären Ursprungs ist allerdings mit Schadstoffen wie Cadmium oder Uran verunreinigt, da diese Elemente zusammen mit Phosphor in der Lagerstätte vorkommen. Mit der Düngemittelanwendung gelangen diese Schadstoffe auf den Ackerboden und damit in die Nahrungskette. Der Ökolandbau hat sich neben einem höheren Maß an Artenvielfalt und der Anwendung hoher Tierschutzstandards den Schutz der natürlichen Ressourcen als Ziel gesetzt. Zu den natürlichen Ressourcen zählen Boden, Luft und Wasser genauso wie nicht-erneuerbare Rohstoffe. Um diese zu schützen, sind eine nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens und eine Kreislaufführung der Nährstoffe notwendig. Dies kann durch sauberen Sekundärdünger erreicht werden.



Das Projekt nurec4org (Nutrient recycles for organic farming) verfolgt das Ziel, den Verbrauch an Rohphosphat zu minimieren. Daher sollen besonders regionale Phosphatkreisläufe geschlossen werden. Mit der Verwendung von Phosphaten aus biogenen Abfällen könnte die ökologische Landwirtschaft noch nachhaltiger gestaltet werden.

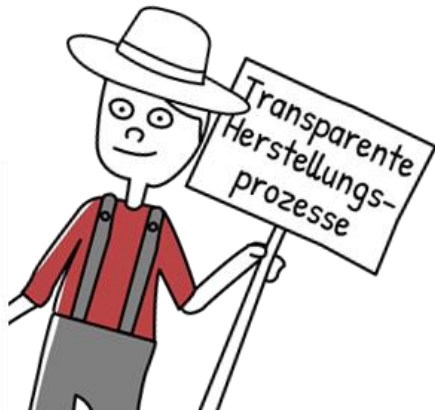
Um dieses Ziel zu erreichen, wurden gemeinsam mit Ökolandwirten und Beratern in dem Projekt sechs Kriterien für einen hochwertigen und nachhaltigen Dünger erarbeitet:

1. Transparenz entlang der Herstellungskette
2. Hohe Nutzungseffizienz / Wirkung
3. Rechtssicherheit bei der Düngemittelanwendung

4. Hohe Produktqualität und geringe Schadstoffgehalte
5. Geringer Energie- und Ressourcenverbrauch sowie geringe Emissionen
6. Herstellung von Düngern zu realistischen Preisen

In dem Projekt wurden verschiedene Dünger aus biogenen Abfällen auf die oben genannten Kriterien getestet. Als besonders interessanter Dünger hat sich Struvit herausgestellt.

Deshalb möchten wir Ihnen dieses interessante Recycling-Produkt in dieser Broschüre näher vorstellen.



Die Konsumenten von Bio-Produkten entscheiden sich bewusst für hochwertigere Produkte, bei denen eine umweltschonende und nachhaltige Produktion im Vordergrund steht. Dementsprechend ist das Interesse an der gesamten Produktionskette dieser Produkte meist größer als bei anderen Produkten. Der Öko-Landwirt ist deshalb darauf angewiesen, dass die verwendeten Düngemittel von der Bevölkerung als ökolandbautauglich akzeptiert werden. Die Rückgewinnung von Phosphat aus dem Abwasser muss also sowohl für den Landwirt als auch für die Konsumenten transparent gehandhabt werden.

Die Herstellung?

Die Herstellung von Rohphosphat, also der Abbau des Gesteins und dessen Verarbeitung sowie der Vertrieb und die damit verbundenen Umweltauswirkungen, ist für den Landwirt und den Endverbraucher nicht transparent. Meistens sind weder Informationen über die Herkunft, noch über die Rohphosphatqualität (z. B. Schadstoffgehalt) bekannt.

Ganz anders sieht es bei der Herstellung von Struvit aus, welches aus im Abwasser enthaltenen Nährstoffen hergestellt werden kann. So wird die stoffliche Zusammensetzung des Abwassers und jeglicher Produkte (wie z. B. Struvit), welche die Kläranlage verlassen, laufend überprüft.

Struvit enthält Stickstoff und Phosphat aus dem Abwasser. Beide Nährstoffe werden bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen weitgehend aus dem Ab-

wasser entfernt, um die Gewässer zu entlasten.

Die Entfernung von Phosphat aus dem Abwasser kann entweder chemisch oder biologisch erfolgen. Bei der chemischen Phosphatentfernung wird das Abwasser mit Chemikalien versetzt, welche Verbindungen mit dem Phosphat eingehen. Dadurch entstehen phosphathaltige Flocken, die von dem Wasser abgetrennt werden können. Bei der biologischen Phosphatentfernung wird das Phosphat von speziellen Bakterien gespeichert. Sie werden anschließend mit dem Klärschlamm aus dem Wasser entfernt. In einigen Kläranlagen wird seit ca. 10 Jahren Phosphat in Form von Struvit aus dem Klärschlamm zurückgewonnen. Dies funktioniert sehr gut, wenn die Kläranlagen eine biologische Phosphatentfernung betreiben.

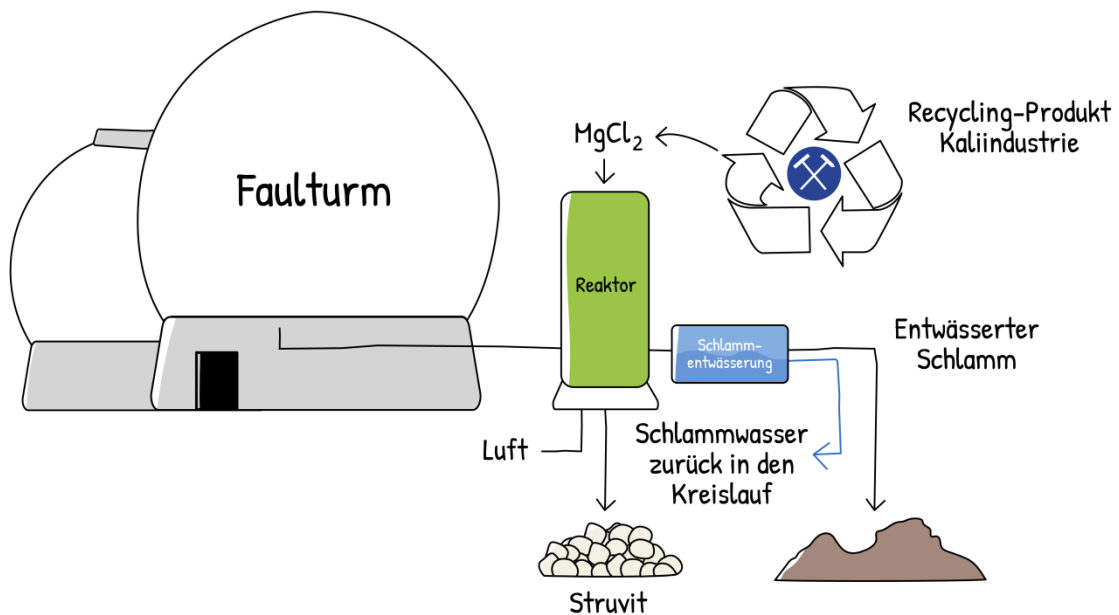


Abbildung 2: Schematische Integration einer Struvitfällung im Faulschlamm

Die Hauptmotivation der gezielten Struvitfällung liegt an den Vorteilen beim Betrieb der Kläranlage. Durch die Phosphatausschleusung wird mineralischen Ablagerungen z. B. in Rohrleitungen vorgebeugt. Die Produktion eines Düngers ist dabei ein positiver Nebeneffekt.



Abbildung 3: Struvitreaktoren der Kläranlage Amsterdam-West

Was ist Struvit?

Als Struvit bezeichnet man ein Mineral mit dem chemischen Namen

„Ammonium-Magnesium-Phosphat-Hexahydrat“.

Falls hohe Konzentrationen an Ammonium, Magnesium und Phosphat im Schlammwasser vorliegen, kommt es zur Ausfällung von Struvit. In einem Struvitreaktor wird deshalb nährstoffreiches Schlammwasser mit einem Magnesiumsalz (z. B. Magnesiumchlorid) versetzt, wodurch sich Struvit bildet.

Struvit kann direkt im Schlamm oder, nachdem der Schlamm entwässert wurde, in der flüssigen Phase (also im Zentrat) gefällt werden.

Hierzu wurden unterschiedliche Verfahren entwickelt, deren Produkte sich

in ihrer Reinheit und ihrer Korngrößenverteilung unterscheiden können.

In der Kläranlage wird jedoch nie reines Struvit gebildet. Es werden sowohl anorganische wie auch organische Stoffe mitgefällt. Verglichen mit einem technisch hergestellten Struvit aus reinen Ausgangsstoffen ist das Struvit aus Kläranlagen häufig etwas heterogener. Die Schadstoffgehalte sind jedoch im Vergleich zu Klärschlamm oder anderen konventionellen Phosphatdüngern sehr gering. Das Phosphat im Struvit liegt in neutral-ammonium-citrat-löslicher Form vor. Bisher wird dieser Dünger jedoch kaum in der Landwirtschaft eingesetzt. Die Gründe hierfür liegen, neben der geringen Bekanntheit in der niedrigen Produktionsmenge und der mangelnden Akzeptanz für Produkte, die aus dem Abwasser stammen. Zudem sind im Ökolandbau die rechtlichen Rahmenbedingungen relevant (Struvit aus dem Abwasserpfad hat aktuell keine Zulassung für den Ökolandbau).



Abbildung 4: Struvit aus Zentrat (links) und aus Faulschlamm (rechts)

Hintergrundinformation: Phosphatrückgewinnung aus Klärschlammasche

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Rückgewinnung von Phosphat aus der Klärschlammasche. Die Verwertung von Klärschlamm in einer Verbrennungsanlage, in der ausschließlich Klärschlamm behandelt wird (Monoverbrennung), ist dafür die Grundvoraussetzung.

Klärschlammaschen enthalten, wie auch Klärschlämme, erhebliche Mengen an Schwermetallen. Organische Schadstoffe werden hingegen bei der Verbrennung des Klärschlammes entfernt.

Die Klärschlammaschen können durch weitere Behandlungen aufbereitet werden. Eine Kombination aus Lösungs- und Fällungsreaktionen ermöglicht die Abtrennung unerwünschter Stoffe. Zum Lösen der Asche werden stets mineralische Säuren benötigt.

Alternativ kann die Klärschlammasche thermisch behandelt werden. Innerhalb des AshDec-Verfahrens (ein Beispiel für eine thermochemische Behandlung von Asche) werden einige leicht flüchtige Schwermetalle durch das Erhitzen der Klärschlammasche auf 900 bis 1000 °C sowie die Zugabe eines Salzes entfernt. Zusätzlich zu der Schadstoffminderung wird das Phosphat in eine pflanzenverfügbare Form überführt.



Wenn ein Düngemiteleinsatz aus externen Quellen unumgänglich ist, soll dieser Dünger möglichst effizient wirken. Neben einer hohen Pflanzenverfügbarkeit sollten darüber hinaus die Austräge in andere Umweltkompartimente wie in Oberflächengewässer und das Grundwasser gering sein.

Düngewirkung?

Ob und wie gut ein Dünger wirkt, ist vom Boden, der Witterung und den angebauten Pflanzen abhängig. Grundsätzlich gibt es auf vielen Ackerflächen im Ökolandbau einen Bedarf an Phosphat und Stickstoff. Die Wirkung eines Düngers auf den Ertrag und die Qualität der Ernteprodukte ist aber nicht auf jedem Acker gleich. Landwirtschaftliche Versuche helfen dabei, die Düngewirkung einzuschätzen.

Im Projekt nurec4org wurde deshalb ein zweijähriger Versuch mit traditionellen Mitscherlich-Gefäßen durchgeführt. Auf zwei ausgesuchten Böden mit geringem Phosphorgehalt und einem pH-Wert von ca. 6 wurden im ersten Jahr Ackerbohnen und im Folgejahr Weizen angebaut. Vor der Aussaat der Ackerbohnen erfolgte eine Düngung mit verschiedenen phosphathaltigen Düngern. Manche dieser Dünger enthielten weitere Nährstoffe wie Stickstoff oder Magnesium. Auch die durch die Dünger zugeführte Menge an Kohlenstoff (Stallmist) unterschied sich.

Die Ergebnisse des Versuchs spiegeln deshalb nicht nur die Wirkung des Phosphats wider, sondern auch die der in den jeweiligen Düngern zudem enthaltenen Nährstoffe. Durch die Dauer des Versuchs und die Wahl der Kulturen tritt die Wirkung des schnell verfügbaren Stickstoffs beim Weizen im zweiten Anbaujahr in den Hintergrund.

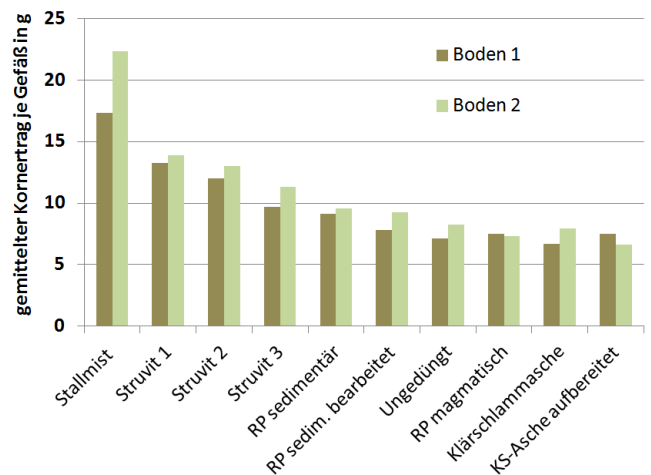


Abbildung 5: Gemittelter Korntrag pro Topf der Topfversuche für verschiedene konventionelle Produkte und Phosphatrezyklate (2. Versuchsjahr mit Weizen, RP: Rohphosphat, KS: Klärschlamm)

Deutlich erkennbar ist, dass beim Einsatz von Struvit der Korntrag des Weizens im Vergleich zur ungedüngten

Kontrolle und zum Rohphosphat gesteigert wurde. Der höchste Ertrag wurde nach der Stallmist-Düngung erreicht. Da den Versuchsgefäßen kein weiterer Stickstoff in Form von Dünger zugeführt wurde, ist anzunehmen, dass die Düngewirkung hauptsächlich aus dem Phosphat und dem langsam verfügbarem Stickstoff resultiert. Stallmist enthält mehr Stickstoff als Struvit. Er musste für die gleiche Düngemenge an Phosphat in deutlich höheren Mengen ausgebracht werden. Dies führt gegenüber dem Einsatz von Struvit, zu einem erhöhten Stickstoffeintrag.

Insgesamt zeigte Struvit im Versuch eine gute Düngewirkung. Diese Beobachtung deckt sich mit Erfahrungen aus anderen Versuchen.

Für die Düngewirkung ist es nur von geringer Bedeutung, wieviel Phosphat insgesamt mit einem Dünger ausgebracht wird. Entscheidend ist vielmehr, welche Menge in absehbarer Zeit zu den Pflanzenwurzeln gelangt und aufgenommen werden kann. Anders als Stickstoff ist Phosphat im Boden nur wenig mobil, es bindet sich an Bodenteilchen und geht nur schwer in die Bodenlösung über. Selbst wasserlösliches Phosphat (z. B. aus mit einer Säure aufgeschlossenem mineralischem Dünger) wird schnell im Boden gebunden und steht den Pflanzen im Anwendungsjahr nur zu einem geringen Anteil zur Verfügung.

Pflanzen haben Mechanismen entwickelt, um das an den Bodenteilchen gebundene Phosphat aufnehmen zu können. Je nach Bodenzustand gelingt ihnen das aber unterschiedlich gut. Auf sehr saurem Boden ist grundsätzlich ein größerer Teil pflanzenverfügbar, auch Rohphosphate wirken hier besser. Auf nur leicht saurem (wie im Gefäßversuch verwendet), neutralem oder basischem Boden können die Bindungskräfte des Bodens stärker sein als die Aufnahmefähigkeit der Kulturpflanze.

Um einschätzen zu können, welcher Phosphatanteil eines Düngers leicht von den Pflanzen aufgenommen werden kann, eignet sich die Untersuchung seiner chemischen Löslichkeit. Grundsätzlich gilt, dass wasserlösliches Phosphat ungehindert aufgenommen werden kann. Bisher wurde deshalb bei mineralischen Düngern eine sehr hohe Wasserlöslichkeit gefordert. In Versuchen hat sich in den letzten Jahren aber gezeigt, dass Phosphat, welches nicht mit Wasser, aber einer schwachen organischen Säure gelöst werden kann, ebenso zu 100% pflanzenverfügbar ist. Dies ähnelt dem Löslichkeitsprozess an der Wurzel. Phosphat aus Struvit ist beinahe vollständig durch schwache organische Säuren löslich.



Ökolandwirte können Phosphatprodukte aus dem Abwasserpfad erst dann einsetzen, wenn sie für den Ökolandbau zugelassen sind. Die Zulassung ist jedoch noch nicht erteilt.

Die Zulassung?

Die Verordnung EG 889/2008 setzt den rechtlichen Rahmen für die Erzeugung von Produkten, damit diese eine Öko-Zertifizierung erhalten. Im Anhang der Verordnung befindet sich eine Positivliste: Sie nennt alle Düngemittel, welche für den Ökolandbau zulässig sind. Im Fall mineralischer Phosphate wird hier bisher nur Rohphosphat aufgeführt. Um Struvit für den Ökolandbau zuzulassen, sind folgende Schritte unerlässlich:

1. Erfüllung von Akzeptanzkriterien seitens der Akteure im Ökolandbau
2. Formale Zulassung gemäß geltender rechtlicher Anforderungen

Es empfiehlt sich, zuerst mit den Verbänden (u. a. Bioland, Naturland und Demeter) eine mögliche Zulassung zu erörtern.

Denn nur wenn die Akteure des Ökolandbaus überzeugt und Willens sind, diese Stoffe auch tatsächlich einzusetzen, besteht eine Chance, dass das zuständige Ressort auf Bundesebene ein

Dossier zur Aufnahme in den Anhang der Verordnung EG 889/2008 zur EU-Kommission weiterleitet. Das dort zuständige Direktorat für Landwirtschaft (DG AGRI) wird sich wiederum mit EGTOP, der europäischen Expertengruppe für Methoden der organischen Produktion abstimmen. Es ist nicht davon auszugehen, dass das DG AGRI einen Stoff zulässt, der nicht von der EGTOP zur Zulassung empfohlen wurde.

Die Erstellung des Dossiers sollte unbedingt gemeinsam mit den Öko-Verbänden erfolgen. Folgende Punkte müssen grundsätzlich im Dossier enthalten sein bzw. Berücksichtigung finden:

- Zweck des Dossiers
- Zulassungsstatus im konventionellen als auch im ökologischen Landbau
- Agronomischer Nutzen und Funktionalität für den angestrebten Verwendungszweck

- Notwendigkeit für den bezweckten Einsatz und bekannte Alternativen
- Quelle des Ausgangsmaterials und Methoden der Herstellung
- Umweltaspekte mit geeigneten Bewertungsmethoden
- Aspekte des Tierwohls
- Gesundheitsaspekte
- Produktqualität bzw. Authentizität (z. B. Schadstoffe, Pathogene etc.)
- Zulassungsstatus außerhalb der EU

Hintergrundinformation: Zusätzliche Verbandskriterien

Neben den EU-weiten Basisanforderungen können in den Mitgliedsstaaten wie z. B. in Deutschland zusätzliche Verbandsrichtlinien zum Tragen kommen, die für einige Aspekte strengere Anforderungen an die Erzeugung und die Produkte stellen als die EG-Ökoverordnung. Diese Verbandsrichtlinien müssen wiederum nicht bundeseinheitlich sein, sondern können je nach Verband abweichen. In der Regel erfolgt aber eine Abstimmung zwischen den Verbänden, sodass eine Harmonisierung der Richtlinien ermöglicht wird. Die größten Ökoverbände in Deutschland sind Bioland, Naturland und Demeter. Diese arbeiten zum Beispiel im V.Ö.P (Verbund ökologische Praxisforschung) eng zusammen.



Kosten?

Die Struvitrückgewinnung auf einer Kläranlage löst eine Reihe von operativen Problemen, sodass der zurückgewonnene Dünger für den Kläranlagenbetreiber als Nebenprodukt anfällt. Eine Nennung der genauen Produktionskosten ist schwierig, da die entstehenden Kosten nicht wirklich der Düngerproduktion zugeschrieben werden können. Tendenziell bewegen sich die netto-Herstellungskosten von Struvit deutlich unter dem Marktpreis von konventionellen Düngern, wobei diese stark von der Anlagengröße und der genauen Konfiguration des Rückgewinnungsverfahrens abhängig sind.

Der derzeitige Preis für Struvit variiert stark und kann nicht konkret benannt werden. Das liegt daran, dass sich bisher kein eindeutiger Markt dafür gebildet hat. Anbieter mit einer Marketingstrategie und Düngeberatung für die Landwirte können Struvit zu einem höheren Preis anbieten als Kläranlagen ohne Produktmarketing.



Zu einem hochwertigen Dünger gehören auch geringe Schadstoffgehalte. Es gibt keine Phosphatdüngemittel ohne Schadstoffe, jedoch sollte der Schadstoffgehalt möglichst gering sein. Im Abwasser sind sowohl organische als auch anorganische Schadstoffe enthalten. Es muss sichergestellt werden, dass die Schadstoffgehalte in den aus Abwasser gewonnenen Düngern zu keinem erhöhten Risiko für die Umwelt (Boden und Gewässer) und den Menschen führen.

Schadstoffe und Risiken?

Um das Risiko durch die Düngung und damit verbundene Schadstoffeinträge in den Ackerboden zu charakterisieren, wurde für Struvit eine Risikobewertung

durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit einer Risikobewertung für Rohphosphat und Phosphatprodukten aus Klärschlammmasche verglichen.

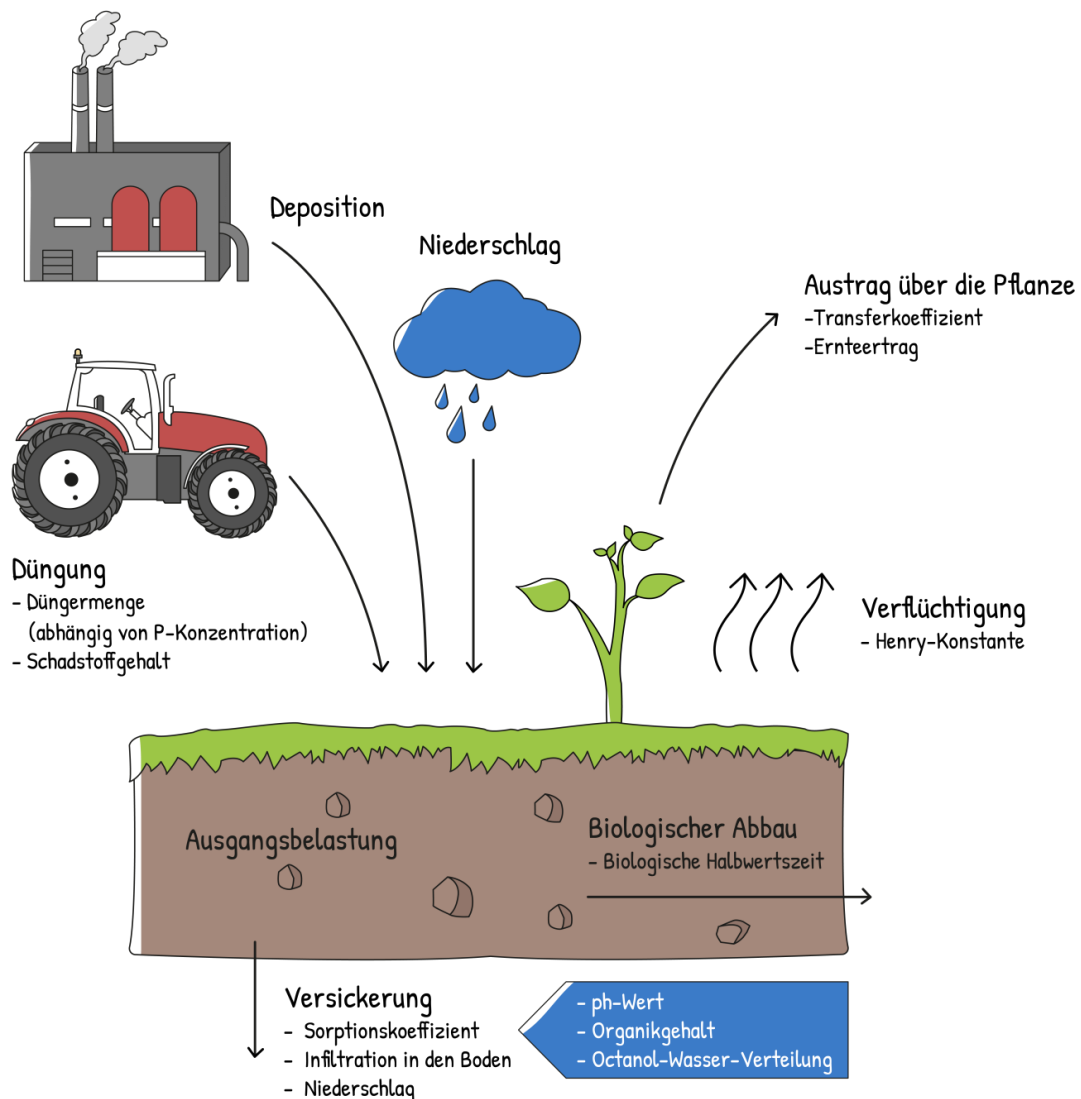


Abbildung 6: Das verwendete Expositionsmodell zur Risikobewertung

Als Schadstoffe wurden Schwermetalle, organische Schadstoffe sowie einige Arzneimittelrückstände und Hormone betrachtet. Das Risiko wurde für Boden- und (Grund-)wasserökosysteme sowie für den Menschen (durch die Nahrungsaufnahme) abgeschätzt. Die Risikobewertung bezieht sich auf Böden, die 100 Jahre lang mit dem gleichen Dünger gedüngt werden. Das Modell betrachtet den Schadstoffeintrag durch Düngung und die Deposition aus der Luft sowie Schadstoffausträge durch Versickerung, biologischen Abbau, Verflüchtigung und Austrag über Pflanzen.

Das Modell berechnet einen Schadstoffgehalt nach 100 Jahren und vergleicht diesen mit einem toxikologischen Schwellenwert. Dieser Schwellenwert ist eine festgelegte Konzentration, ab der eine negative Auswirkungen innerhalb eines Ökosystems oder auf einen Organismus nicht mehr auszuschließen ist.

Die Risikobewertung zeigte bezüglich einiger Schadstoffe eine leichte Erhöhung des Risikos bei einer Düngung mit Rohphosphat und Phosphat-Produkten aus Klärschlammaschen. Der hohe Cadmium-Gehalt in Rohphosphaten und die hohen Kupfer- und Zink-Gehalte in den Phosphatprodukten aus Klärschlammaschen erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass es unter ungünstigen Umweltbedingungen zu negativen Auswirkungen innerhalb der betrachteten Ökosysteme kommt. Die Analyse zeigt, dass der hohe Uran-Gehalt in Rohphosphaten hingegen als nicht kritisch eingestuft werden kann. Bei langjähriger Düngung mit Struvit wurde für keinen der betrachteten Schadstoffe eine nennenswerte Erhöhung des Risikos festgestellt. Auch die im Struvit enthaltenen organischen Schadstoffe tragen zu keiner Erhöhung des Risikos bei. Die Schadstoffeinträge durch die Düngung liegen deutlich unterhalb der toxikologisch relevanten Mengen.

Hintergrundinformation: Schwermetallgehalte

Struvit weist wesentlich geringere Schwermetallgehalte als Rohphosphat auf. Eine Übersicht von Messungen aus verschiedenen wissenschaftlichen Publikation ist im Folgenden gegeben.

Tabelle 1: ausgewählte Schwermetallgehalte

| mg/kg P ₂ O ₅ | Blei | Cadmium | Kupfer | Quecksilber | Uran | Zink |
|-------------------------------------|----------------|-----------|-------------------|-------------|----------|-------------------|
| Rohphosphat | 5 - 50 | 0 - 300 | 20 – 170 | 1,5 - 3,5 | 10 - 750 | 30 – 1 500 |
| Struvit | 0,5 - 50 | 0,1 – 1,5 | 3 - 250 | 0 - 2,5 | 0,5 - 1 | 5 - 450 |
| AshDec | 150 – 1 100 | 0 - 15 | 1 000 – 10 000 | 0 - 3 | 10 - 60 | 3 500 – 25 000 |



Bei der Düngemittelproduktion und dem Transport werden Ressourcen und Energie verbraucht. Darüber hinaus entstehen Emissionen. Die daraus resultierenden potentiellen Folgewirkungen für Umwelt und Mensch durch ein im Ökolandbau eingesetztes Produkt sollten möglichst gering sein.

Energieaufwand?

Um die globalen Umweltwirkungen von Rohphosphat und Struvit zu vergleichen, wurden Ökobilanzen erstellt. Darin inbegriffen sind die eingesetzten Chemikalien, Energie, fossile Brennstoffe, Materialien, Infrastruktur und Transport sowie Abfälle und Emissionen in die Luft, das Wasser und in den Boden. Auch Hintergrundprozesse wie z. B. die Stromerzeugung, Treibstoffherstellung und Chemikalienproduktion werden berücksichtigt.

Generell können mit Ökobilanzen die Umweltwirkungen der Produktion, der Anwendung und der Entsorgung von Gütern mit gleicher Funktion miteinander verglichen werden. Um diesen Vergleich zu ermöglichen, werden Folgewirkungen wie Energieaufwand oder Treibhausgaspotential auf eine Einheit bezogen, die sich an dem betrachteten Produkt orientiert: die funktionelle Einheit.

Die Phosphatrückgewinnung in Kläranlagen und die Anwendung der Recyclingprodukte in der Landwirtschaft sind jedoch in zwei unterschiedlichen Branchen mit unterschiedlichen Zielsetzungen angesiedelt. So ist das produzierte Gut einer Kläranlage gereinigtes Wasser. Aus Sicht des Kläranlagenbetreibers ist es demnach wichtig, die Auswirkungen der Abwasser- und Klärschlammbehandlung mit Phosphatrückgewinnung mit denen ohne Phosphatrückgewinnungen zu vergleichen. Die Landwirte hingegen verlangen nach einem Produkt, das während der Produktion und der Anwendung möglichst geringe Folgewirkungen auf die Umwelt hat. Aus diesem Grund wurde die Ökobilanz in zwei Teil-Bilanzen unterteilt:

1. Die Ökobilanz für den Kläranlagenbetrieb: Eine Kläranlage mit Phosphatrückgewinnung wurde mit einer Referenzkläranlage ohne P-Rückgewinnung verglichen. Als funktionelle Einheit wurde die Wirkung pro Einwohnerwert und Jahr gewählt (Abbildung 7).

1. Die Ökobilanz für den Ökolandbau: Struvit wurde mit zwei im Ökolandbau häufig eingesetzten Phosphorquellen Rohphosphat und Stallmist verglichen. Die Wirkung wurde (A) auf den gesamten und (B) auf den pflanzenverfügbaren Phosphatgehalt bezogen (Abbildung 8 A und B).

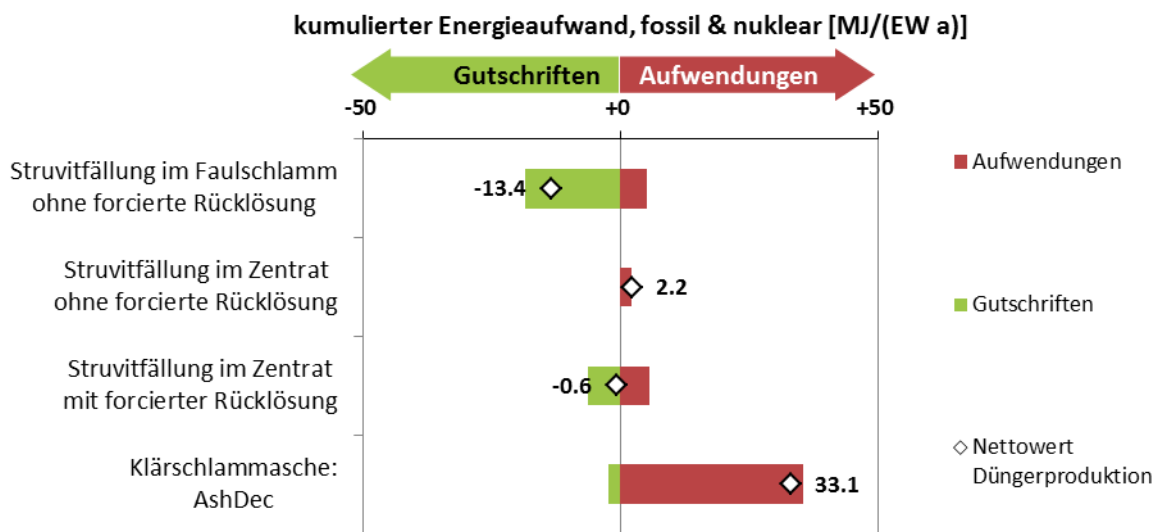


Abbildung 7: Aufwendungen und Gutschriften im System Kläranlage

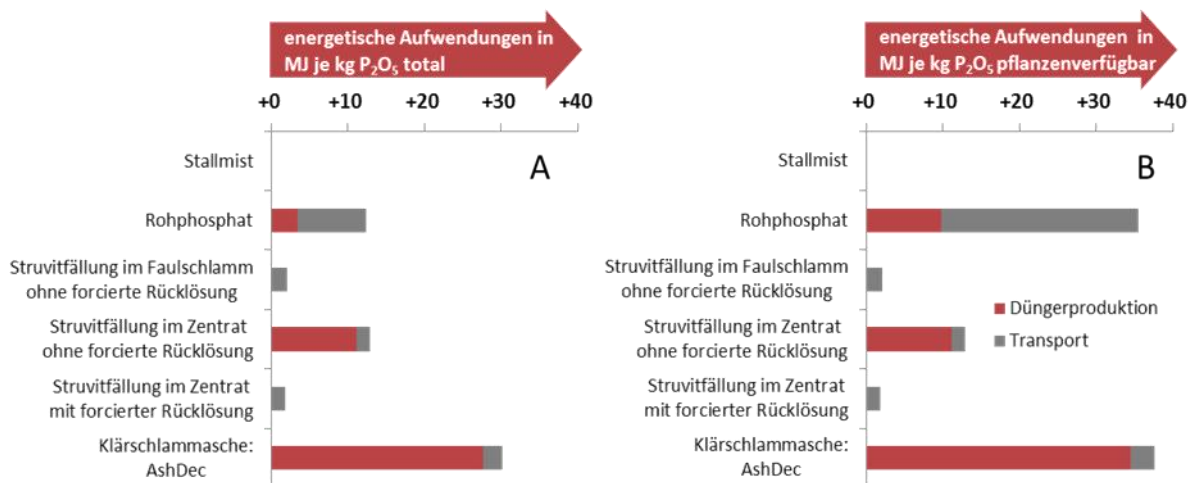


Abbildung 8: Aufwendungen pro kg Phosphat (A: total und B: pflanzenverfügbar)

In Abbildung 7 sind die Ergebnisse der Ökobilanz aus der Perspektive des Kläralagenbetreibers dargestellt. Die Gutschriften sind im Wesentlichen durch die Verringerung der zu entsorgenden Klärschlammmenge begründet, da die Struvitfällung und -abtrennung sich positiv auf die Entwässerungseigenschaften des Schlammes auswirkt. Somit wird das Volumen des zu entsorgenden Klärschlammes entscheidend reduziert. Die Aufwendungen ergeben sich durch den Energieeinsatz und die benötigten Chemikalien.

In Abbildung 8 sind die Ergebnisse der Ökobilanz aus der Perspektive des Landwirtes dargestellt. Dabei wird zwischen den energetischen netto-Aufwendungen für die Düngerproduktion (rot) und dem Transport (grau) unterschieden. Stallmist entsteht als lokales Abfallprodukt, deshalb werden diesem keine energetischen Aufwendungen zugeschrieben. Für Rohphosphat ist der Transport entscheidend, da dies z. B. in Tunesien abgebaut und nach Deutschland transportiert wird.

Es ist deutlich erkennbar, dass Struvit aus energetischer Sicht umweltfreundlicher produziert werden kann als Rohphosphat. Zwischen den verschiedenen Herstellungsarten von Struvit gibt es allerdings auch große energetische Unterschiede.

Dass die Pflanzenverfügbarkeit von P_2O_5 in Düngern einen signifikanten Effekt haben kann und bei den be-

trachteten Düngern unterschiedlich ist, wird in Abbildung 8B deutlich. Der Energieaufwand für Rohphosphat pro pflanzenverfügbares P_2O_5 ist in dieser Betrachtung deutlich höher. Phosphat in Struvit ist zu 100 % pflanzenverfügbar, weshalb sich der energetische Fußabdruck gegenüber Abbildung 8A nicht verändert.

Hintergrundinformation:

Ökobilanz

Die energetischen Aufwendungen umfassen die gesamte elektrische und fossile Energie, die gebraucht wird, um das Produkt herzustellen. Eingerechnet wird auch die Herstellung von Zwischenprodukten (z. B. Chemikalien), Transportwege und der Abbau von Rohstoffen.

Die Höhe der energetischen Aufwendungen sind meist ein Indikator dafür, wieviel Treibhausgas für die Herstellung von einem Produkt oder einen Service emittiert wird. Demnach sind Produkte mit geringen energetischen Aufwendungen tendenziell Produkte mit einem geringeren Treibhausgaspotenzial.

Kurz und knapp...

Da die Struvit-Produktionsstätten (Kläranlagen) innerhalb Europas liegen, kann von einem höheren Maß an **Transparenz** bezüglich der Herstellung ausgegangen werden. Innerhalb der Abwasserreinigung sind strenge Richtlinien und Kontrollen Realität, sodass diese eine hohe Produktqualität sichern können und zudem regionale Nährstoffkreisläufe geschlossen werden können.



Struvit weist aufgrund seiner Eigenschaften eine **hohe Pflanzenverfügbarkeit** bei gleichzeitig geringer Wasserlöslichkeit auf. Es wird durch schwache organische Säuren im Boden mobilisiert und erreicht so eine hohe Pflanzenwirksamkeit. Nährstoffverluste in die Umwelt können im Vergleich zu anderen Düngemitteln als gering erachtet werden.



Die **Rechtssicherheit** für die Anwendung von Struvit als Dünger im Ökolandbau ist derzeit nicht gegeben. Struvit darf nach der Verordnung EG 889/2008 nicht für die Düngung im Ökolandbau eingesetzt werden. Damit Rechtssicherheit eintritt, muss eine Akzeptanz dafür geschaffen werden und eine formale Zulassung erfolgreich beantragt werden und schlussendlich erfolgen.



Da die Produktion von Struvit in der Kläranlage auch operative Vorteile bietet und Struvit meist als Nebenprodukt anfällt, wird ein **bezahlbarer Dünger** hergestellt und angeboten. Wie die Preisentwicklung in der Zukunft aussehen wird, kann jedoch noch nicht abgeschätzt werden.



Eine **hohe Produktqualität und geringe Schadstoffgehalte** kann Struvit, auch im Vergleich zu anderen Düngern aufweisen. Analysen haben gezeigt, dass Struvit deutlich geringere Schwermetallgehalte hat als Rohphosphat. Durch die Risikobewertung konnte nachgewiesen werden, dass die Düngung mit Struvit kein relevantes Risiko für Mensch und Umwelt hervorruft bzw. keine organischen Schadstoffe, Arzneimittelrückstände oder Hormone in der Umwelt angereichert werden.



Mit Hilfe der Ökobilanzierung wurde verdeutlicht, dass die Produktion von Struvit einen vergleichsweise **geringen Energie- und Ressourcenverbrauch** sowie auch geringe Emissionen aufweist. Das ist auch auf den einfachen Herstellungsprozess zurückzuführen. Damit werden die globalen und lokalen Folgewirkungen für Umwelt und Mensch reduziert.



Weitergehende Informationen?

- <http://agrarpraxisforschung.de/>
- <http://nutrip.wiki.zoho.eu/>
- <http://kompetenz-wasser.de/de/project/nutrient-recylates-for-organic-farming/>



©IASP, Andreas Muskolus

Impressum

Die Broschüre ist in dem Kooperationsprojekt nurec4org mit den Partnern Bioland Beratung GmbH, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) und dem Kompetenzzentrum Berlin (KWB) gGmbH entstanden. Das Projekt wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Herausgeber:

Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH,
Cicerostraße 24, 10709 Berlin
Telefon: +49-30-536 53 800
www.kompetenz-wasser.de

Redaktion, Übersetzung und Gestaltung: Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH

Kontaktdaten: fabian.kraus@kompetenz-wasser.de

Bildquellen: Mark Lotse (Abbildung 1, 2, 6, nicht nummerierte Abbildungen Seite 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12); Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH (Abbildung 3, 4, 7, 8), IASP (Abbildung 5, nicht nummerierte Abbildung Seite 16)