

Wirkung von Phosphor-Recyclingprodukten aus der Kaskadennutzung von Klärschlamm in Mittelhessen

Ausgangssituation und Bedarf

Betrachtete man das Stoffstrommanagement von Klärschlamm in Deutschland vor Projektbeginn, so fiel auf, dass ein großer Teil der kommunalen Klärschlämme kaum noch in der Landwirtschaft verwertet wurde. Die Hauptursache für diese Entwicklung ist in der Belastung der Klärschlämme mit organischen Schadstoffen sowie mit Arzneimittlrückständen und Mikroplastik begründet. Dieser Zustand ist aus Sicht einer Kreislaufwirtschaft unbefriedigend, da Stickstoff und vor allem Phosphor nicht recycelt werden und in der novelierten Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung – AbfKlärV) in § 3 (1) steht: „Der Klärschlammherzeuger hat den in seiner Abwasserbehandlungsanlage anfallenden Klärschlamm möglichst hochwertig zu verwerten, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Hierbei sind eine Rückgewinnung von Phosphor und eine Rückführung des gewonnenen oder der phosphorhaltigen Klärschlammverbrennungsasche in den Wirtschaftskreislauf anzustreben“. Die Bundesregierung hat seit 2005 Projekte zum Phosphorrecycling aus Klärschlamm gefördert, damit die entsprechenden Technologien auch im großtechnischen Maßstab verfügbar sein werden. Diese Situation war Gegenstand vom „Phosphor-Dialog“, der in verschiedenen Regionen Hessens veranstaltet wurde, um die Akteure um die Abwasseraufbereitung und das Phosphorrecycling aus Klärschlamm zueinander zu bringen.

Diese geschilderte Situation bewegte uns, das Projekt Wirkung von Phosphor-Recyclingprodukten aus der Kaskadennutzung von Klärschlamm in Mittelhessen durchzuführen.

Konkrete Aufgabenstellung und Projektziele

Das Ziel des Projektes war es, die Mengen an Klärschlamm in der Region Mittelhessen (RP-Gießen) zu erfassen, um dann ein Stoffstrommanagement für ein nasschemisches Phosphor-Recyclingverfahren unter Berücksichtigung einer Stoffstrombilanz in Mittelhessen zu implementieren. Dazu wurden Klärschlämme aus der Region beim Partner Infraserv monoverbrannt, um dann diese Asche mit Phosphorsäure zu einem P-Recyclingdünger (Recphos) aufzuschließen. In dreijährigen Feldversuchen, angelegt auf vier konventionell bewirtschafteten Standorten, einem ökologisch bewirtschafteten Standort sowie einem dreijährigen Containerversuch, wurde die Ertragswirksamkeit dieses P-Recyclingdüngers und der mögliche Schadstofftransfer in die Nahrungskette untersucht. Im Containerversuch wurde zusätzlich noch ein P-Rezyklat aus Klärschlamm nach dem Euphore-Verfahren auf Ertragswirksamkeit und Schadstofftransfer geprüft.

Umsetzung und Ergebnisse (Teil 1)

In einem dreijährigen Container-Experiment wurde die Ertragswirksamkeit von Recphos, Euphore-Produkt im Vergleich zu Hyperphosphat (Rohphosphat), Triplesuperphosphat (TSP) in einer Stufe von 20 und 40 kg P/ha und zu einer ungedüngten Kontroll-Variante getestet. In diesen drei Jahren wurden die Kulturen Mais, Winterweizen und Sommergerste angebaut. Das Kornmaterial sowie das Strohmaterial wurden untersucht. Hierbei wurden die Trockenmasseerträge, die P-Konzentrationen und P-Entzüge als auch die Schwermetallkonzentrationen erfasst. Im ersten Jahr der Containerversuche konnten signifikante Düngeeffekte aller getesteten Düngemittel auf den Korn- und Strohertrag von Mais beobachtet werden. Dieser Effekt blieb in den kommenden beiden Versuchsjahren jedoch aus, da wir zum Mais auch in der Kontroll-Variante 20 kg P/ha als Calciumdihydrogenphosphat gedüngt haben, da der Boden zu gering mit P versorgt war. Zusätzlich wurde aus dem TM-Ertrag und der P-Konzentration die P-Aufnahme berechnet. Es konnte ein signifikanter Einfluss der Düngung von TSP und Recphos auf die P-Aufnahme der Pflanzen gegenüber der Kontrolle gezeigt werden. Hier konnte auch ein Einfluss der Düngestufe der beiden Düngemittel (TSP und Recphos) gezeigt werden. Ein signifikanter Unterschied der beiden Düngemittel TSP und Recphos zueinander konnte allerdings nicht festgestellt werden, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass die beiden Düngemittel unter diesen Versuchsbedingungen den gleichen Düngeeffekt hatten.

Hauptverantwortlich:

Prof. Dr. Diedrich Steffens
Institut für Pflanzenernährung
Justus-Liebig-Universität Gießen
☎ 0152/02302081
✉ Diedrich.steffens@ernaehrung.uni-giessen.de

Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG):

- 5 landwirtschaftliche Unternehmen
 1. Gemeinschaft Eckert, vertreten durch Volker Eckert
 2. Malte Luh
 3. Henning Schäfer
 4. Steffen Schwarz
 5. Gladbacherhof (Dr. Schulz)
- Technische Hochschule Mittelhessen, vertreten durch Prof. Dr. Harald Weigand und Dr. Felix Brück
- Infraserv GmbH & Co. Höchst KG
- Maximilian Adami, JLU Gießen
- Ann-Kathrin Nimführ, JLU Gießen

Assoziierte Partner:

- Regierungspräsidium Gießen

Laufzeit:

04.2019 - 10.2023

Budget:

400.000,00 €

Weitere Informationen:

Direktlink zum Lead Partner:



Umsetzung und Ergebnisse (Teil 2)

Die Feldversuche wurden im Herbst 2019 und Frühjahr 2020 auf fünf Standorten in der Versuchsregion Mittelhessen angelegt. Als Versuchsdesign wurde eine teilrandomisierte Blockanlage mit einer Parzellengröße von 10x10 m gewählt. Die Feldversuche durchliefen ähnlich den Containerversuchen eine individuelle, betriebsübliche Fruchtfolge. So wurden im Rahmen der Feldversuche Winterweizen, Winterroggen, Silomais, Körnermais, Winterraps und Sommergerste angebaut. Leider musste an jeweils einem Standort im ersten und letzten Versuchsjahr ein Ausfall in Form eines Wildschadens verzeichnet werden, weswegen keine Ertragsaufnahme stattfinden konnte. In diesen Versuchen wurden die Kornerträge erfasst, wobei die Stroherträge nicht erfasst wurden, sondern auf den Feldern verblieben und wieder eingearbeitet wurden.

In den Kornproben wurden analog zu den Containerversuchen die P-Konzentrationen und die Schwermetallkonzentrationen analysiert. Neben den Pflanzenproben wurden auch Bodenproben genommen, um auf die P-Versorgung der Standorte zu schließen. In den Feldversuchen konnte gezeigt werden, dass auf einem der Standorte die P-Düngung einen Einfluss auf den TM-Kornertrag hatte. Die P-Konzentration im Korn wurde auf allen Standorten durch die P-Düngung mit dem Recycling-Phosphat beeinflusst. Auf diesem Standort wirkte das P-Recyclingprodukt Recphos genauso gut auf die Erträge wie TSP. Unsere Schwermetallanalysen ergaben, dass dem Element Nickel besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte, da die geogenbedingte hohe Nickel-Kontamination relativ hohe Nickelkonzentrationen in den P-Rezyklaten bedingen. Daher sollten die Klärschlammaschen mit nasschemischen Methoden von Schwermetallen dekontaminiert werden.

Ferner wurden die P₂O₅-Flüsse in der Modellregion Mittelhessen qualitativ und quantitativ in drei Szenarien abgebildet, um die Auswirkungen der novellierten Klärschlammverordnung zu untersuchen. Dabei wurden (i) die Schwankungen in der Zusammensetzung des kommunalen Klärschlammes, (ii) die Klärschlammbehandlung inkl. der Phosphorrückgewinnung und (iii) logistische Aspekte in einem Monte-Carlo-Simulationsmodell berücksichtigt. Bei einer kompletten Rückführung der klärschlambürtigen P₂O₅-Fracht in die Landwirtschaft, machen diese etwa 12 % des P₂O₅-Gesamtaufkommens aus. Durch die gemäß novellierter Klärschlammverordnung restriktivere bodenbezogene Verwertung verringert sich dieser Anteil auf 3 %. Die Simulation der gesamten Prozesskette der thermischen Klärschlammbehandlung und P-Rückgewinnung zeigt, wie sich durch ein geeignetes Stoffstrommanagement die Bandbreite der Produkteigenschaften der Aschen beeinflussen lassen. Durch diese Simulation kann die P₂O₅-Konzentration erhöht und die Schwermetallkonzentration gesenkt werden.



Bild 1: Containerversuch 2020
Quelle: M. Adami

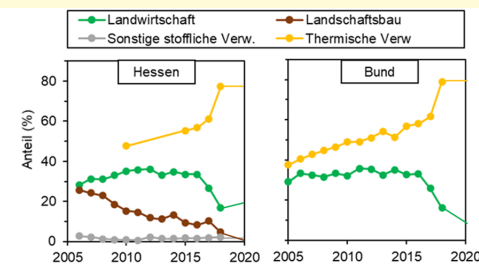


Bild 2: Klärschlammaufkommen und Verwertungsanteile für Hessen und den Bund.
Quelle: HSL, 2021

Empfehlungen für die Praxis

Eine wesentliche Schlussfolgerung des Projektes ist es, dass ein Phosphor-Recycling aus Klärschlämmen in der Untersuchungsregion über thermische bzw. thermochemische Verfahren möglich ist, in dem über den Pfad der Klärschlammmonoverbrennung und anschließender Aschebehandlung ein schadstoffarmer und pflanzenverfügbare Phosphordünger produziert wird.

Erfolgsfaktoren und Tipps für neue Gruppen

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor in der Projektdurchführung ist ein guter und vertrauensvoller Kontakt und Austausch mit den Mitarbeitern der Bewilligungsbehörde sowie den Mitarbeitern in den entsprechenden Institutionen zur Verwaltung der Finanzmittel. Zukünftig sollten die neuen OGs besser untereinander vernetzt sein, um ein EIP-Projekt besser zu steuern.



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.



Direktlink zu Förderung von Innovation und Zusammenarbeit in Hessen.