



# Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm mit Düngewirkung für die Landwirtschaft

Mögliche Verfahren für Kommunen und Kläranlagen - Phosphorrecycling mittels  
Niedertemperaturkonvertierung und thermochemischer Nachbehandlung von Klärschlamm

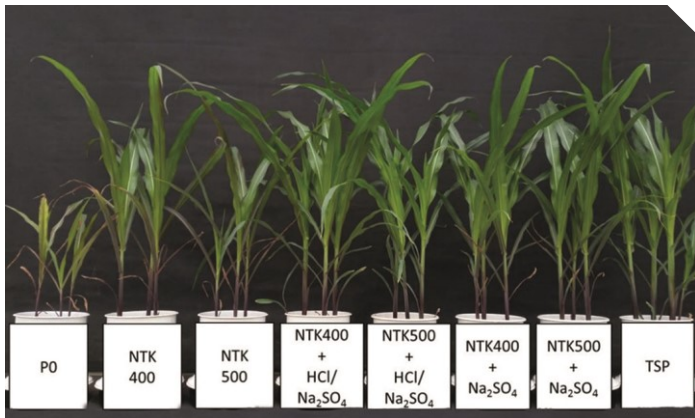


Abb. 1: Einfluss der Düngung auf das Pflanzenwachstum von Mais

## Steckbrief

Klärschlamm hat ein sehr großes Phosphor-Recyclingpotential. Ziel des vorliegenden Projekts war es, Verfahren zu entwickeln, um pflanzenverfügbare und schadstoffarme Phosphor-Düngemittel aus Klärschlamm zu gewinnen, die auch im ökologischen Landbau Verwendung finden können. Dies sollte mittels der Niedertemperaturkonvertierung und der thermochemischen Nachbehandlung erreicht werden. Somit sollte auch die Verfügbarkeit der knappen Ressource Phosphor im Inland gesteigert werden.

Projektlaufzeit: 12/2013 – 12/2016

## Empfehlungen für die Praxis

### Niedrig-Temperatur-Methode für gering belasteten Klärschlamm für kleine und mittlere Kläranlagen

Schadstoffarmer Klärschlamm aus der biologischen Abwasserreinigung kann durch kleine Pyrolysereaktoren bei relativ niedrigen Temperaturen zu einem pflanzenverfügbaren Phosphor-Dünger verarbeitet werden.

Diese Methode eignet sich besonders gut für den dezentralen Einsatz direkt am Klärwerk, die entstehenden Recycling-Dünger können lokale Anwendung finden.

Es wird empfohlen, diese Pyrolysereaktoren hauptsächlich an Kläranlagen einzusetzen, die eine biologische Phosphor-Eliminierung durchführen und unbedenkliche Mengen an Schwermetallen im produzierten Klärschlamm haben. Dies ist insbesondere für kleine und mittlere Kläranlagen interessant und ohne hohe finanzielle Belastung realisierbar.

### Thermochemie bei schwerlöslichen Phosphat-Verbindungen für große Abwasserbetriebe

Klärschlämme mit hohen Schwermetallgehalten sowie chemisch gefällter Klärschlamm können thermochemisch bei hohen Temperaturen behandelt werden. Dieses Verfahren stellt eine größere finanzielle Belastung für Unternehmen dar, kann sich jedoch als langfristige Investition für große Abwasserbetriebe bzw. -verbände rechnen.

*„Es stehen nun zwei erfolgreiche Methoden zur Verfügung, die zukünftig umweltfreundliche Phosphat-Recyclingprodukte mit deutlicher Düngewirkung für die Landwirtschaft liefern könnten.“*

*Prof. Dr. Diedrich Steffens*

### Stoffstrom-Management

Als gesamtheitliches Konzept für ökologisches und wirtschaftlich nachhaltiges Phosphor-Recycling könnte das Stoffstrom-Management zum Einsatz kommen. Es beinhaltet z. B. die Beratung und Information der Kläranlagen über die Phosphor-Recyclingpfade und deren Einbettung in ein gesamtheitliches Recycling-Konzept. Kläranlagenbetreiber sollten aufgrund der individuellen Klärschlammbehandlung unterschiedlich in Konzepte miteinbezogen werden. Die Behandlung von Klärschlämmen unterschiedlicher Fällung erfordert grundlegendes Wissen hierüber.

## Hintergrund

Phosphor ist ein essentieller Nährstoff für alle Lebewesen. Phosphor-Lagerstätten sind jedoch endlich und begrenzt, Deutschland ist auf die Einfuhr angewiesen. Phosphor kann in einigen Abfallströmen gefunden werden, wobei v. a. Klärschlamm das größte Phosphor-Recyclingpotential aufweist. Klärschlamm wird seit Jahrzehnten landwirtschaftlich verwertet. Dies wird jedoch wegen der zunehmenden Schadstoffbelastung immer kritischer. Die novellierte Klärschlammverordnung sieht vor, dass Klärschlämme aus größeren Kläranlagen ab 2025 nicht mehr direkt als Dünger in der Landwirtschaft ausgebracht werden dürfen. Dies macht eine Aufbereitung notwendig. Daher sollten in dem vorliegenden Projekt P-Düngemittel aus Klärschlamm erstellt werden, die auch im ökologischen Landbau Verwendung finden können.

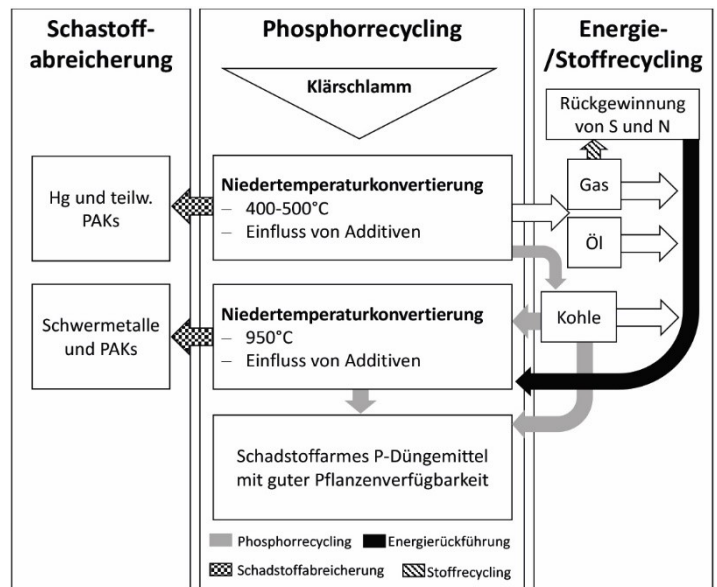


Abb. 2: Prozess-Schema und Ziele des Projekts

## Ergebnisse

Es konnten zwei Verfahren entwickelt werden:

### Niedrig-Temperatur-Methode für gering belasteten Klärschlamm (dezentrale Methode)

Durch den Einsatz kleiner Pyrolysereaktoren kann bei niedrigen Temperaturen (400 bis 600 Grad) P-Recyclingdünger hergestellt werden. Allerdings können viele Schwermetalle aufgrund der geringen Temperatur nicht ausreichend reduziert werden. Daher ist diese Form der Aufbereitung nur für gering belasteten Klärschlamm geeignet.

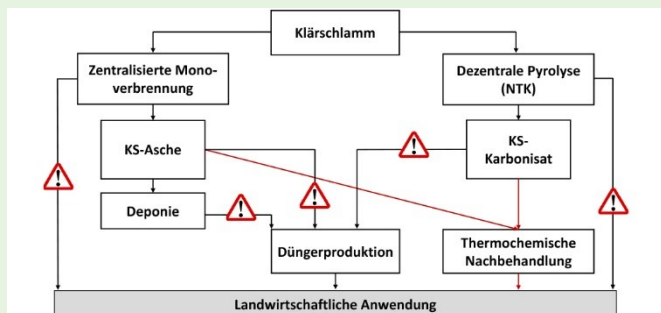


Abb. 3: Darstellung der verschiedenen Recyclingpfade von Klärschlamm (KS)

### Thermochemische Behandlung für hoch belasteten Klärschlamm

Für hoch belasteten Klärschlamm und/oder chemisch gefällte Klärschlämme ist die thermochemische Behandlung bzw. Nachbehandlung bei hohen Temperaturen (950 °C) geeignet. Die Gehalte fast aller leichtflüchtigen Schwermetalle lassen sich damit ausreichend verringern. Durch den Einsatz von Additiven können zusätzlich mittelflüchtige Schwermetalle abgereichert werden. Die Recyclingdünger weisen zum Teil sogar geringere Schwermetallgehalte aus als herkömmliche mineralische Phosphor-Dünger.

Außerdem lassen sich schwerlösliche Phosphat-Verbindungen durch die hohen Temperaturen in leichtlösliche und damit pflanzenverfügbare Formen wie Calcium-Natrium-Phosphat überführen.

### Klärschlamm als Phosphorquelle der Zukunft

Ergebnisse im Container- sowie im Feldversuch zeigen, dass sich die geprüften Verfahren in die Praxis übertragen lassen. P-Recyclingprodukte können als P-Düngemittel in der Praxis dienen.



Abb. 4: Einfluss von NTK u. thermochemisch nachbehandeltem KS auf Spinat

Projektbeteiligte:

Prof. Dr. Diedrich Steffens, Daniel Steckenmesser, Justus-Liebig-Universität, Gießen; Dr.-Ing. Christian Adam, Dr. Christian Vogel, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Kontakt:

Justus-Liebig-Universität – Institute for Plant Nutrition  
Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen

Prof. Dr. Diedrich Steffens

diedrich.steffens@ernaehrung.uni-giessen.de / Tel. +49 (0)641 99-39161

Abb. 1, © Eigene Abbildung

Abb. 2, © Eigene Abbildung

Abb. 3, © Eigene Abbildung

Abb. 4, © Eigene Abbildung



Die ausführlichen Ergebnisse der Projekte 11NA022 und 11NA023 finden Sie unter:  
[www.orgprints.org/31706/](http://www.orgprints.org/31706/)

Verweise zu weiteren Veröffentlichungen zum Projekt finden Sie auf Seite 83 des Schlussberichtes unter dem oben angegebenen Link.