

PHOBOS

Phosphorrückgewinnung und Bindemittelbereitstellung als ökonomische Stoffverwertung

Programm / Ausschreibung	Rohstoffinitiative, Rohstoffe 2024	Status	laufend
Projektstart	01.09.2025	Projektende	31.08.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Phosphorrückgewinnung; Klärschlammasche; Klärschlammkohle; thermochemische Behandlung; induktiv beheizter Schütttschichtreaktor		

Projektbeschreibung

Das Forschungsprojekt PHOBOS erforscht und entwickelt die thermische Inwertsetzung von Klärschlamm (KS). In einem "Zero-Waste-Ansatz" wird die thermochemische Phosphorrückgewinnung in einem induktiv beheizten Schütttschichtreaktor durchgeführt, wobei der Prozess durch den kombinierten Einsatz von Klärschlammasche (KSA) und Klärschlammkohle (KSK) defossilisiert wird. Durch optimierte Mischungen aus KSA, KSK und reststoffbasierten Korrekturstoffen werden die Quantität und Qualität der bei der Inwertsetzung gewonnenen Wertstoffströme - Phosphor, eine Mineralfraktion und eine eisenreiche Fraktion - maximiert. Damit agiert der Prozess als zuverlässige Schadstoffsene und stellt neben Sekundärphosphorquellen eine Verwertungsmöglichkeit für aktuell zu deponierende Abfallstoffe dar. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Klärschlammverwertung werden als Projektpartner Stakeholder aus der Abwasserreinigung, der Veraschung/Pyrolyse sowie industrielle Abnehmer der erzeugten Wertstoffströme im Sinne einer sektorübergreifenden Kreislaufwirtschaft miteinbezogen. Weiters wird der Einfluss prozessbedingter und saisonaler Schwankungen von KS aus der österreichischen Kläranlagenlandschaft auf die thermochemischen Abläufe identifiziert.

In Kooperation mit diesen Projektpartnern wird, im Zuge von Versuchskampagnen, die industrielle Anwendbarkeit der erzeugten Wertstoffströme charakterisiert: Phosphor als Rohstoff für die Düngemittelindustrie, die Mineralfraktion als reaktive Bindemittelkomponente in der Baustoffindustrie, und die eisenreiche Fraktion für die Herstellung eines Fällungsmittels, um einen geschlossenen Eisenkreislauf für die Abwasserwirtschaft zu etablieren. Die Mineralfraktion soll ähnlich wie Hüttensand als reaktive Komponente in anorganischen Bindemitteln (z.B. Portlandzement, Geopolymere) eingesetzt werden, was absehbaren Hüttensand-Engpässen vorbeugt und CO₂-Einsparungen ermöglicht. Es wird ein iterativer Prozess durch das Zusammenspiel aller Projektbeteiligter entwickelt, um in Abhängigkeit projektspezifischer Klärschlämme und Korrekturstoffe den optimalen thermodynamischen Betriebspunkt zu finden. Dadurch können das Erreichen der gesetzlich vorgeschriebenen Rückgewinnungsquoten für Phosphor, sowie die Qualität der drei Stoffströme für die industrielle Applikation sichergestellt werden. Aus den generierten Prozess- und Stoffdaten wird eine vorläufige Abschätzung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen des Gesamtprozesses getroffen.

Das Projekt legt den Grundstein für die industrielle Skalierung einer Technologie, die die Abhängigkeit von Phosphor aus

Primärrohstoffquellen reduziert und die nationale Rohstoffverfügbarkeit stärkt. Im Projekt ist geplant, die erhobenen technischen Parameter auf den bestehenden Schütttschichtreaktor zu übertragen, um die Hochskalierung der Anlage voranzutreiben. Angesichts der engen Zusammenarbeit mit Industrie- und Forschungspartnern liegt der Fokus auch auf der Verwertbarkeit der erzeugten Fraktionen. Die technologische Entwicklung zeigt zudem zukünftig für die Erzeuger von KSA und KSK einen gesicherten Verwertungsweg auf.

Das Projekt geht weit über den aktuellen Stand der Technik hinaus und adressiert alle strategischen Ziele und Aspekte der Nachhaltigkeit. Es trägt zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei, fördert die nachhaltige Versorgung mit dem strategischen Rohstoff Phosphor und ermöglicht Kosteneinsparungen in der Baustoffindustrie.

Abstract

The PHOBOS research project is investigating and developing the thermal valorization of sewage sludge (SS). Using a zero-waste approach, thermochemical phosphorus recovery is carried out in an inductively heated packed bed reactor, and the process is defossilized through the combined use of sewage sludge ash (SSA) and sewage sludge charcoal (SSC). Optimized mixtures of SSA, SSC and waste-based correction materials maximize the quantity and quality of the valuable material streams obtained during valorization - phosphorus, a mineral fraction and an iron-rich fraction. The process thus acts as a reliable pollutant sink and, in addition to secondary phosphorus sources, represents a recycling option for waste materials currently destined for landfill. Along the entire value chain of sewage sludge recycling, stakeholders from wastewater treatment, incineration/pyrolysis and industrial utilizers of the generated recyclable material streams are involved as project partners with the goal of achieving a circular economy across sectors. Furthermore, the influences of process-related and seasonal fluctuations in SS generated by Austrian wastewater treatment plants on the thermochemical processes will be identified.

In cooperation with the project partners, a set of test campaigns will be used to characterize the industrial applicability of the generated material streams: Phosphorus as a raw material for the fertilizer industry, the mineral fraction as a reactive binder component in the building materials industry, and the iron-rich fraction for the production of a precipitant in order to establish a closed iron cycle for wastewater management. The mineral fraction is to be used as a reactive component in inorganic binders (e.g. Portland cement, geopolymers) in a way similar to blast furnace slag, which will prevent foreseeable shortages of blast furnace slag and enable CO₂ savings. An iterative process is being developed through the collaboration of all project participants to determine optimal thermodynamic operating conditions, accounting for compositional variations of SSA, SSC and corrective substances. This will ensure achieving the legally prescribed phosphorus recovery rates and the quality of the three material flows for industrial application. The generated process and material data will be used in preliminary assessments of the economic, ecological and social impact of the overall process.

The project lays the foundation for the industrial scaling of a technology that reduces dependence on phosphorus from primary raw material sources and strengthens the national availability of alternative phosphorus sources. The project plans to upscale the existing packed bed reactor plant by utilizing existing technical parameters and process experience. In view of the close cooperation with industrial and research partners, the focus is also on the usability of the fractions produced. The technological development also demonstrates a secure future recycling route for the producers of SSA and SSC.

The project goes far beyond the current state of the art and addresses all strategic goals and aspects of sustainability. It

contributes to the reduction of CO2 emissions, promotes the sustainable supply of the strategic raw material phosphorus and enables cost savings in the building materials industry.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik

Projektpartner

- Donau Chemie Aktiengesellschaft
- itom invest GmbH
- LAT Nitrogen Linz GmbH
- Next Generation Elements GmbH
- Technische Universität Graz Institut für Angewandte Geowissenschaften
- Technische Universität Graz Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung
- Technische Universität Graz Institut für Tragwerksentwurf
- WSA - Waste Service GmbH