



ERWAS –Verbundprojekt KRN_Mephrec:

Metallurgisches Phosphor Recycling

Gleichzeitiges Recycling von Energie, Phosphor und weiteren Metallen aus Klärschlamm

3. Kongress **Phosphor – ein kritischer Rohstoff mit Zukunft**
22./23. November 2017

Otto Schwarzmann

Klärschlamm: Abfallentstehung in Nürnberg



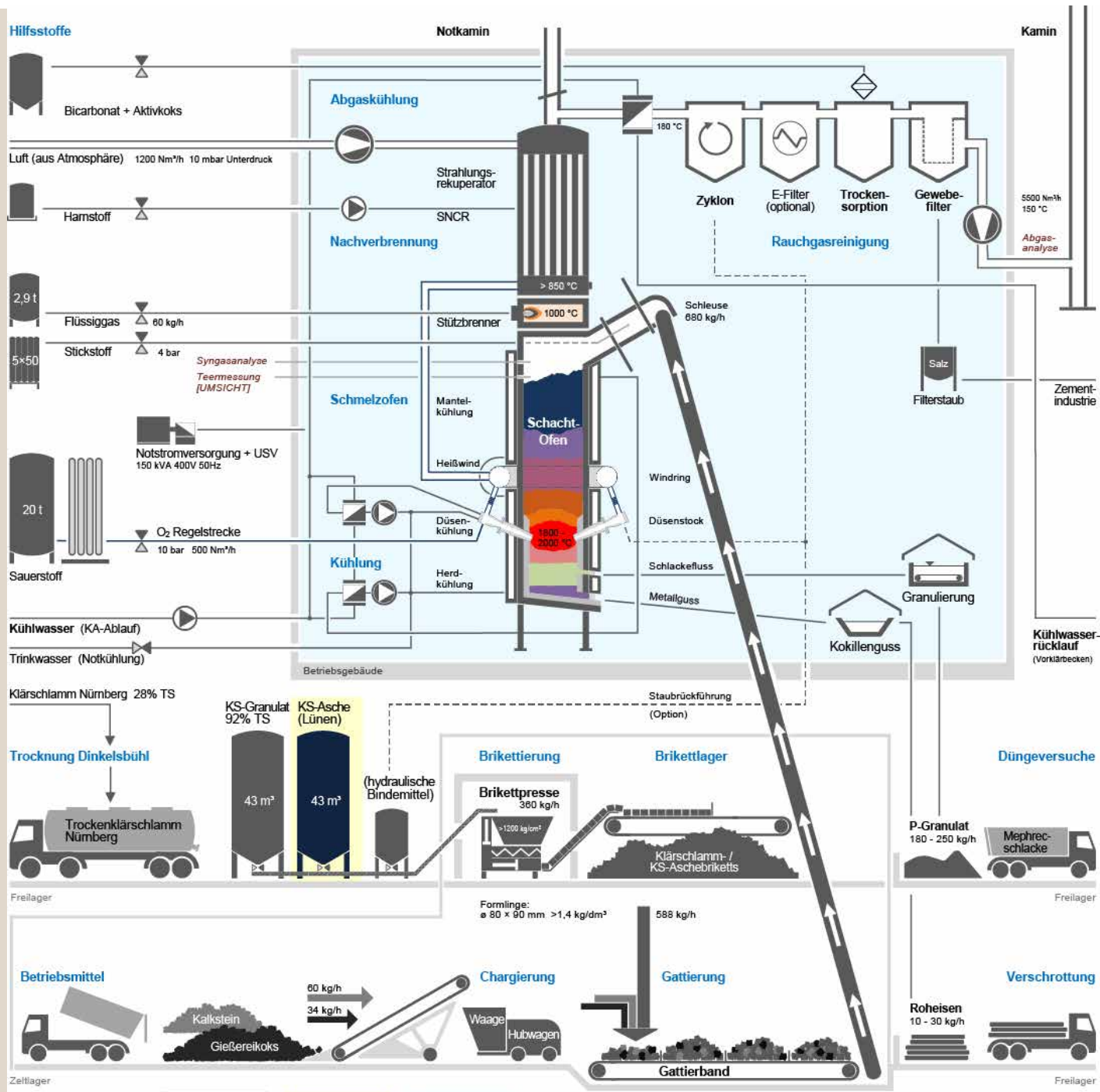
Ziele des KRN-Mephrec Pilot-Projekts

1. Entwicklung eines regionalen Klärschlamm-Managementkonzepts für die Energie- und Materialflüsse, sowie Recycling und Rückführung der Produkte in den regionalen Wirtschaftskreislauf
2. Bewährte Technologie aus der Metallurgie als integrale Anlagekomponente für die Klärschlammbehandlung mit den Zielen:
 - » Deckung des eigenen Energiebedarfs der Klärschlammbehandlung
 - » Ausschleusung gefährlicher Stoffe (Schwermetalle)
 - » Produktion eines Phosphor-Düngers mit niedrigen Schadstoffgehalten und guter Pflanzenverfügbarkeit
3. Untersuchung der Auswirkungen des upscalings (Faktor 3-5) der Pilotanlage auf eine großtechnische Anlage inklusive Varianten der Kläranlagentechnik und Kombination von Prozessschritten
4. Bekanntmachung und Förderung der Technologie zur Gewinnung regionaler Partner für eine gemeinsame Klärschlammverwertung
5. Ermittlung von Kennzahlen für die Kalkulation der Klärschlammbehandlungskosten mit einer Großanlage

Projektpartner

- Klärschlammverwertung Region Nürnberg GmbH (KSVN)
(Projektkoordination und Betrieb)
- Baumgarte Boiler Systems GmbH, Bielefeld
(Investment/Bau Schachtofen + Abluftbehandlung)
 - Verfahrensgeber: Ingenieurbüro für Gießereitechnik GmbH
- INNOVATHERM Gesellschaft zur innovativen Nutzung
von Brennstoffen mbH, Lünen
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
- Universität der Bundeswehr München,
Institut für Wasserwesen – Siedlungswasser-
wirtschaft und Abfalltechnik
- RWTH Aachen
Institut für Siedlungswasserwirtschaft
- Institut für Energie- und Umweltforschung
Heidelberg GmbH





KRN Mephrec Bau Reaktor

Bausteine zusammenfügen

Reaktor + Abluftbehandlung
Betriebs- und Personalplanung



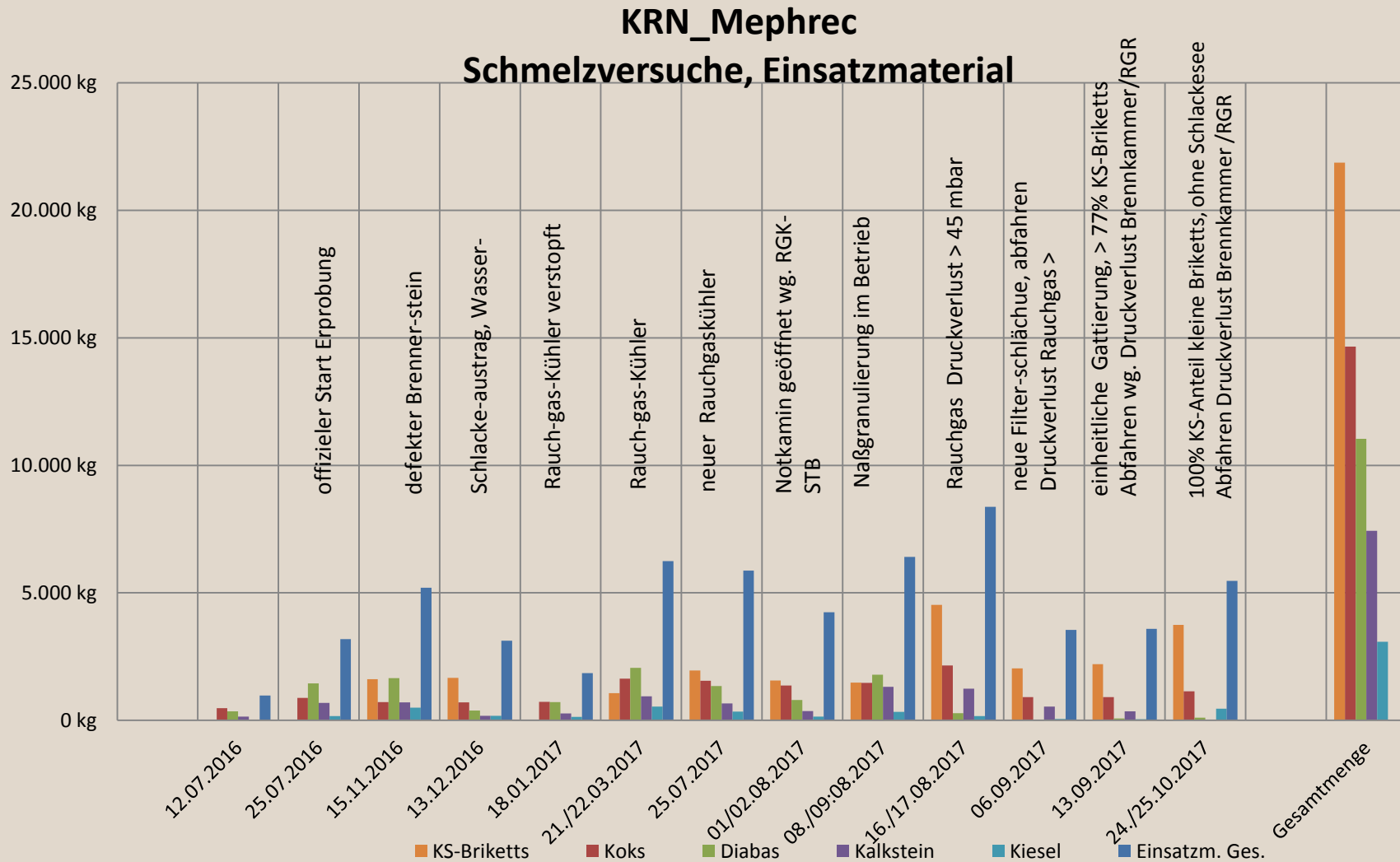
Projekt-Daten

- Planung/Fertigung/Montage/Inbetriebnahme 30 Monate
- Klärschlammumsatz(TS) 0,6 Mg/h
(Maßstab: 1/5 der Großanlage)
- Einzeltests, Optimierungen ca. 20 Versuche
Dauerbetriebstest > 1.000 h
Gesamtbetriebsaufzeit 2.000 h
- Investition Anlagentechnik/Engineering 5,2 Mio. EUR
- Versuchsbetriebskosten 2,4 Mio. EUR
(Gießereikoks, Sauerstoff, Zuschlagstoffe,
Flüssiggas, Strom, Klärschlamm-trocknung,
Mieten, Betriebspersonal)
- Förderung durch das BMiBF Deutschland
(ERWAS) 4,5 Mio. EUR

Betriebsaufzeichnung



Durchsatzmengen in der Pilotanlage



Bisherige Erkenntnisse Pilotanlage

- Klärschlammbricketts (Durchmesser 80 mm, Länge ca. 100 mm, 0,65 kg) sind stabil, lagerbar und als Einsatzstoff für den Schmelzofen bestens geeignet
- Gasgängigkeit der Schüttung im Schmelzofen ist gegeben
- Schmelzofen verfügt über hohe Schmelzleistung (> 600 kg/h)
- Brennkammer mit Rekuperator funktioniert bisher gut -> Heißwind ca. 600 °C, CO-Werte im Rauchgas weit unter Grenzwert, NOx und Schwefel liegen noch über den Grenzwerten, Anlagen-Optimierung aber noch nicht abgeschlossen
- Bedienung der gesamten Anlage erfordert pro Schicht 4 Mitarbeiter
- Schmelzprozess gut steuerbar

Bisherige Erkenntnisse

- Eisen enthält keine höheren Schwermetallgehalte aber hohen Phosphorgehalt (aufgrund der geringen Eisenmenge ist der Phosphor-Verlust akzeptabel)
- Hoher Anteil Phosphor und Metalle im Filterstaub
- Synthesegas erreicht einen Brennwert, der einen Einsatz als Brenngas in einem Kessel ermöglicht
- Synthesegas ist stark mit Staub und Schwefel sowie Stickoxide belastet – > Konstruktion des Kessels und der Abgasreinigung muss darauf abgestimmt sein
- Schmelzgranulat einfach handelbares Produkt (Einstufung nach LAGA Z1.1), weitestgehend schadstofffrei
- Schmelzgranulat mit 2,2 - 2,5 % Phosphor (rund 6 % P_2O_5) P-Anteil für die Düngemittelproduktion zu gering, Pflanzenverfügbarkeit noch nicht ausreichend getestet

Offene Fragen

- Beeinflussung des Phosphorgehalts im Schlackegranulat durch geänderte Gattierung und Prozessführung möglich?
- Rückführung von Filterstaub in die Schmelzphase zur Anreicherung des Phosphors in der Schlacke möglich/sinnvoll?
- Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors im Schlackegranulat oder in der trocken abgekühlten Schlacke besser?
- Beeinflussung der Synthesegasqualität durch geänderte Betriebsweise möglich?
- Einsatz von Klärschlammmasche aus der Wirbelschichtfeuerung machbar? – aber bisher noch keine stabilen Briketts erreicht
- Einblasen von Klärschlammmasche direkt in die Schmelzzone möglich?
- Wirtschaftlichkeit des Verfahrens?

Vor- und Nachteile

- ✓ Lagerung der Briketts erlaubt energiebedarfsgerechten Betrieb
- ✓ Schlackegranulat einfache Handhabung
- ✓ Einfache Anlagentechnik (keine bewegten Teile im Schmelzofen)
- ✓ Gleichzeitiges Recycling von Energie und Rohstoffen (Metalle, Phosphor) ist zu erreichen
- ✓ Gute Kombination mit Klärgas möglich, wenn Energieprozess über Dampfprozess

- Aufwand für Klärschlamm-trocknung (Energie- und Anlagentechnik, Betrieb)
- Aufwand für Brikettierung (Energie, Wartung)
- Relativ hoher Personalaufwand

Nächste Schritte

- Auswertung der Schmelzversuche und Validierung der bisherigen Erkenntnisse/Ergebnisse
- Klärung mit den Projektpartnern, wie die Anlagentechnik weiter entwickelt wird und ob weitere Versuche durchgeführt werden können (z.B. Überlassung der Anlagenteile für weitere Versuche)
- Versuche mit unterschiedlichen Gattierungen und Schmelzbedingungen um die Wirkung auf Synthesegas, Schlackegranulat etc. zu testen
- Nach Ende der Versuche Dauerbetrieb (soweit mit der Pilotanlage möglich) über mehrere Wochen mit Aufnahme von Kenndaten für die technische und kommerzielle Weiterentwicklung
- Entscheidung über Großanlage bis Ende 2018

- Alle Ergebnisse aus den Vorversuchen an der Bergakademie Freiberg der Fa. Ingetec (Lizenzgeber) haben sich bisher nicht nachvollziehen lassen – allerdings wurden auch noch nicht die gleichen Betriebsbedingungen (hohe Basizität) getestet
- Die Wiederfindung des Phosphors in den einzelnen Reststoffen liegt bei über 95 %
- Eine Nutzung des Synthesegases in einem Gasmotor erscheint schwierig, da die Abtrennung motorschädlicher Bestandteile aufgrund des hohen Teeranteils erheblichen Aufwand erfordert
- Das Verfahren bietet eine gute Basis für eine funktionierende Großanlage und sollte weiter entwickelt werden

Vielen Dank für Ihr Interesse

Klärschlammverwertung Region

Nürnberg GmbH

Adolf-Braun-Straße 33

90429 Nürnberg

Otto Schwarzmann

Engineering/Versuchsbetrieb

+49 (0)9 11 / 2 31-36 16

otto.schwarzmann@stadt.nuernberg.de

<http://www.klaerschlammverwertung.nuernberg.de>