

Metallurgisches Phosphor-Recycling mit dem Mephrec-Verfahren

Autoren

Klaus Scheidig, Joachim Mallon, Michael Schaaf

Nachhaltigkeit in der Verfahrenstechnik d.h.

- ★ Ressourcen-Effizienz
- ★ Umweltverträglichkeit
- ★ Wirtschaftlichkeit
- ★ Zeitliche Einordnung

Empfehlungen des LAGA-Berichts vom 30. Januar 2012

- ★ **Verbot der Mitverbrennung
von Klärschlamm und tierischen Nebenprodukten
mit mehr als 1 % Phosphat**
- ★ **Langfristiger Ersatz der Mitverbrennung
von Klärschlamm und tierischen Nebenprodukten
durch die Monoverbrennung**
- ★ **Entwicklung von Verfahren zur Langzeitlagerung
von Monoverbrennungs-Aschen**

Kritische Betrachtung einer LAGA-Empfehlung: Langzeitlagerung von Monoverbrennungs-Aschen

Erwartete zusätzliche Belastungen

bei der Langzeitlagerung
von Monoverbrennungs-Aschen
durch

Zeit und Kosten *für Verfahrens-Entwicklung*
für Anlagen-Planung
für Genehmigung, UVP, etc
für Bau, Inbetriebnahme

Kosten *für Asche-Transport*
für Deponie-Betrieb

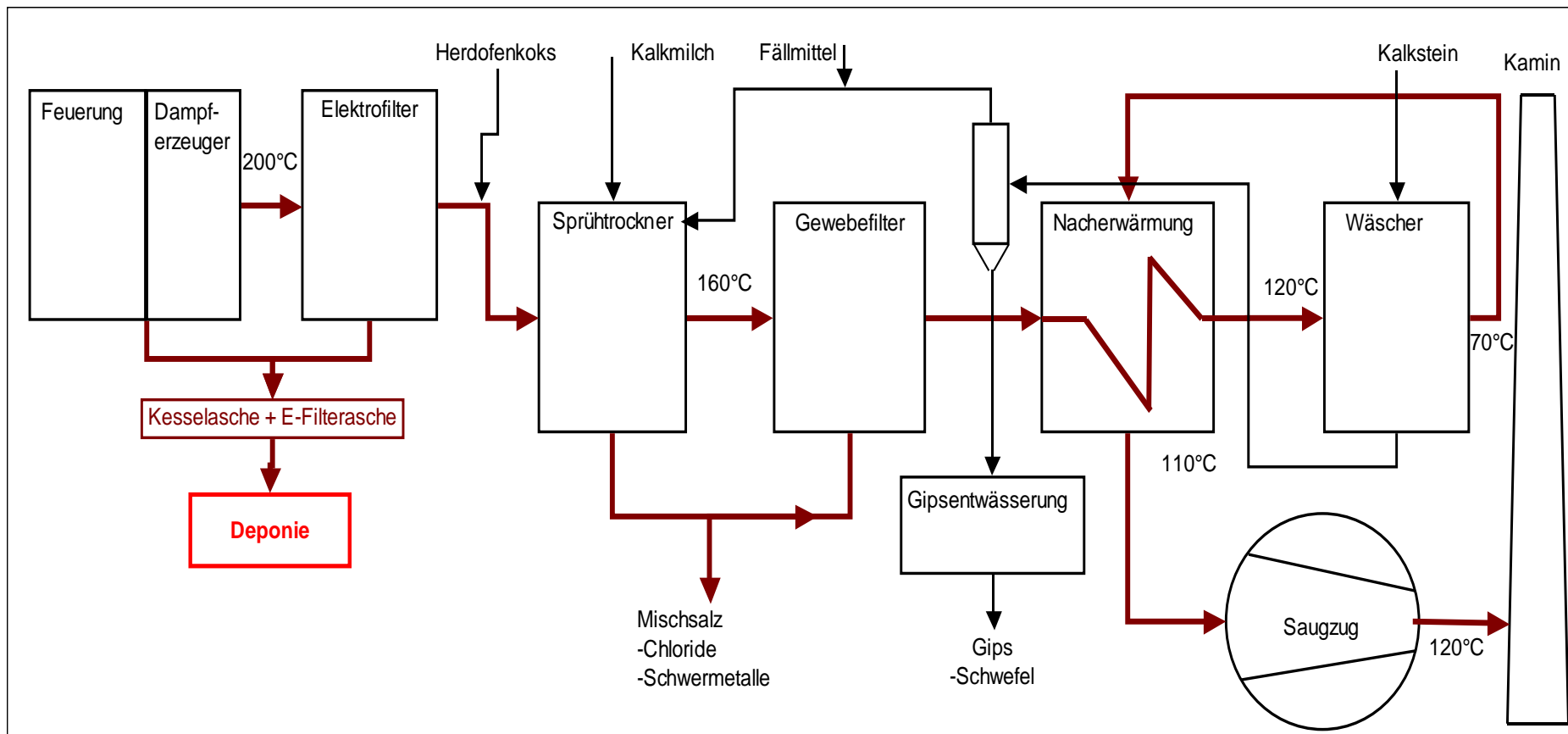
Alternative zur Langzeitlagerung von Monoverbrennungs-Aschen

durch

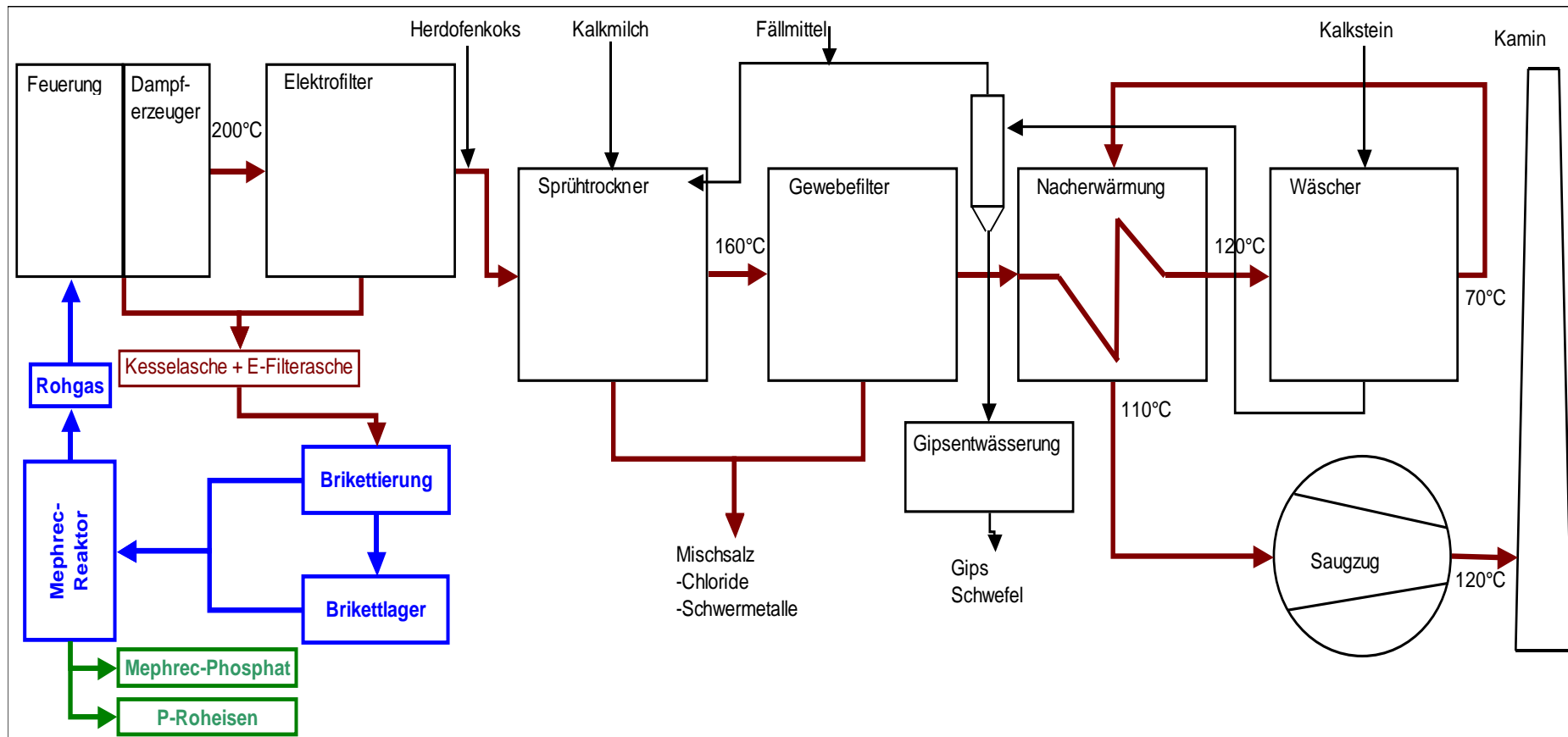
Prozessintegriertes P-Recycling

bei der Monoverbrennung von Klärschlamm

Klärschlamm-Monoverbrennung Innovatherm Lünen; Fließbild der Wirbelschichtanlage mit Asche-Deponie



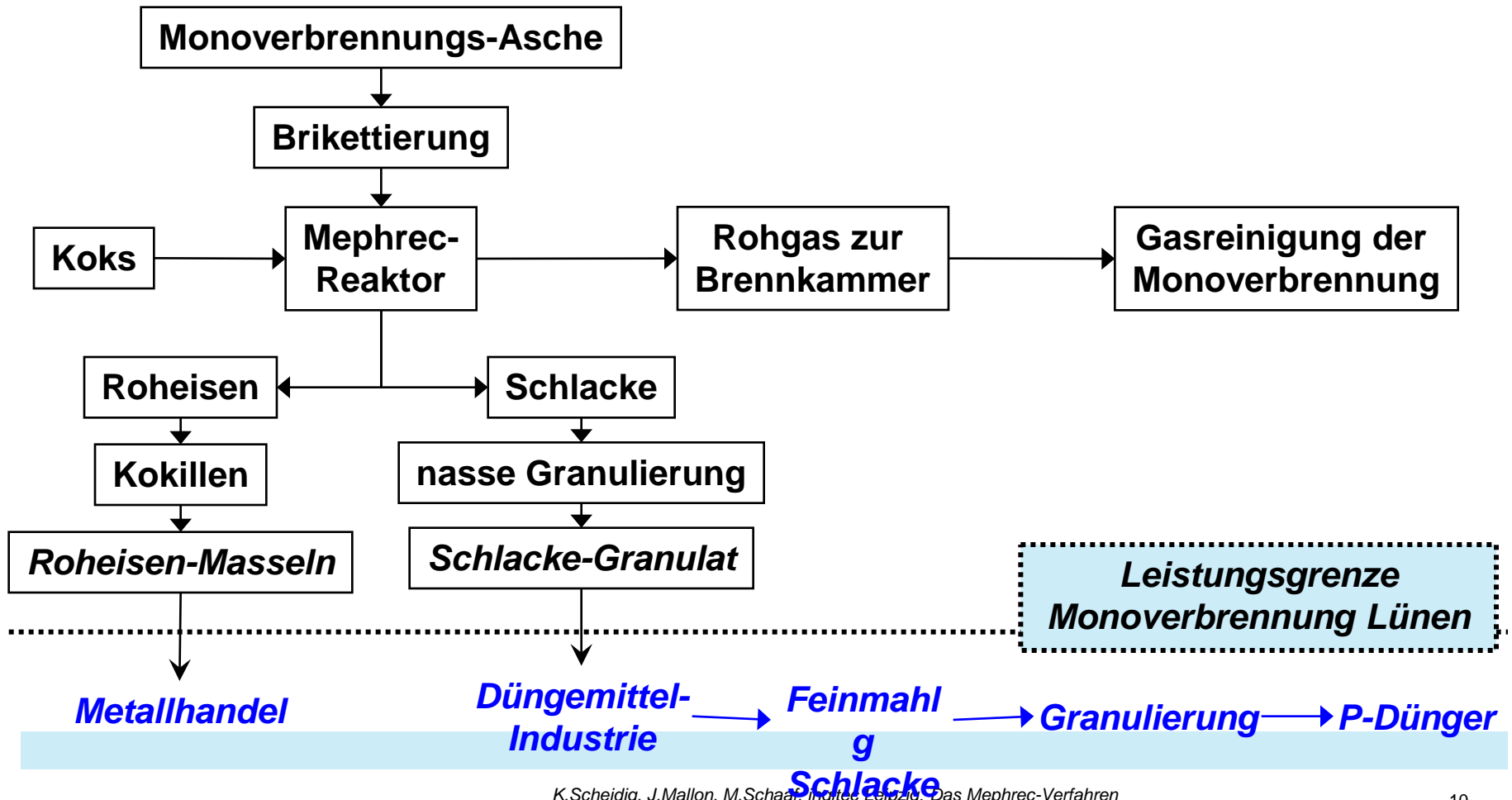
Klärschlamm-Monoverbrennung Innovatherm Lünen; Anlage mit integriertem P-Recycling anstelle Asche-Deponie



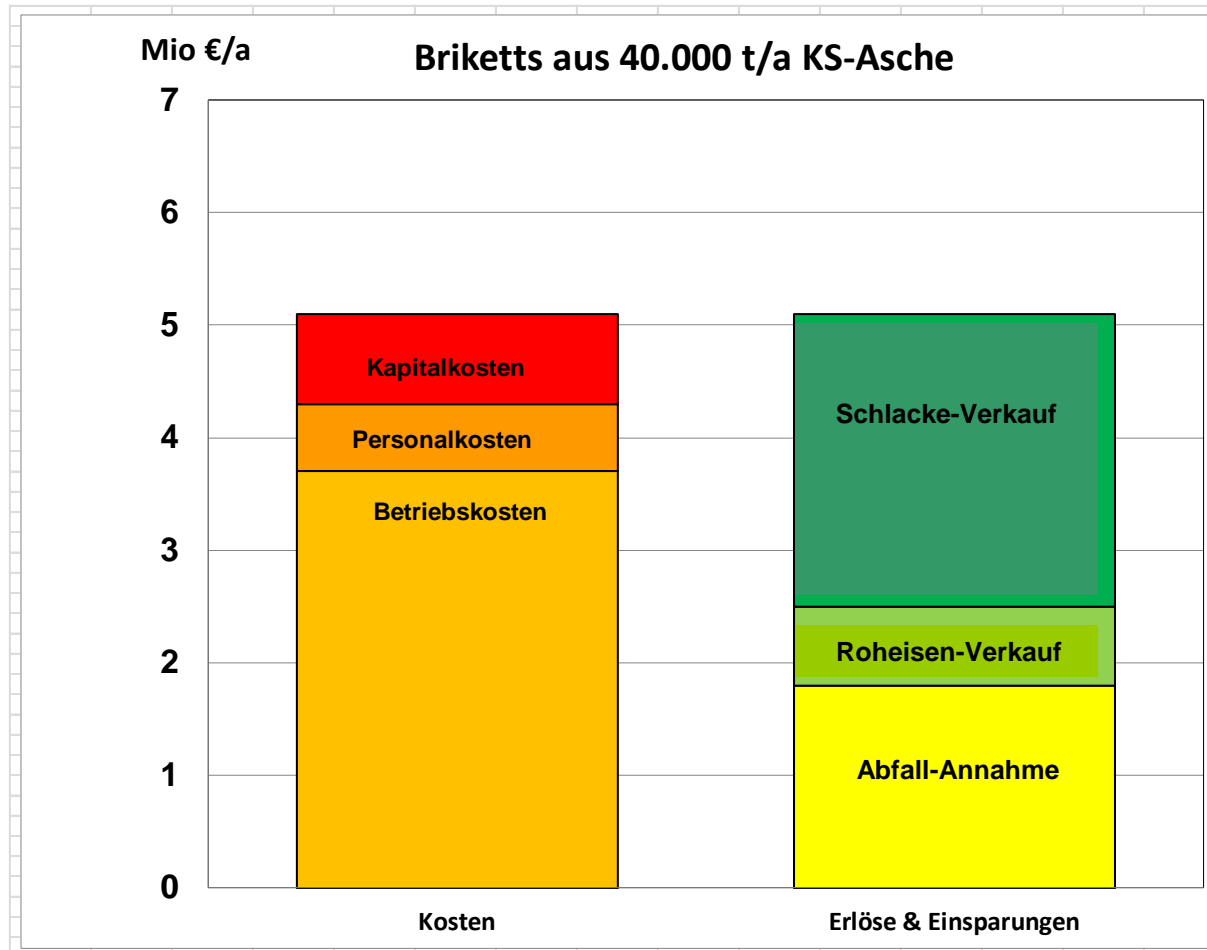
Verbrennungs-Simulation für die Klärschlamm-Monoverbrennung bei Innovatherm Lünen mit und ohne Abgas aus dem Mephrec-Reaktor

Anlagenleistung	<u>ohne</u> Mephrec-Rohgas	<u>mit</u> Mephrec-Rohgas
Brennstoff-Input	30 t/h	30 t/h
Verbrennungs-Luft	70.750 Nm ³ /h	70.750 Nm ³ /h
Sauerstoff-Zusatz	46 Nm ³ /h	46 Nm ³ /h
Zusatz-Brennstoff Öl	300 kg/h	300 kg/h
Rohgas aus dem Mephrec-Reaktor	0	5.497 Nm³/h
Prozessgas nach Wirbelschicht vor Dampfkessel	97.832 Nm³/h	103.065 Nm³/h
Temperatur	953 °C	961 °C
CO ₂	8,87 %	9,66 %
N ₂	58,46 %	59,08 %
H ₂ O	29,06 %	27,94 %
O ₂	3,58 %	3,26 %

Ressourcen-Effizienz des Mephrec-Verfahrens



Kosten- und Erlös-Strukturen bei der Schmelzvergasung von Asche-Briketts bei der Monoverbrennung von Innovatherm Lünen



Marktwirtschaftliche Einschätzung

**Anlagen mit prozessintegriertem P-Recycling
sollten zunehmend attraktiver werden**

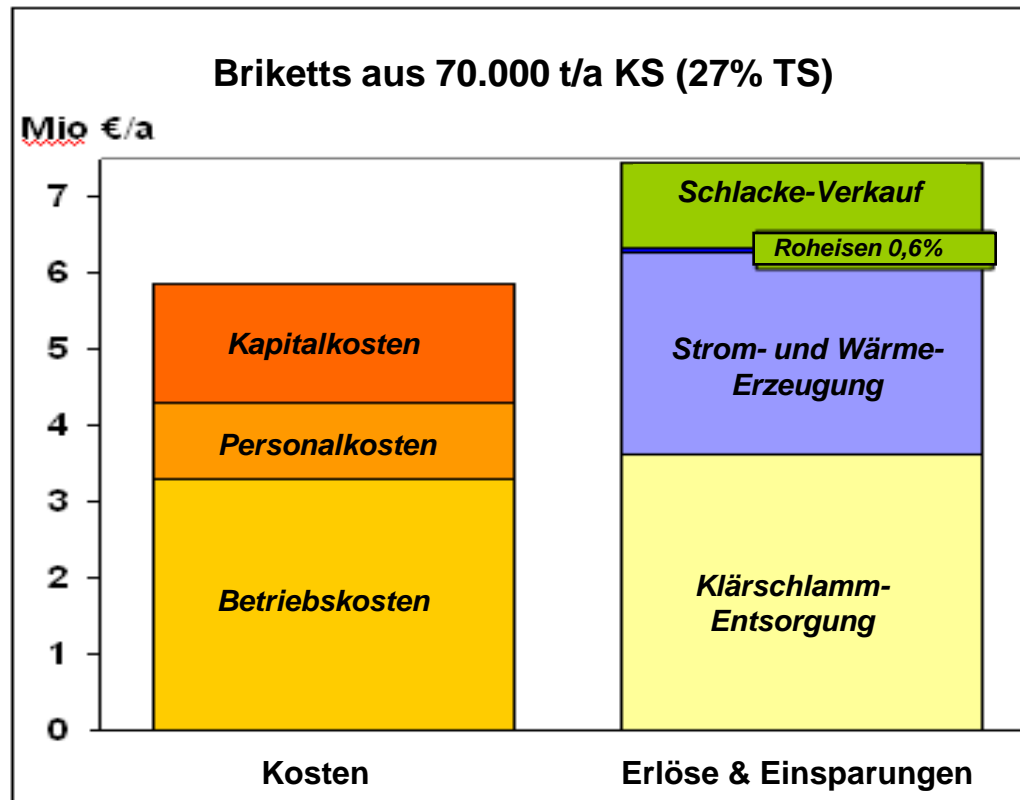
durch die

***Tendenz zu steigenden Preisen
für Phosphat-Dünger
für Strom u. Wärme***

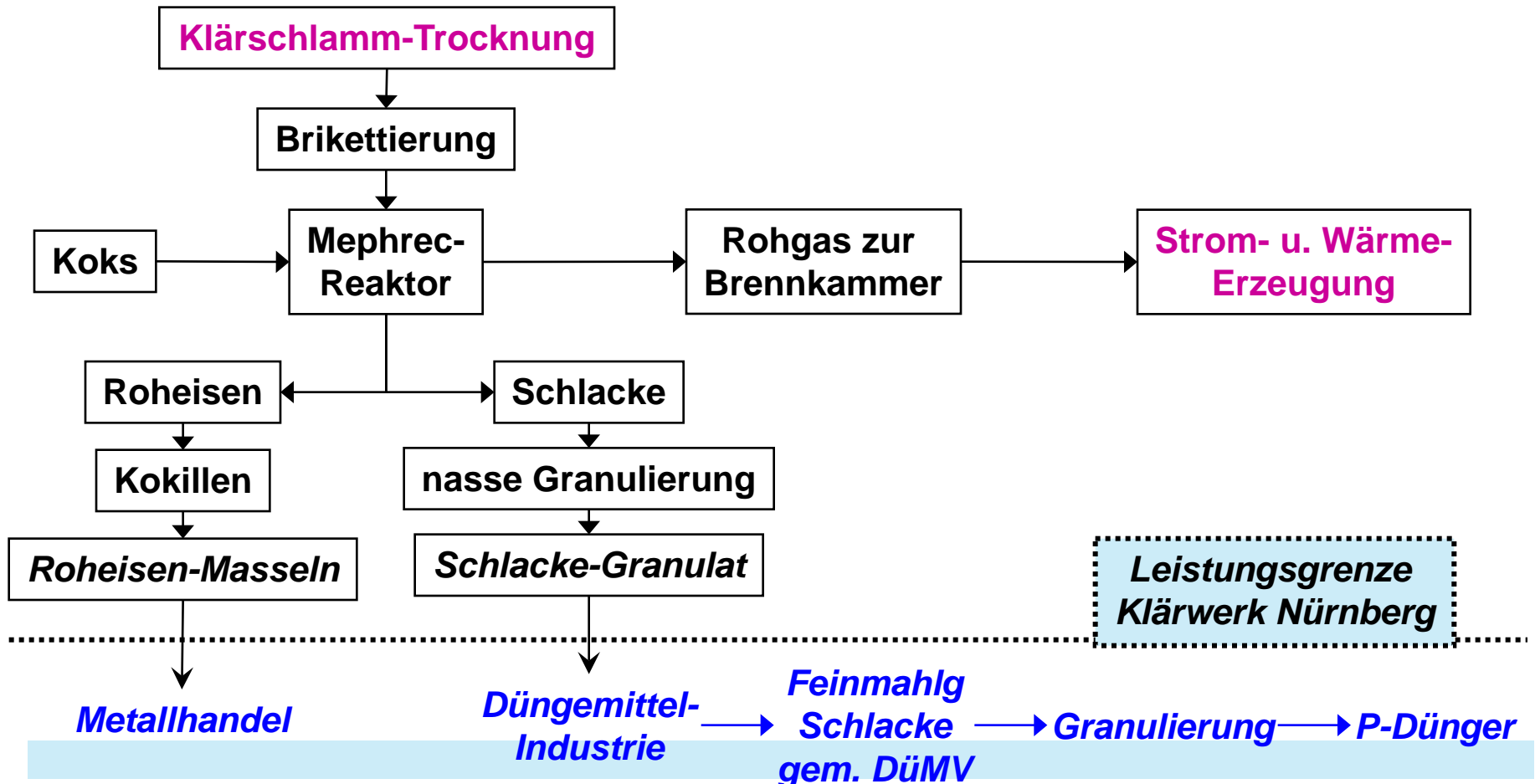
sowie

***durch die zu erwartenden höheren Entsorgungskosten
für Filterstäube auf Monodeponien***

Kosten- und Erlös-Strukturen bei der Schmelzvergasung von Klärschlamm-Briketts im Klärwerk 1 der Stadt Nürnberg



Ressourcen-Effizienz des Mephrec-Verfahrens



Düngemittelrechtliche Einstufung

Mephrec-Phosphat kann dem Düngemitteltyp
***„Phosphatdünger
aus der Verbrennung von Klärschlamm“***
zugeordnet werden

***Die Schmelzvergasung wurde als
Herstellungsverfahren für Phosphatdünger
in die deutsche DüMV 2012 aufgenommen***

Zulässige Schwermetallgehalte gemäß Düngemittelverordnung (DüMVV) im Vergleich zu Grenzgehalten im Mephrec-Phosphat

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3 erwartete Werte Mephrec-Phosphat	Spalte 4 Messwerte für Mephrec-Phosphat
	DüMV [mg/kg TM]	Mephrec [mg/kg TM]	Mephrec- TLL-Analyse) ¹ [mg/kg TM]
Pb	150	50	< 20
Cd	1,5	0,1	0,014
Cr (IV)	2	1	< 1,0
Cu		100	74
Ni	80	15	< 15
Hg	1	0,1	0,0007
Zn		200	85
As	40	5	0,59
Tl	1	0,1	0,01
U			10,3

)¹ TLL: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Düngewirkung von Mephrec-Phosphat

aus der Schmelzvergasung von Klärschlamm

erste Ergebnisse von Pflanzversuchen

„...die Schlacken eignen sich grundsätzlich als P-Dünger“
(Pflanzversuche mit Mais und Sommergerste, LfULG Leipzig)

„...wobei die fein aufgemahlene Schlacke unter neutralen Bedingungen (Lehmboden, pH 6,8) ebenso wirksam wie TSP war. Das entspricht den Erfahrungen bei der Düngung mit Thomas-Mehl“
(Pflanzversuche mit Mais, Universität Göttingen)

Phosphor-Strategie für Bayern¹⁾

SCENARIO 2

P-Rückgewinnung in großstädtischen Regionen

Standorte ohne Monoverbrennungs-Anlagen

10.000 – 15.000 t/a TM, Beispiel Nürnberg

Schmelzvergasung von brikettiertem Klärschlamm

Erzeugtes Produkt: phosphatreiche Schlacke (ähnlich Thomasmehl)

¹⁾ auszugsweise aus: G.Dimaczek et al.: Fraunhofer UMSICHT-Institut Sulzbach-Rosenberg, Okt. 2012

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kritische Betrachtungen zu LAGA-Empfehlungen

2. Ersatz der Mitverbrennung
von Klärschlamm und Tiermehl
durch Monoverbrennung

Erwartete zusätzliche Kosten

bei Planung und Bau

von weiteren Monoverbrennungs-Anlagen

durch

Zeit und Kosten *für Anlagen-Planung*
für Genehmigung, UVP, etc
für Bau und Inbetriebnahme

sowie durch

Invest- und Betriebskosten

Empfehlungen des LAGA-Berichts vom 30. Januar 2012

- ★ *Verbot der Mitverbrennung
von Klärschlamm und tierischen Nebenprodukten
mit mehr als 1 % Phosphat*
- ★ **Langfristiger Ersatz der Mitverbrennung
von Klärschlamm und tierischen Nebenprodukten
durch die Monoverbrennung**

Alternative zum Neubau von Monoverbrennungs-Anlagen

durch

Prozessintegriertes P-Recycling

bei der Mitverbrennung von Klärschlamm und Tiermehl

in Kraftwerken und Zementwerken

Bild für diese Folie bisher nur im angefügten Entwurf (word-Format)

Ressourcen-Effizienz des Mephrec-Verfahrens

Stoffliches und energetisches Potenzial von P-haltigen Abfällen

Beispiel Klärschlamm

1,9 Mio t/a TS in Deutschland:

- ★ 2 - 4 % P in der TS
- ★ 10 - 12 MJ/kg T
- ★ Humus-Bestandteile

Beispiel Tiermehl/Fleischknochenmehl

0,6 Mio t/a TS in Deutschland:

- ★ 3 - 6 % P in der TS
- ★ 18 MJ/kg TS

Stand der Technik bei der Verwertung der Nutzungspotenziale des Klärschlamms

Stoffliche Verwertung: Landwirtschaft

versus

Energetische Verwertung: Mono-/Mitverbrennung

Neue gesetzliche Regelungen

- Ausgangspunkte:**
- ***LAGA-Bericht Januar 2012***
 - ***Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess),
BMU 2012***
 - ***Beschluss Bundesrat zum P-Recycling
Sept. 2013***
- in Vorbereitung:**
- ***Überarbeitung der AbfKlärV***
 - ***Phosphorrückgewinnungsverordnung
(AbfPhosV)***

Empfehlungen des LAGA-Berichts vom 30. Januar 2012

- ★ **Verbot der Mitverbrennung von Klärschlamm und tierischen Nebenprodukten mit mehr als 1 % Phosphat**

Phosphor-Strategie des Bundes

Phosphor-Strategien der Länder

Phosphor-Strategie für Bayern¹⁾

SCENARIO 1

P-Rückgewinnung in ländlichen Regionen

Zentrale Klärschlamm-Monoverbrennung nach dem Straubinger Modell

***nasschemische Aufbereitung der Monoverbrennungs-Asche
Erzeugtes Produkt: Calciumhydrogen-Phosphat
(CaHPO₄)***

¹⁾ auszugsweise aus: G.Dimaczek et al.: Fraunhofer UMSICHT-Institut Sulzbach-Rosenberg, Okt. 2012

Phosphor-Strategie für Bayern¹⁾

SCENARIO 3

P-Rückgewinnung in Ballungsräumen

**Standorte mit Monoverbrennungs-Anlagen
>20.000 t/a TM, Beispiel München**

**Chlorierende Röstung von pelletierter Monoverbrennungs-Asche
Erzeugtes Produkt: Ca-Mg-Phosphat**

¹⁾ auszugsweise aus: G.Dimaczek et al.: Fraunhofer UMSICHT-Institut Sulzbach-Rosenberg, Okt. 2012

Phosphor-Strategie für Bayern

Besonderheiten für SCENARIO 2

**Wirtschaftliche P-Rückgewinnung
durch Schmelzvergasung von brikettiertem Klärschlamm
in einem Klärwerk der Metropol-Region Nürnberg**

Alternative Phosphor-Strategien

Kritische Betrachtungen zur LAGA-Empfehlung

unter Berücksichtigung von

***Wirtschaftlichkeit
und
zeitlicher Einordnung***