

9. Gutachtersitzung
zur
BMBF/BMU-Förderinitiative P-Recycling

Präsentation und Diskussion des Mephrec-Verfahrens

1. Stand der Technik
2. Kleintechnische Versuche
3. Machbarkeits-Studie
im Auftrag der Stadt Nürnberg

Berlin, 30. Sept. 2009

1. Stand der Technik zum P-Recycling

1. P-Recycling **ohne** Nutzung des energetischen Potenzials
 2. P-Recycling **mit zusätzlicher oder vorheriger** Nutzung des energetischen Potenzials
 3. P-Recycling **mit gleichzeitiger** Nutzung des energetischen Potenzials **in einem einzigen Prozess-Schritt**
-

Beispiele für den Stand der Technik

**5 Beispiele für Verfahren,
deren Produktions-Einführung unmittelbar bevor steht
oder bereits vollzogen wurde, wobei
das energetische Potenzial der eingesetzten Abfallstoffe
unterschiedlich genutzt wird**

Stand der Technik: Technische Pilot-Anlagen zum P-Recycling

Verfahren	Seaborne (modifiziert)	Ostara	AshDec (SUSAN)	ULOPHOS	Mephrec
Standorte	Gifhorn Niedersachsen	Edmonton Canada	Leoben Österreich	Unterloquitz Thüringen	Freiberg Sachsen
Inbetriebnahme	Okt. 2007	Mai 2007	Juni 2008	2004	(1992) / 2004
Einsatzstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Klärschlamm / • Fett-Gärs substrat 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlamm-wasser 	<ul style="list-style-type: none"> • Klärschlamm-Monoverbrennungs-Asche 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiermehl 	<ul style="list-style-type: none"> • Klärschlamm • Tiermehl • Klärschl.-Asche • Tiermehl-Asche
Durchsatz	5 m ³ /h	21 m ³ /h	300 kg/h	100 kg/h	300 kg/h
Nutzung des energetischen Potenzials	in einem zusätzlichen Prozess-Schritt	keine Nutzung	in der vorangegangenen Monoverbrenn.	im gleichen Prozess-Schritt	im gleichen Prozess-Schritt

Nur das ULOPHOS- und das Mephrec-Verfahren **nutzen beim P-Recycling gleichzeitig auch das energetische Potenzial** der eingesetzten Abfallstoffe.

ULOPHOS ist dabei auf den ausschließlichen Einsatz von Tiermehl ausgerichtet.

Mephrec kann dagegen eine Vielzahl von festen, staubförmigen oder pastösen P-haltigen Abfallstoffen verarbeiten (**Klärschlamm, Tiermehl, Monoverbrennungs-Aschen**).

Die variable Verfahrenstechnik des Mephrec-Verfahrens ermöglicht seinen **Einsatz an den unterschiedlichsten Standorten.**

Anlagentechnik von (geplanten) **großtechnischen Anlagen** zum P-Recycling

Verfahren	Seaborne (modifiziert)	Ostara	AshDec (SUSAN)	ULOPHOS	Mephrec
Anlage / Reaktoren	24 Edelstahlbehälter + 7 Kunststoffbehälter	Kristallis.Reaktor + div. Dosierbehälter	Monoverbrenng + Drehrohrofen + Abgasreinigung	Drehrohrofen + Abgasreinigung	Sauerstoff- Schmelzvergaser + Abgasreinigung
Standort	k.A.	Portland USA	Altenstadt Bayern	Unterloquitz Thüringen	Projekt SUN Nürnberg
Geplante Inbetriebn	k. A.	2009	2009/10	2011	Machbarkeits- Studie
Standort- möglich- keiten	<ul style="list-style-type: none"> • Kläranlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kläranlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • KS-Mono- verbrenn.- Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Drehrohrofen- Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kläranlagen • KS-Monoverbr.- Anlagen • MVA's • Kraftwerke • Zementwerke

2. Mephrec-Versuche zur Schmelzvergasung

Einsatzstoffe: - Klärschlamm aus Nürnberg = KS(N)

Mischungen: - Zusatz von Klärschlamm-Asche aus der Monoverbrennungs-Anlage München = KSA(M)

- Zusatz von Tiermehl-Asche aus der Monoverbrennungs-Anlage Lünen = TMA(L)

Bindemittel: - Zement

Brikettierung: - Herstellung der Formlinge mittels Extruder-Pressen

Schmelzvergasung in der technischen Pilotanlage in Freiberg

Ziele der Versuche zur Schmelzvergasung:

- ⇒ Nachweis, dass die aus Klärschlamm mit 27 % TS hergestellten Briketts geeignet sind für den Einsatz im Schachtofen
- ⇒ Nachweis einer hohen Pflanzenverfügbarkeit der in der Schlacke gelösten Phosphate
- ⇒ Nachweis, dass beim Schmelzen unter reduzierenden Bedingungen eine Schlacke mit minimalen Schwermetall-Gehalten entsteht

Mephrec - Pilotanlage in Freiberg

Parameter der Pilotanlage

lichter Schachtdurchmesser:	400 mm
Höhe der Schüttsäule im Schacht:	2000 mm
Gastrahlmischer-Düse	1 Stck
Schmelzleistung:	450 kg/h Eisen
alternativ	300 kg/h Schlacke
Heißwind-Temperatur	350 °C
Zusätzliche Anlagentechnik verfügbar für	Kreislaufgasbetrieb Sauerstoffbetrieb Staubinjektion



**Nachweis einer hohen Pflanzenverfügbarkeit
der in einer kalkbasischen Schlacke gelösten Phosphate**

⇒ mehr als 90 % citronensäurelösliches P₂O₅

**d.h. ähnliche Eigenschaften wie der früher erzeugte P-Dünger
„Thomasmehl“**

Versuchsergebnisse: Mephrec-Schlacken

Parameter	Binde- mittel	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe- Oxide	P ₂ O ₅ in der Schlacke	Citrslösl P ₂ O ₅ - Anteil
		%	%	%	%	%	%	%
100 % KS(N)	15 % Zement	49,0	3,5	21,0	17,5	3,2	4,6	93,5
60 % KS(N) 40 % KSA/M)	15 % Zement	32,5	3,8	27,6	19,9	3,3	10,5	93,4
40 % KS(N) 60 % TMA(L)	20 % Zement	50,5	2,5	16,0	14,5	2,7	12,0	94,2

Nachweis,
dass beim Schmelzen unter reduzierende Bedingungen
eine Schlacke entsteht, deren Schwermetall-Gehalte weit
unter den gesetzlich vorgeschriebenen Höchstgrenzen liegen,

wobei niedrigste Gehalte an Cd, Hg und U als Vorteil
gegenüber den marktüblichen mineralischen P-Düngern
hervorzuheben sind

Versuchsergebnisse: Schwermetalle in der Schlacke

	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Hg mg/kg	Zn mg/kg	U mg/kg
AbfKlärV 1992	900	10	900	800	200	8	2500	k.A.
Novelle 2007	120	2,5	100	700	80	1,6	1500	k.A.
100 % KS(N)	<5,0	<0,4	68	123	13	<0,1	11	<5,0
60 % KS(N) 40 % KSA(M)	<5,0	<0,5	116	133	6	<0,2	101	<5,0
40 % KS(N) 60 % TMA(L)	<5,0	<0,4	109	161	5	<0,1	37	<5,0

**Die durch Patente geschützten
Alleinstellungsmerkmale
des Mephrec-Verfahrens bilden die Grundlage
für ein breites Spektrum von Anwendungs-Möglichkeiten
für das metallurgische P-Recycling
aus den verschiedensten P-haltigen Abfällen
bei gleichzeitiger Strom- bzw. Wärme-Erzeugung.**

Mephrec - Alleinstellungsmerkmale

Gleichzeitige stoffliche und energetische Verwertung von P-haltigen Abfällen

⇒ sichert die Wirtschaftlichkeit des Phosphor-Recyclings

Hohe verfahrenstechnische Flexibilität

⇒ sichert den Einsatz von festen, staubförmigen oder pastösen P-haltigen Abfällen

⇒ ermöglicht flexible Standortwahl

Hohe Umweltverträglichkeit

⇒ frei von organischen Schadstoffen

⇒ extrem niedrige Schwermetall-Gehalte in der erzeugten Schlacke, insbesondere sehr niedrige Gehalte an Cd, Hg und U

⇒ hohe Pflanzenverfügbarkeit des in der Schlacke enthaltenen Phosphats (>90 % P_2O_5 -citrsl.)



3. Machbarkeits-Studie

im Auftrag der Stadt Nürnberg

Ziel:

**Technische und wirtschaftliche Überprüfung der Anwendung
des Mephrec-Verfahrens zur Verwertung des Klärschlammes
der Städte Nürnberg, Erlangen, Fürth und Schwabach**

Aufgabenstellung:

Verwertung von 60.000 t/a Klärschlamm (27 % TS)

Empfehlung der Machbarkeits-Studie:

Durch Sauerstoff-Schmelzvergasung des brikettierten Klärschlammes wird eine Phosphat-Schlacke erzeugt, die im Wasserbad granuliert und als Düngemittel verkauft wird.

Das im gleichen Prozess-Schritt anfallende Gichtgas wird auf Synthesegas-Qualität gereinigt und in einem BHKW verstromt.

Machbarkeits-Studie SUN Nürnberg

Prinzip-Darstellung

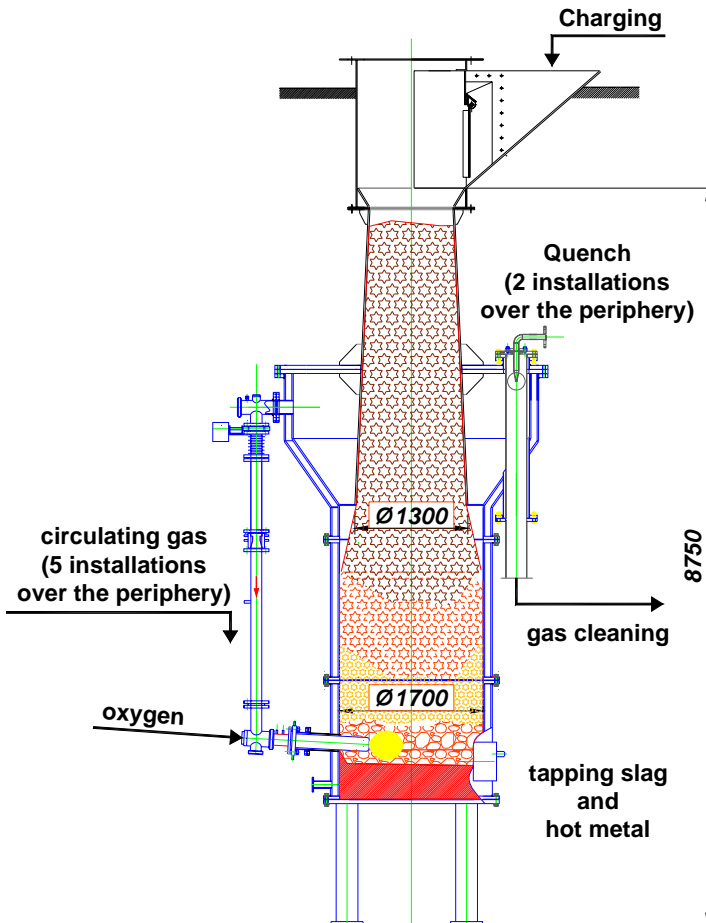
des Sauerstoff-Schmelzvergasers

der ingitec GmbH

Grobabmaße eines Schmelzvergasers

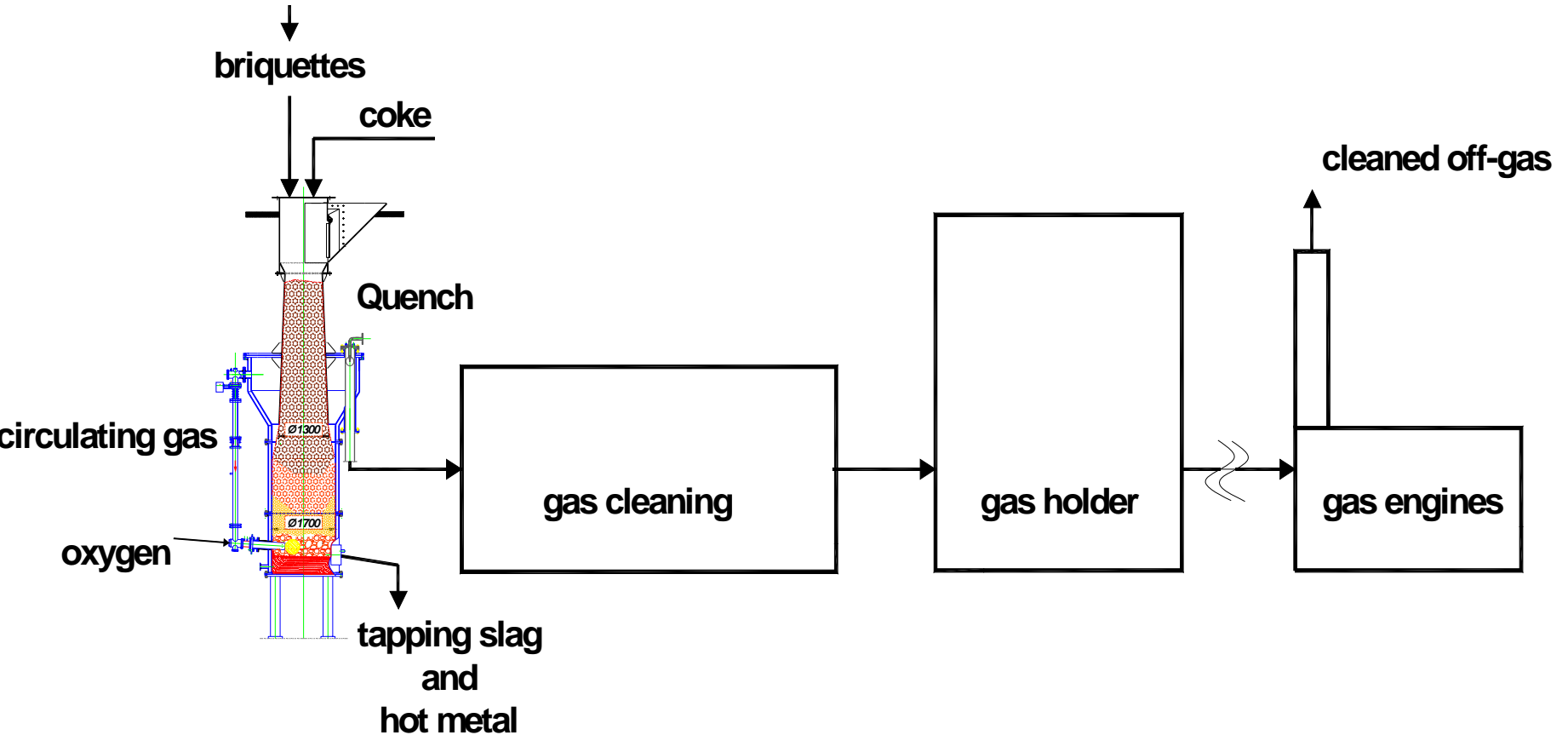
mit einer Durchsatzleistung von

30.000 t/a Klärschlammbricketts



**Das im Sauerstoff-Schmelzvergaser anfallende Gichtgas
wird auf Synthesegas-Qualität gereinigt
und in einem BHKW verstromt.**

Machbarkeits-Studie SUN Nürnberg



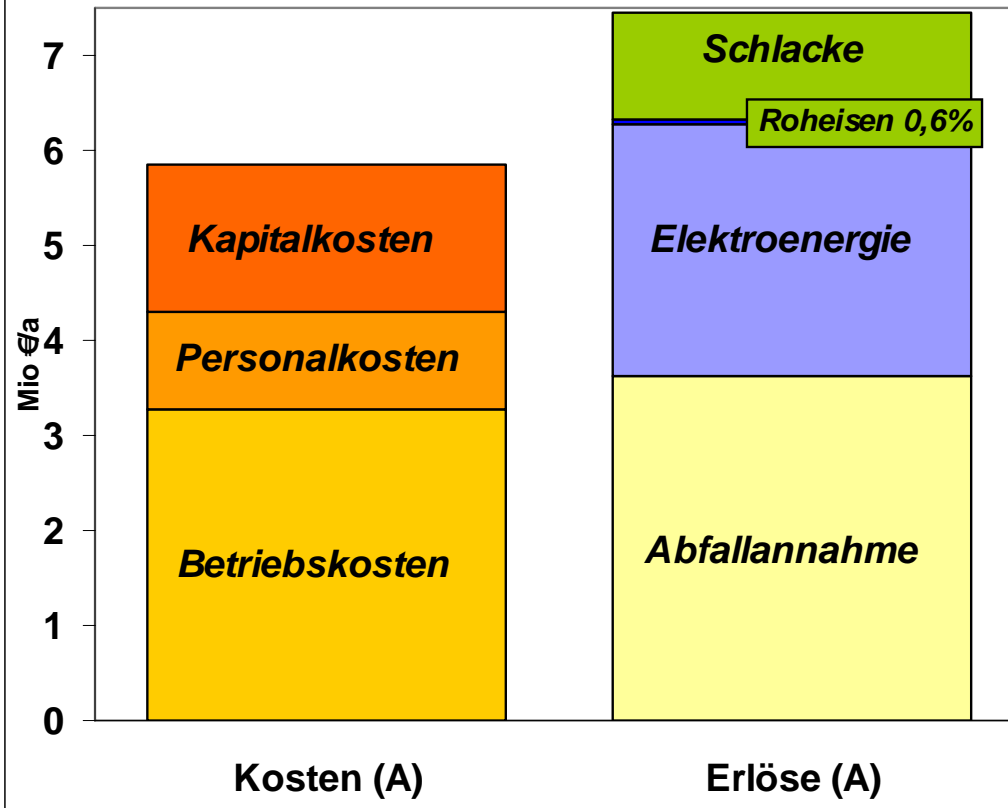
Kosten / Nutzen – Analyse:

Die Kosten für die Mephrec-Anlage einschließlich der Kosten für Gasreinigung, Gasspeicher, BHKW und Pilotanlage können gedeckt werden durch die Erlöse aus Abfallannahme und Elektroenergie-Erzeugung.

Zusammen mit den Erlösen aus dem Schlacke-Verkauf ergibt sich eine vom Düngemittel-Markt abhängige Rendite.

Machbarkeits-Studie SUN Nürnberg

Zementgebundene Briketts aus 60.000 t/a KS (27% TS)



Besonders vorteilhafte Kosten/Nutzen-Verhältnisse

ergeben sich

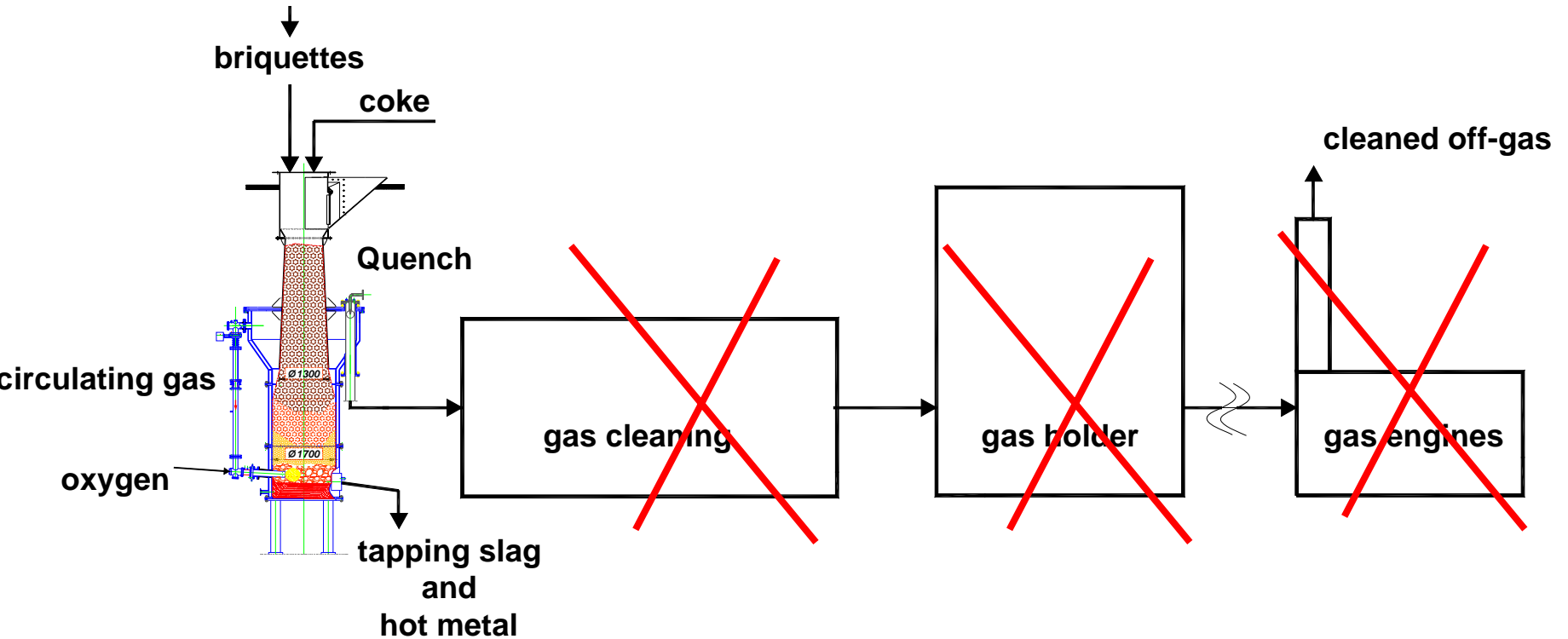
beim Einsatz der Mephrec-Technik im Bypass

in bestehenden Anlagen, die bereits Klärschlamm

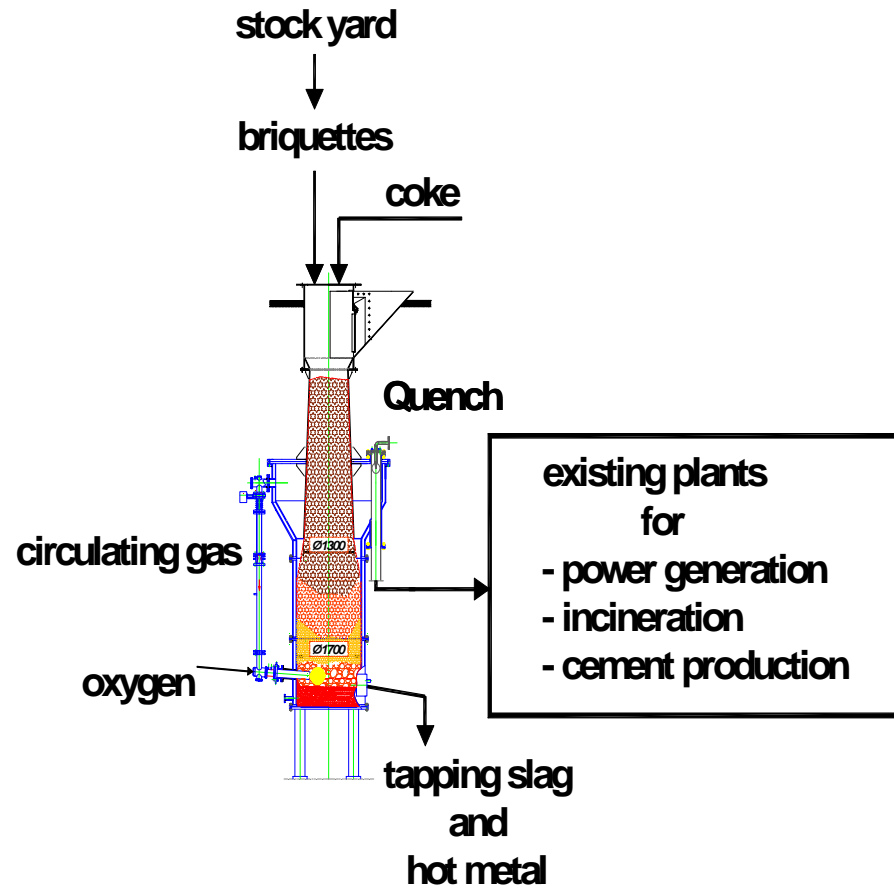
oder Tiermehl zur Mitverbrennung einsetzen

(Wegfall von Gasreinigung, Gasspeicher und BHKW)

Machbarkeits-Studie SUN Nürnberg



Machbarkeits-Studie SUN Nürnberg



Optionen für die Weiterentwicklung

- ⇒ **Bindemittelfreie Brikettierung**
- ⇒ **Tiermehl als Bindemittel
sowie als Energie- und P-Lieferant**
- ⇒ **Eindüsen von Zusatzbrennstoffen
bzw. von zusätzlichen Energie- und P-Trägern (getrockneter
Klärschlamm, Tiermehl, Monoverbrennungs-Aschen)**