

20. bis 22.09.2023
STATUSKONFERENZ
BIOENERGIE 



Techno-ökonomischer Vergleich von Verfahren zur thermischen Verwertung von Klärschlamm

Verbundvorhaben PyroGasII 03EI5457A

Andreas Ewald, Philipp Zugliani, Sebastian Fendt, Hartmut Spliethoff

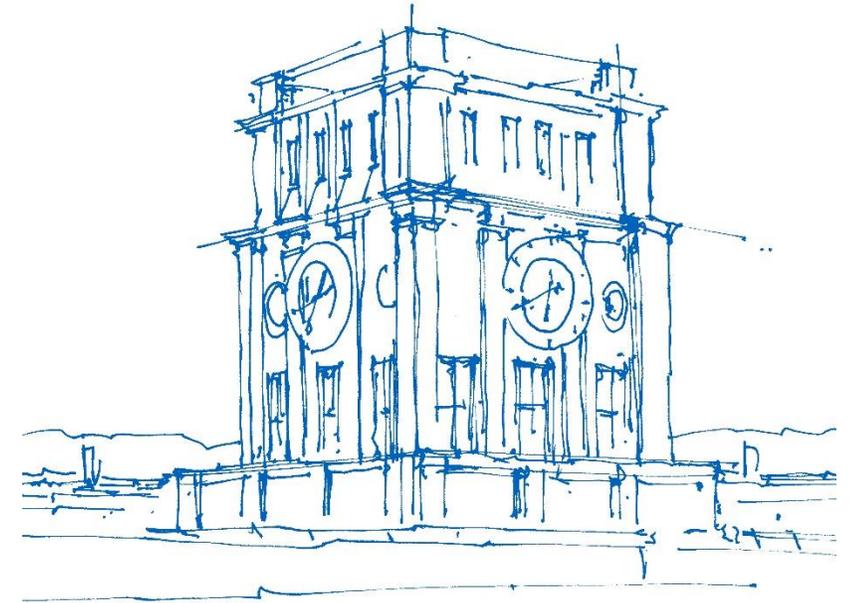
Lehrstuhl für Energiesysteme, Technische Universität München

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Uhrenturm der TUM

Agenda

Techno-ökonomischer Vergleich von Verfahren zur thermischen Verwertung von Klärschlamm

Piktographische Konzeptvorstellung

- Zentrale Verbrennung – Wirbelschichtverbrennung als „State of the Art“
- Dezentrale Vergasung – Flugstromvergasung nach PyroGasII

Vorgehen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse nach Annuitätsmethode angelehnt an Richtlinienreihe VDI 2067:

- Kapitalgebundene Kosten (aus Literaturrecherche)
- Bedarfsgebundene Kosten (aus Literaturrecherche und Prozesssimulation in Aspen Plus)
- Betriebsgebundenen Kosten (aus Literaturrecherche)

Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse:

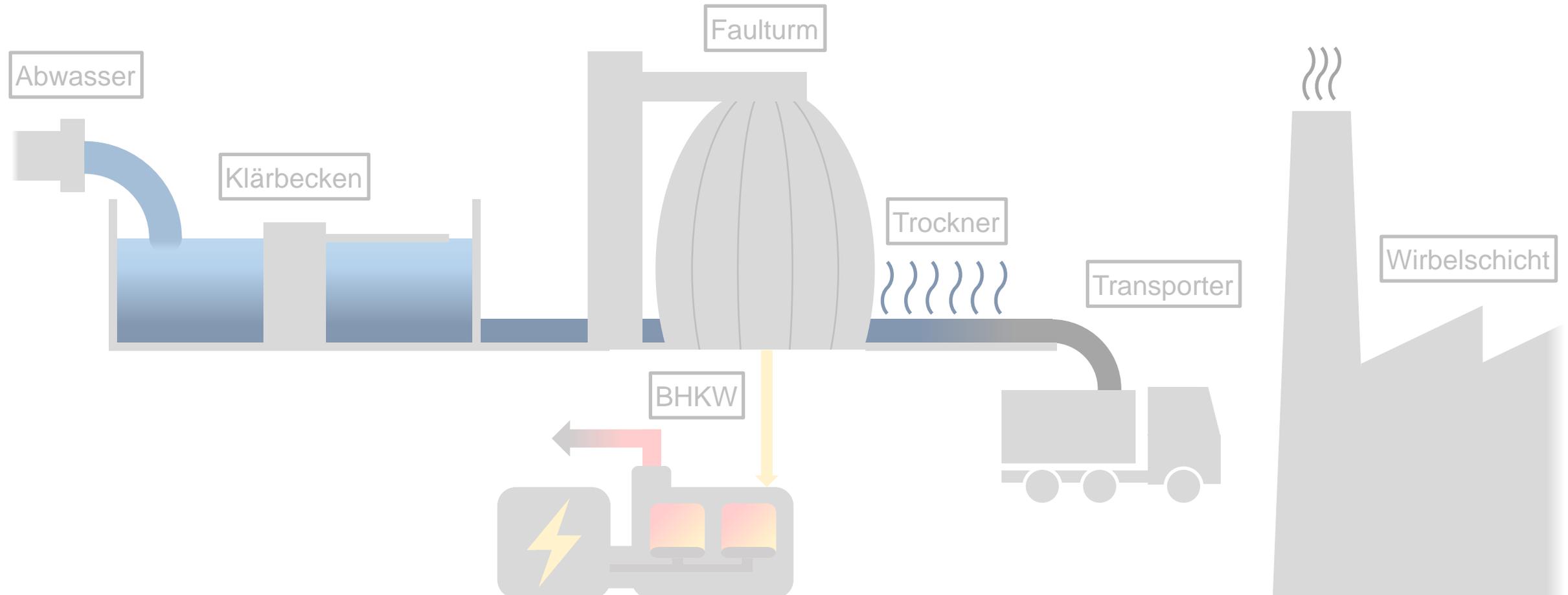
- Zahlenwerte zu wirtschaftlichen Vergleichsgrößen der Konzepte

Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse:

- Investitionskosten
- Wärmepreis
- Transportkosten
- Strompreis
- Betriebskosten
- Abnahmepreis Klärschlamm

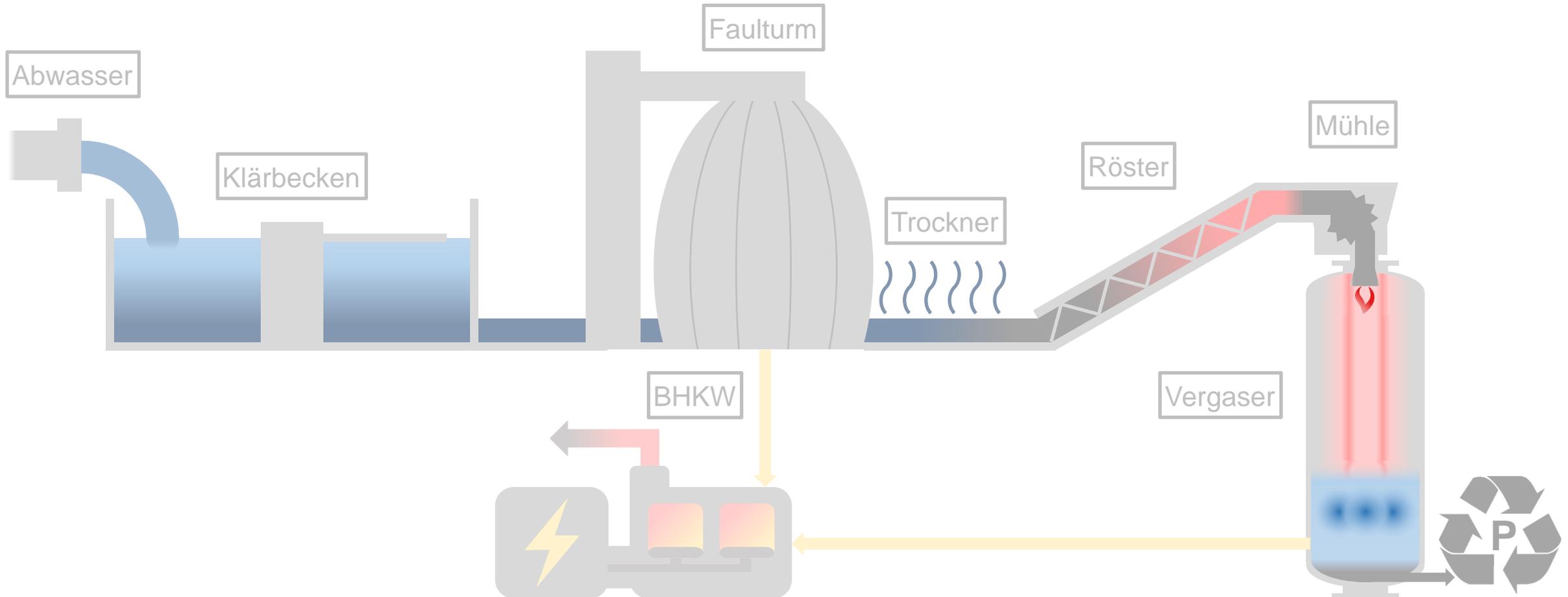
Verfahren im wirtschaftlichen Vergleich

Verfahrensfließbild einer modernen Kläranlage mit zentraler Wirbelschichtverbrennung



Verfahren im wirtschaftlichen Vergleich

Verfahrensfließbild einer modernen Kläranlage mit dezentraler Flugstromvergasung



Wirtschaftlicher Konzeptvergleich

Rahmenbedingungen

Zentrale Wirbelschichtverbrennung

Dezentrale Flugstromvergasung

Gemeinsamkeiten

Jahresvollast	8000 h/a
Betrachtungszeitraum	20 a
Skalierungsfaktor	n
Trockenmassegehalt	30 %
Faulgasausbeute	50 %
EI. Wirkungsgrad BHKW	25 %
Th. Wirkungsgrad BHKW	64 %

Jahresvollast	8000 h/a
Betrachtungszeitraum	20 a
Skalierungsfaktor	n
Trockenmassegehalt	30 %
Faulgasausbeute	50 %
EI. Wirkungsgrad BHKW	25 %
Th. Wirkungsgrad BHKW	64 %

Unterschiede

Trockenmassemenge	12100 kg/h
Feuerungswärmeleistung	37 MW
Luftzahl	1,2
Feuerungstemperatur	850 °C

Trockenmassemenge	50 kg/h
Feuerungswärmeleistung	0,29 MW
Luftzahl	0,4
Feuerungstemperatur	1250 °C

mit Daten der INNOVATHERM GmbH in Lünen

Wirtschaftlicher Konzeptvergleich

Kapitalgebundene Kosten

Zentrale Wirbelschichtverbrennung

Bandrockner	$n = 0,54$
Wärmetauscher	$n = 0,60$
BHKW (klein)	$n = 0,95$
Speichersilos	$n = 0,65$
Wirbelschichtreaktor	$n = 0,50$
-	
-	
Grundstückskosten	220 €/m ²
Planungskosten	10 %
Instandsetzungskosten	10 %
Zusatzkosten	15 %

Dezentrale Flugstromvergasung

Bandrockner	$n = 0,54$
Wärmetauscher	$n = 0,60$
Torrefizierungsanlage	$n = 0,55$
Mühle	$n = 0,60$
Flugstromvergaser	$n = 0,80$
Quencheinheit	$n = 0,75$
BHKW (groß)	$n = 0,95$
Grundstückskosten	220 €/m ²
Planungskosten	10 %
Instandsetzungskosten	10 %
Zusatzkosten	15 %

Wirtschaftlicher Konzeptvergleich

Bedarfsgebundene und betriebsgebundene Kosten

Zentrale Wirbelschichtverbrennung

Bedarfsgebundene Kosten:

-
-

Transportentfernung (UBA, 2018) 150 km

Betriebsgebundene Kosten:

Betätigung	37,70 €/h
Instandhaltung	1.5 %
Inspektion	1,0 %
Wartung	1,0 %
sonstiges	0,5 %

Dezentrale Flugstromvergasung

Bedarfsgebundene Kosten:

Strombedarf für Mühle 4000 kWh/a

Wasserbedarf für Quench 8712 m³/a

-

Betriebsgebundene Kosten:

Betätigung	37,70 €/h
Instandhaltung	1.5 %
Inspektion	1,0 %
Wartung	1,0 %
sonstiges	0,5 %

Wirtschaftlicher Konzeptvergleich

Sonstige Kosten und Erlöse

Zentrale Wirbelschichtverbrennung

Sonstige Kosten:

Verwaltung	3,50 %
Versicherung	1,00 %
allgemeine Abgaben	0,50 %
nicht erfasste Steuern	0,25 %
sonstiges	1,00 %

Erlöse:

Wärmeerzeugung (Hochtemp.)	0,08 €/kWh
Stromerzeugung	0,20 €/kWh
Abnahme des Klärschlamm	40 €/t (UBA, 2018)

Dezentrale Flugstromvergasung

Sonstige Kosten:

Verwaltung	3,50 %
Versicherung	1,00 %
allgemeine Abgaben	0,50 %
nicht erfasste Steuern	0,25 %
sonstiges	1,00 %

Erlöse:

Wärmeerzeugung (Hochtemp.)	0,08 €/kWh
Stromerzeugung	0,20 €/kWh
Abnahme des Klärschlamm	40 €/t (UBA, 2018)

Ergebnisse des Konzeptvergleichs

Wirtschaftliche Vergleichsgrößen

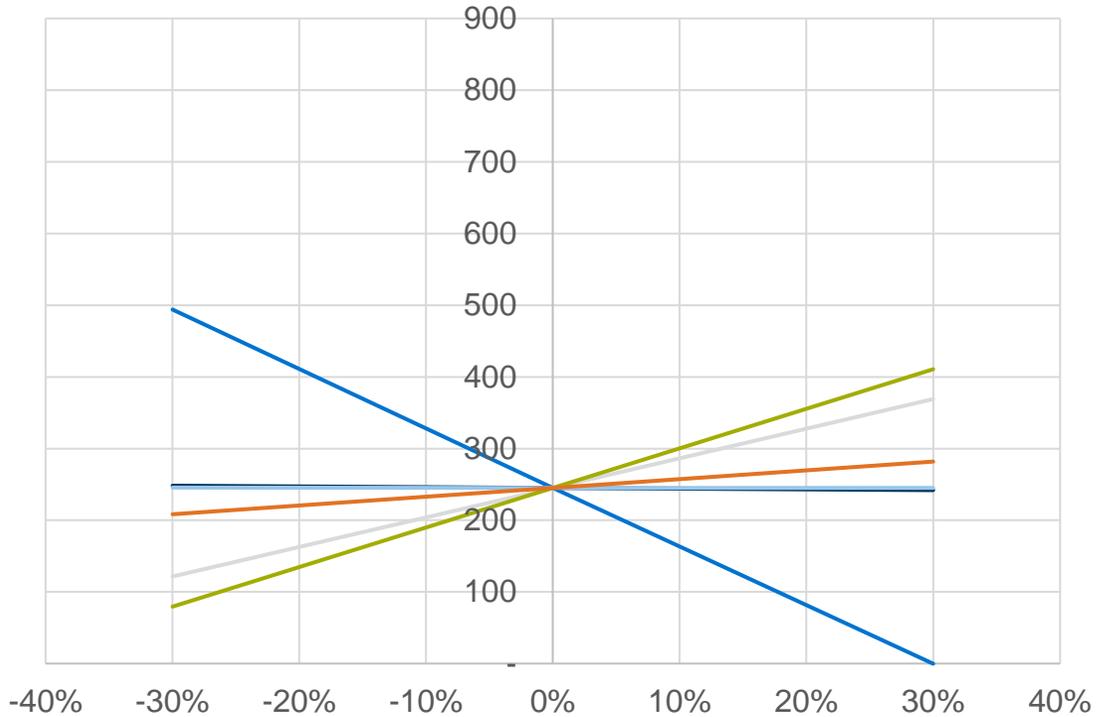
Kennzahl	Zentrale Wirbelschichtverbrennung	Dezentrale Flugstromvergasung
Gesamtinvestition Anlage	12.677.574 €	2.230.727 €
Jährliche Gesamtkosten	79.964.367 €/a	243.928 €/a
Jährliche Gesamterlöse	103.255.580 €/a	518.048 €/a
Jährlicher Gewinn	23.291.212 €/a	274.120 €/a
Spezifische Jahreskosten	842 €/t TS	564 €/t TS
Abweichung zum Referenzwert	8.1 %	- 21,7 %
Spezifische Gewinne	245 €/t TS	685 €/t TS

Die Abweichung wird bezogen auf den vom Bayrischen Landesamt für Umwelt veröffentlichten durchschnittlichen Wert der Entsorgungskosten von 779 €/t TS bei Monoverbrennung von getrocknetem Klärschlamm (LfU, 2019).

Sensitivität

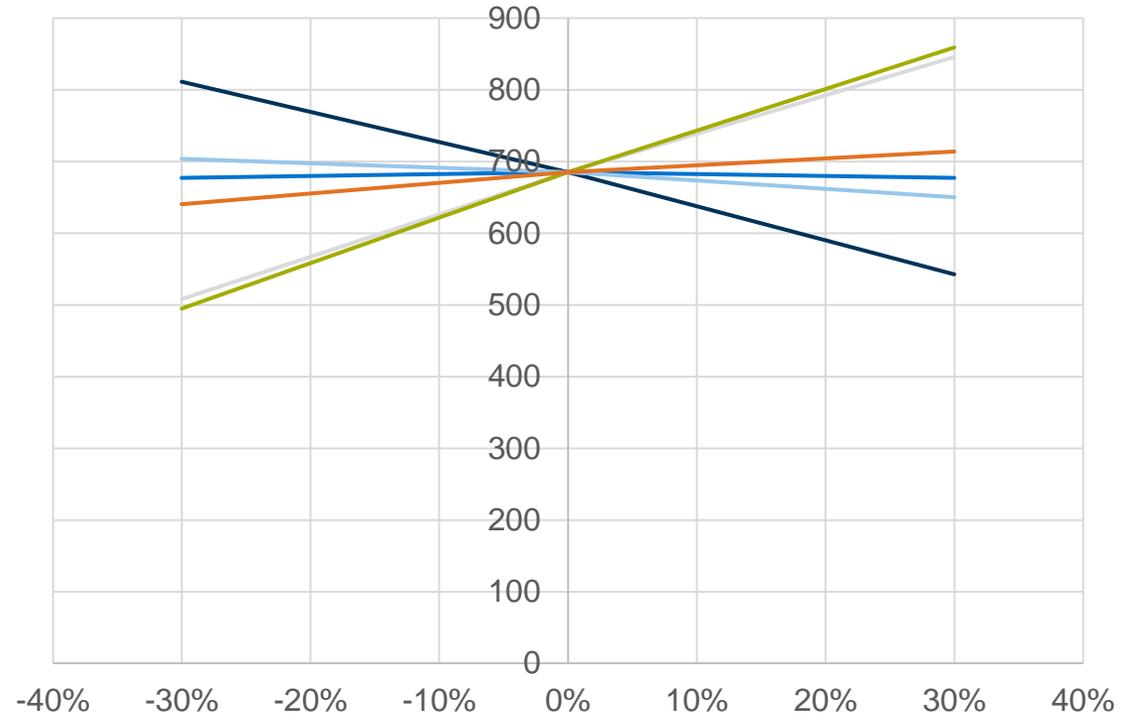
Variation wichtiger Einflussgrößen auf die wirtschaftliche Betrachtung

Zentrale Wirbelschichtverbrennung



— Investitionskosten — Transportkosten — Betriebskosten

Dezentrale Flugstromvergasung



— Wärmepreis — Strompreis — Klärschlammpreis

Fazit der Untersuchung

Ergebnisse und geplante Schritte

Zentrale Wirbelschichtfeuerung:

- + Etablierter Prozess mit Beleg zur Durchführbarkeit
- + Wärmeauskopplung am Industriestandort auf hohem Temperaturniveau
- Energiebereitstellung für Klärschlamm-trocknung nicht an der Kläranlage möglich
- Emissionen und Sensitivität durch hohe Transportkosten (43 % der Gesamtkosten)

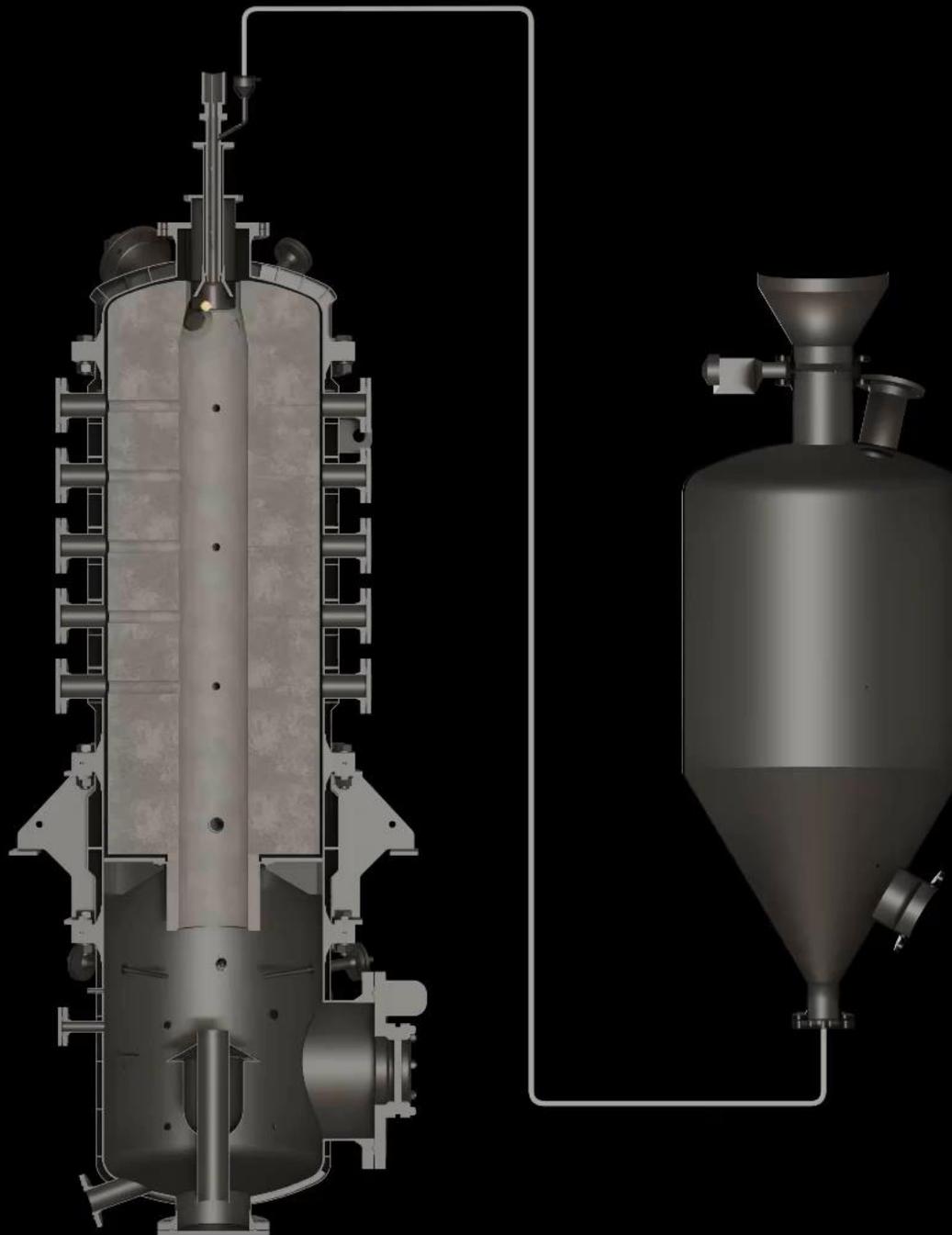
Dezentrale Flugstromvergasung:

- + Verwertung am Standort ohne Transport des Klärschlammes
- + Trocknung und Stromerzeugung am Standort
- + Geringere Treibhausgasemissionen
- Komplexes Anlagenkonzept mit hohem Aufwand zur Gasreinigung (bisher nicht berücksichtigt)

Ausblick zum Ende des Vorhabens:

- Bisher keine detaillierte Einbeziehung der Gasnachbehandlung, da experimentelle Bestimmung in PyroGasII aussteht.
- Anpassung an aktuelle wirtschaftliche Situation zum Ende des Vorhabens.
- Vergleich mit dezentraler Wirbelverbrennung nach VerKlär² bei besserer Datenlage.

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit.



Ich freue mich
über Fragen!

Literaturangaben

Literaturangaben in der Präsentation und Verweise

In Präsentation genannte Literatur:

(UBA, 2018)

Umweltbundesamt (2018), KLÄRSCHLAMMENTSORGUNG in der Bundesrepublik Deutschland, ISSN 2363-832X

(LfU, 2019)

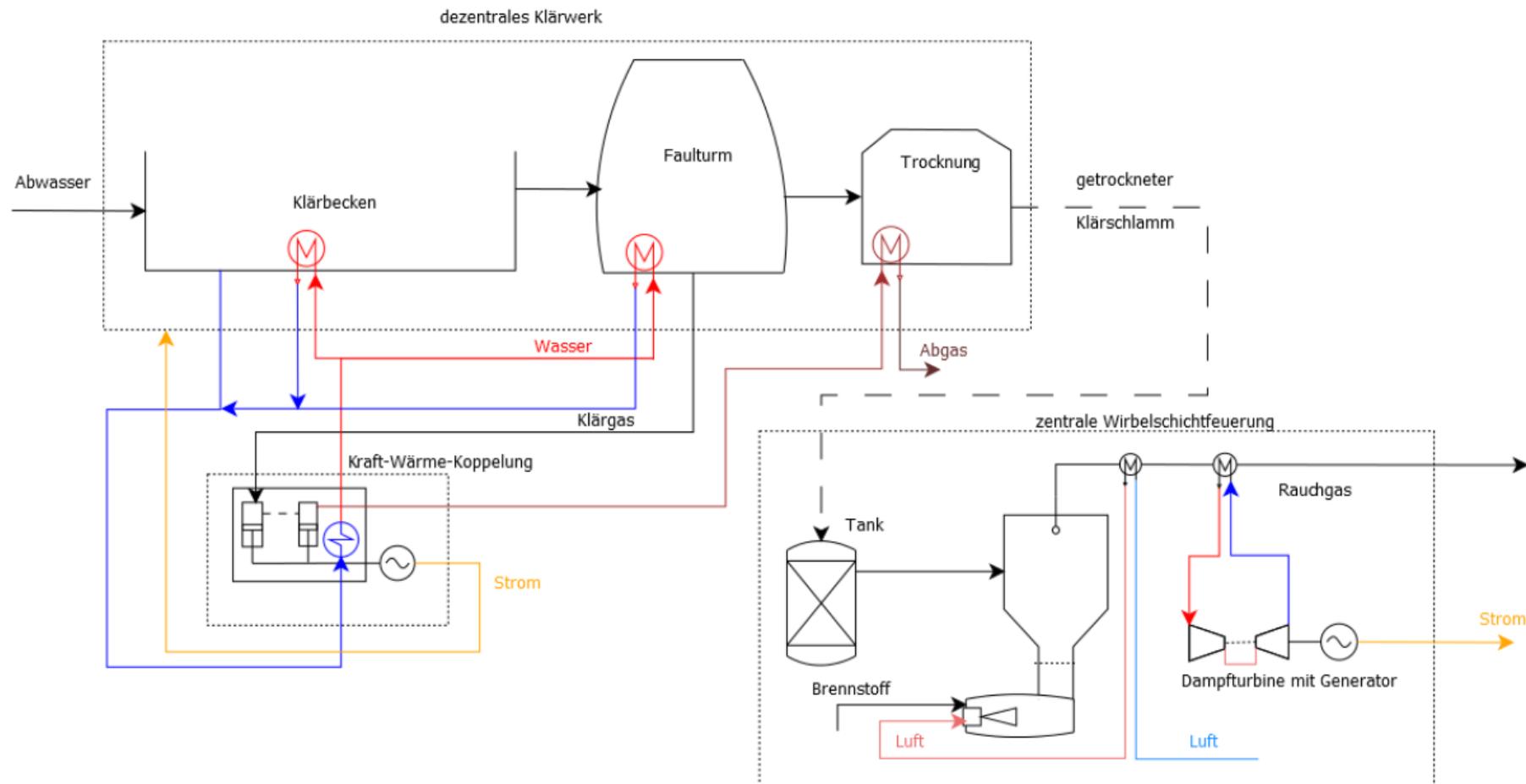
Bayerisches Landesamt für Umwelt (2019), Klärschlammmentsorgung in Bayern – Planungshilfe für Kommunen

Komplettes Literaturverzeichnis:

Zugliani P. (2023), Techno-ökonomischer Vergleich von Konzepten zur energetischen Klärschlammverwertung

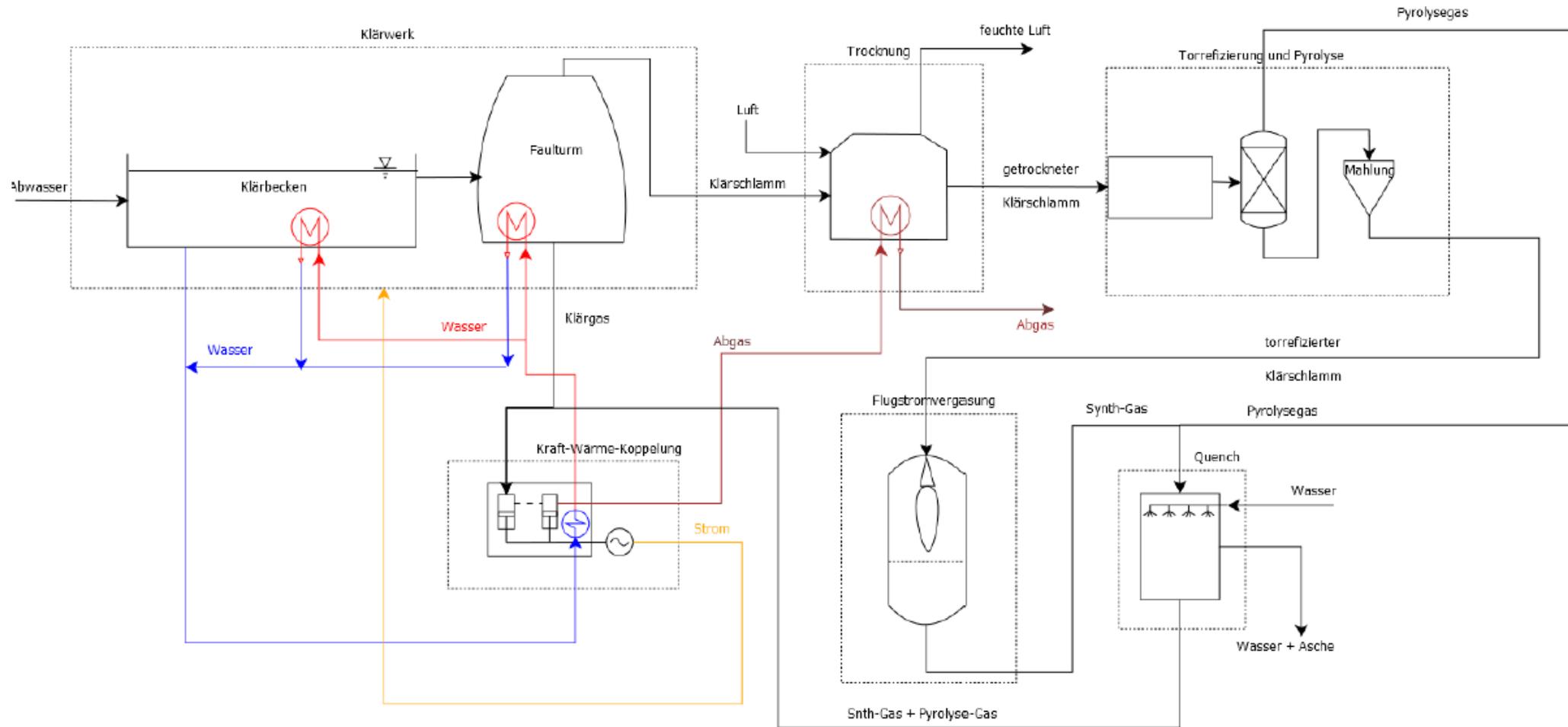
Prozessschema

Zentrale stationäre Wirbelschichtfeuerung



Prozessschema

Dezentrale Flugstromvergasung



Berechnungstabelle

Zentrale stationäre Wirbelschichtfeuerung

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U									
Zentrale Wirbelschichtfeuerung																													
Vergleichswerte						Simulationsergebnisse						Wirtschaftlichkeitsbetrachtung						Abschätzung der Kosten											
Eingangsdaten						Eingangsdaten						Kapitalgebundene Kosten						Abschätzung Investition Bauteile C-Co (S)So Co											
Brennstofffluss (nass): 29,93 t/h						Brennstofffluss (nass): 37,00 t/h						Speicherzinsen: 1.237,371.78						So: 99,289.91											
Speicherzinsen: 29,933.00 kg/h						Speicherzinsen: 38,998.72 kg/h						Wärmekosten: 1.625,559.89						Vergleichswert in l: 180,000.00			Vergleichsgröße in Einheit: 33.5 t/h			Skalierungsfaktor: 0.65			Abschätzung in l: 1.237,371.78		
Wärmeausaucher: 5,028.74 t/Woche						Wärmeausaucher: 6,236.78 t/Woche						Wirbelschichtreaktor: 8,936,297.89						Wärmekosten: 8,100,000.00			Wärmekosten: 138.1 t/h			Wärmekosten: 0.6			1.625,559.89		
Zwischensumme Bauteile: 11,799,229.66						Zwischensumme Bauteile: 946,800.71						Zwischensumme Bauteile: 11,799,229.66						Zwischensumme Bauteile: 946,800.71			Zwischensumme Bauteile: 11,799,229.66			Zwischensumme Bauteile: 946,800.71					
Brennstofffluss (trocken): 12,10 t/h						Brennstofffluss (trocken): 12,10 t/h						Grundstückskosten: 3,575,000.00						Grundstückskosten: 286,067.25			Grundstückskosten: 3,575,000.00			Grundstückskosten: 286,067.25					
Speicherzinsen: 12,101.91 kg TSH						Speicherzinsen: 12,101.91 kg TSH						Planungskosten: 1,179,922.97						Planungskosten: 94,680.07			Planungskosten: 1,179,922.97			Planungskosten: 94,680.07					
Wärmeausaucher: 95,000.00 t TSH						Wärmeausaucher: 95,000.00 t TSH						Instandsetzungskosten: 1,179,922.97						Instandsetzungskosten: 94,680.07			Instandsetzungskosten: 1,179,922.97			Instandsetzungskosten: 94,680.07					
Mittlere Feuchte (0.2-0.9): 0.60 %						Mittlere Feuchte (0.2-0.9): 0.67 %						Zusatzkosten: 1,769,884.45						Zusatzkosten: 142,020.11			Zusatzkosten: 1,769,884.45			Zusatzkosten: 142,020.11					
Brennstofftemperatur: 12,101.91 kg TSH						Brennstofftemperatur: 12,101.91 kg TSH						Zwischensumme Pflast: 7,704,730.38						Zwischensumme Pflast: 618,247.50			Zwischensumme Pflast: 7,704,730.38			Zwischensumme Pflast: 618,247.50					
Heizwert (feucht): 4.4 MJ/kg						Heizwert (feucht): 6.8 MJ/kg						Summe Gesamt: 19,503,960.04						Summe Gesamt: 1,565,048.21			Summe Gesamt: 19,503,960.04			Summe Gesamt: 1,565,048.21					
Heizwert (trocken): 20.63 MJ/kg						Heizwert (trocken): 20.63 MJ/kg						Förderung: 12,677,574.03						Förderung: 1,017,261.34			Förderung: 12,677,574.03			Förderung: 1,017,261.34					
Tank						Tank						Bedarfsgebundene Kosten						Abschätzung bedarfsgebundene Kosten											
Silospeicher: 2,250.00 m³						Silospeicher: 2,250.00 m³						Strombedarf: -						Strombedarf: 0 t/h			Strombedarf: -								
Wirbelschichtofen						Wirbelschichtofen						Luftstrom: 62,294 kg/h						Luftstrom: 62,294 kg/h			Luftstrom: 62,294 kg/h								
Luftstrom: 62,294 kg/h						Luftstrom: 62,294 kg/h						Wärmebedarf: -						Wärmebedarf: 0 t/h			Wärmebedarf: -								
Lufttemperatur: 25 °C						Lufttemperatur: 25 °C						Wasserbedarf: -						Wasserbedarf: 0 t/h			Wasserbedarf: -								
Luftvorheizung: 550 °C						Luftvorheizung: 550 °C						Transportkosten Klärschlamm: 78,716,205.49						Transportkosten Klärschlamm: 78,716,205.49			Transportkosten Klärschlamm: 78,716,205.49								
Brennstoffleistung: 63.34 MW						Brennstoffleistung: 63.34 MW						Zwischensumme: 78,716,205.49						Zwischensumme: 78,716,205.49			Zwischensumme: 78,716,205.49								
Energiefluss Wärmetauscher: 9.50 MW						Energiefluss Wärmetauscher: 9.50 MW						Betriebsgebundene Kosten						Abschätzung betriebsgebundene Kosten											
Feuerungstemperatur: 850 °C						Feuerungstemperatur: 850 °C						Betätigung: 70,463.10						Betätigung: 1,869.05			Betätigung: 70,463.10								
Feuerungswärmeleistung: 37 MW						Feuerungswärmeleistung: 37 MW						Instandhaltung: 23,475.72						Instandhaltung: 15%			Instandhaltung: 23,475.72								
Feuerungsdruck: 1 bar						Feuerungsdruck: 1 bar						Inspektion: 16,650.48						Inspektion: 10%			Inspektion: 16,650.48								
Luftzahl lambda: 1.2						Luftzahl lambda: 1.2						Wartung sonstiges: 7,825.24						Wartung sonstiges: 10%			Wartung sonstiges: 7,825.24								
Abgasstrom: 70591 kg/h						Abgasstrom: 70591 kg/h						Zwischensumme: 133,065.02						Zwischensumme: 133,065.02			Zwischensumme: 133,065.02								
Abgastemperatur nach Verbrennung: 850 °C						Abgastemperatur nach Verbrennung: 850 °C						Sonstige Kosten						Abschätzung sonstige Kosten											
Abgastemperatur nach Abwärmern: 220 °C						Abgastemperatur nach Abwärmern: 220 °C						Verwaltung: 54,776.69						Verwaltung: 3.50%			Verwaltung: 54,776.69								
Ascheanteile: 15.30 %						Ascheanteile: 15.30 %						Versicherung: 16,650.48						Versicherung: 100%			Versicherung: 16,650.48								
Phosphoranteile: 3.40 %						Phosphoranteile: 3.40 %						allgemeine Abgaben: 7,825.24						allgemeine Abgaben: 0.50%			allgemeine Abgaben: 7,825.24								
Stromgewinnung						Stromgewinnung						Nettostromerzeugung: 3,912.62						Nettostromerzeugung: 0.25%			Nettostromerzeugung: 3,912.62								
Stromerzeugung: 8.5 MW						Stromerzeugung: 8.5 MW						sonstiges: 16,650.48						sonstiges: 100%			sonstiges: 16,650.48								
Nettostromerzeugung: 6.5 MW						Nettostromerzeugung: 6.5 MW						Abschätzung Erlöse						Abschätzung Erlöse											
elektrischer Wirkungsgrad: 0.76						elektrischer Wirkungsgrad: 0.76						Wärme: 497,418,300.65						Wärme: 0.70			Wärme: 497,418,300.65								
BHKV-KVK						BHKV-KVK						Strom: 52,449,550.71						Strom: 0.20			Strom: 52,449,550.71								
gewonnene Wärmeleistung: 62.09 MW						gewonnene Wärmeleistung: 62.09 MW						Klärschlamm: 11,617,697.60						Klärschlamm: 40.00 t/h			Klärschlamm: 11,617,697.60								
gewonnene elektrische Leistung: 27.14 MW						gewonnene elektrische Leistung: 27.14 MW						Kostenbestandteile						Kostenbestandteile											
Anlage						Anlage						Bauteile: 946,800.71						Bauteile: 946,800.71			Bauteile: 946,800.71								
Grundstückskfläche: 16,250.00 m²						Grundstückskfläche: 16,250.00 m²						Pflastliches Kapital: 618,247.50						Pflastliches Kapital: 0.70			Pflastliches Kapital: 618,247.50								
Industriegrundstückpreis: 220.00 €/m²						Industriegrundstückpreis: 220.00 €/m²						Transport: 78,716,205.49						Transport: 1.00			Transport: 78,716,205.49								
Jahresvolllaststunden: 7,850.00 h/a						Jahresvolllaststunden: 7,850.00 h/a						Energie: -						Energie: -			Energie: -								
Anzahl Kläranlagen: 103						Anzahl Kläranlagen: 140						Betrieb: 133,065.02						Betrieb: 0.70			Betrieb: 133,065.02								
Mittlere Fahrtstrecke: 150 km						Mittlere Fahrtstrecke: 150 km						Sonstiges: 97,816.51						Sonstiges: 0.70			Sonstiges: 97,816.51								
Strecke Transport: 16,945.24 km						Strecke Transport: 20,945.19 km						Erlöse						Erlöse											
Emissionen: 1.88 t CO2/a						Emissionen: 2.32 t CO2/a						Erlöse: 103,255,579.69						Erlöse: 130			Erlöse: 103,255,579.69								
Mittlere Entsorgungskosten: 820.80 €/t TS						Mittlere Entsorgungskosten: 820.80 €/t TS						Spezifische Jahreskosten: 941,730,620.90						Spezifische Jahreskosten: 2.5 %			Spezifische Jahreskosten: 941,730,620.90								
Jährliche Entsorgungskosten: 77,976,000.00 €/a						Jährliche Entsorgungskosten: 77,976,000.00 €/a						Spezifische Gewinne: 245,170,656,032.00						Spezifische Gewinne: 2.5 %			Spezifische Gewinne: 245,170,656,032.00								
Quelle						Quelle						Quelle						Quelle											
1 Innovatorm GmbH: Perspektiven für die technische Klärschlammverwertung						2 Umweltbundesamt: 2018: Klärschlammstromeinsatz in der Bundesrepublik (KlS) - PflF - 01/18						Kostenbestandteile						Kostenbestandteile											



Berechnungstabelle

Dezentrale Flugstromvergasung

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	PyroGasl																				
2	Vergleichswerte																				
3	Modellierung und Simulation																				
4	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung																				
5	Abschätzung der Kosten																				
6	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
7	So																				
8	n																				
9	C																				
10	Abschätzung in l																				
11	Quelle																				
12	Investition in l																				
13	Jahreskosten in l/a																				
14	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
15	So																				
16	n																				
17	C																				
18	Abschätzung in l																				
19	Quelle																				
20	Investition in l																				
21	Jahreskosten in l/a																				
22	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
23	So																				
24	n																				
25	C																				
26	Abschätzung in l																				
27	Quelle																				
28	Investition in l																				
29	Jahreskosten in l/a																				
30	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
31	So																				
32	n																				
33	C																				
34	Abschätzung in l																				
35	Quelle																				
36	Investition in l																				
37	Jahreskosten in l/a																				
38	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
39	So																				
40	n																				
41	C																				
42	Abschätzung in l																				
43	Quelle																				
44	Investition in l																				
45	Jahreskosten in l/a																				
46	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
47	So																				
48	n																				
49	C																				
50	Abschätzung in l																				
51	Quelle																				
52	Investition in l																				
53	Jahreskosten in l/a																				
54	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
55	So																				
56	n																				
57	C																				
58	Abschätzung in l																				
59	Quelle																				
60	Investition in l																				
61	Jahreskosten in l/a																				
62	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
63	So																				
64	n																				
65	C																				
66	Abschätzung in l																				
67	Quelle																				
68	Investition in l																				
69	Jahreskosten in l/a																				
70	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
71	So																				
72	n																				
73	C																				
74	Abschätzung in l																				
75	Quelle																				
76	Investition in l																				
77	Jahreskosten in l/a																				
78	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
79	So																				
80	n																				
81	C																				
82	Abschätzung in l																				
83	Quelle																				
84	Investition in l																				
85	Jahreskosten in l/a																				
86	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
87	So																				
88	n																				
89	C																				
90	Abschätzung in l																				
91	Quelle																				
92	Investition in l																				
93	Jahreskosten in l/a																				
94	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
95	So																				
96	n																				
97	C																				
98	Abschätzung in l																				
99	Quelle																				
100	Investition in l																				
101	Jahreskosten in l/a																				
102	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
103	So																				
104	n																				
105	C																				
106	Abschätzung in l																				
107	Quelle																				
108	Investition in l																				
109	Jahreskosten in l/a																				
110	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
111	So																				
112	n																				
113	C																				
114	Abschätzung in l																				
115	Quelle																				
116	Investition in l																				
117	Jahreskosten in l/a																				
118	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
119	So																				
120	n																				
121	C																				
122	Abschätzung in l																				
123	Quelle																				
124	Investition in l																				
125	Jahreskosten in l/a																				
126	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
127	So																				
128	n																				
129	C																				
130	Abschätzung in l																				
131	Quelle																				
132	Investition in l																				
133	Jahreskosten in l/a																				
134	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
135	So																				
136	n																				
137	C																				
138	Abschätzung in l																				
139	Quelle																				
140	Investition in l																				
141	Jahreskosten in l/a																				
142	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
143	So																				
144	n																				
145	C																				
146	Abschätzung in l																				
147	Quelle																				
148	Investition in l																				
149	Jahreskosten in l/a																				
150	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
151	So																				
152	n																				
153	C																				
154	Abschätzung in l																				
155	Quelle																				
156	Investition in l																				
157	Jahreskosten in l/a																				
158	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
159	So																				
160	n																				
161	C																				
162	Abschätzung in l																				
163	Quelle																				
164	Investition in l																				
165	Jahreskosten in l/a																				
166	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
167	So																				
168	n																				
169	C																				
170	Abschätzung in l																				
171	Quelle																				
172	Investition in l																				
173	Jahreskosten in l/a																				
174	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
175	So																				
176	n																				
177	C																				
178	Abschätzung in l																				
179	Quelle																				
180	Investition in l																				
181	Jahreskosten in l/a																				
182	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
183	So																				
184	n																				
185	C																				
186	Abschätzung in l																				
187	Quelle																				
188	Investition in l																				
189	Jahreskosten in l/a																				
190	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
191	So																				
192	n																				
193	C																				
194	Abschätzung in l																				
195	Quelle																				
196	Investition in l																				
197	Jahreskosten in l/a																				
198	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
199	So																				
200	n																				
201	C																				
202	Abschätzung in l																				
203	Quelle																				
204	Investition in l																				
205	Jahreskosten in l/a																				
206	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
207	So																				
208	n																				
209	C																				
210	Abschätzung in l																				
211	Quelle																				
212	Investition in l																				
213	Jahreskosten in l/a																				
214	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
215	So																				
216	n																				
217	C																				
218	Abschätzung in l																				
219	Quelle																				
220	Investition in l																				
221	Jahreskosten in l/a																				
222	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
223	So																				
224	n																				
225	C																				
226	Abschätzung in l																				
227	Quelle																				
228	Investition in l																				
229	Jahreskosten in l/a																				
230	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
231	So																				
232	n																				
233	C																				
234	Abschätzung in l																				
235	Quelle																				
236	Investition in l																				
237	Jahreskosten in l/a																				
238	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
239	So																				
240	n																				
241	C																				
242	Abschätzung in l																				
243	Quelle																				
244	Investition in l																				
245	Jahreskosten in l/a																				
246	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
247	So																				
248	n																				
249	C																				
250	Abschätzung in l																				
251	Quelle																				
252	Investition in l																				
253	Jahreskosten in l/a																				
254	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
255	So																				
256	n																				
257	C																				
258	Abschätzung in l																				
259	Quelle																				
260	Investition in l																				
261	Jahreskosten in l/a																				
262	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
263	So																				
264	n																				
265	C																				
266	Abschätzung in l																				
267	Quelle																				
268	Investition in l																				
269	Jahreskosten in l/a																				
270	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
271	So																				
272	n																				
273	C																				
274	Abschätzung in l																				
275	Quelle																				
276	Investition in l																				
277	Jahreskosten in l/a																				
278	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
279	So																				
280	n																				
281	C																				
282	Abschätzung in l																				
283	Quelle																				
284	Investition in l																				
285	Jahreskosten in l/a																				
286	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
287	So																				
288	n																				
289	C																				
290	Abschätzung in l																				
291	Quelle																				
292	Investition in l																				
293	Jahreskosten in l/a																				
294	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
295	So																				
296	n																				
297	C																				
298	Abschätzung in l																				
299	Quelle																				
300	Investition in l																				
301	Jahreskosten in l/a																				
302	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
303	So																				
304	n																				
305	C																				
306	Abschätzung in l																				
307	Quelle																				
308	Investition in l																				
309	Jahreskosten in l/a																				
310	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
311	So																				
312	n																				
313	C																				
314	Abschätzung in l																				
315	Quelle																				
316	Investition in l																				
317	Jahreskosten in l/a																				
318	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
319	So																				
320	n																				
321	C																				
322	Abschätzung in l																				
323	Quelle																				
324	Investition in l																				
325	Jahreskosten in l/a																				
326	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
327	So																				
328	n																				
329	C																				
330	Abschätzung in l																				
331	Quelle																				
332	Investition in l																				
333	Jahreskosten in l/a																				
334	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
335	So																				
336	n																				
337	C																				
338	Abschätzung in l																				
339	Quelle																				
340	Investition in l																				
341	Jahreskosten in l/a																				
342	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
343	So																				
344	n																				
345	C																				
346	Abschätzung in l																				
347	Quelle																				
348	Investition in l																				
349	Jahreskosten in l/a																				
350	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
351	So																				
352	n																				
353	C																				
354	Abschätzung in l																				
355	Quelle																				
356	Investition in l																				
357	Jahreskosten in l/a																				
358	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
359	So																				
360	n																				
361	C																				
362	Abschätzung in l																				
363	Quelle																				
364	Investition in l																				
365	Jahreskosten in l/a																				
366	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
367	So																				
368	n																				
369	C																				
370	Abschätzung in l																				
371	Quelle																				
372	Investition in l																				
373	Jahreskosten in l/a																				
374	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
375	So																				
376	n																				
377	C																				
378	Abschätzung in l																				
379	Quelle																				
380	Investition in l																				
381	Jahreskosten in l/a																				
382	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
383	So																				
384	n																				
385	C																				
386	Abschätzung in l																				
387	Quelle																				
388	Investition in l																				
389	Jahreskosten in l/a																				
390	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
391	So																				
392	n																				
393	C																				
394	Abschätzung in l																				
395	Quelle																				
396	Investition in l																				
397	Jahreskosten in l/a																				
398	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
399	So																				
400	n																				
401	C																				
402	Abschätzung in l																				
403	Quelle																				
404	Investition in l																				
405	Jahreskosten in l/a																				
406	Abschätzung Investition Bauteile C-Co (SFS) Co																				
407	So																				
408	n																				
409	C																				
410	Abschätzung in l																				
411	Quelle																				
412	Investition in l																				
413	Jahreskosten in l/a																				