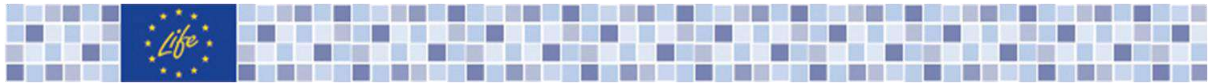




# SUSTREAT

EU-FE + Projekt Layman's Report





## Layman's Report Inhalt

1. Einleitung: Wo fällt Klärschlamm an?
2. Neue Herausforderungen in der Klärschlammbehandlung
3. Klärwerk Koblenz
4. Projekt SusTreat
5. Mittel- und Langfristige Mehrwerte
6. Energiekennzahlen

### Project Data

Das LIFE+ Programm ist das Förderprogramm der Europäischen Union (EU) für Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen. (LIFE08 ENV/D/00026)

Projektdauer: 01.10.2010 – 30.09.2021

Projektteilnehmer: Stadtentwässerung Koblenz

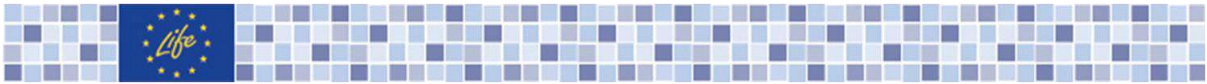
Sweco GmbH (ehemals Götzelmann + Partner GmbH)

Investitionsvolumen: ca. 17 Millionen Euro

Die EU hat dieses Projekt im Rahmen des „LIFE+“-Programms mit über zwei Millionen Euro gefördert.

**[www.sustreat.eu](http://www.sustreat.eu)**



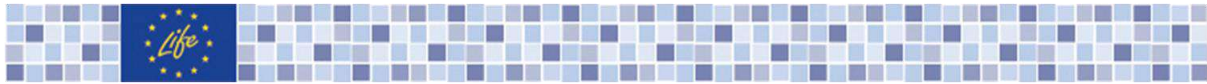


In den letzten Jahren stellen der Klimawandel, die steigenden Energiekosten und die mittel- bis langfristig ungewisse Entsorgungslage von Klärschlamm Städte und Kommunen vor neue Herausforderungen.

*Die Stadtentwässerung Koblenz hat eine Antwort darauf!*







## 1. Einleitung: Wo fällt Klärschlamm an?

Das verbrauchte Wasser von Häusern und gewerblichen Betrieben gelangt als Abwasser durch die Kanalisation an die angeschlossene Kläranlage. Um Schmutz- und Schadstoffe aus dem Abwasser zu entfernen, wird es in mechanischen und biologischen sowie ggf. chemischen Reinigungsstufen auf den Kläranlagen behandelt. Das gereinigte Abwasser wird anschließend in die Gewässer abgeleitet. In den Kläranlagen verbleibt der beim der Abwasserreinigung entstandene Klärschlamm.

Abbildung 1 zeigt den Klärschlammanfall in Abhängigkeit der Reinigungsstufe. Der Klärschlamm ist sehr reich an organischen Stoffen, die zu einem erheblichen Teil energetisch genutzt werden können. Außerdem dient der Klärschlamm als Quelle für wichtige Nährstoffe wie Phosphor. Durch eine Klärschlammfäulung kann ein Teil der Organik (ca. 50 %) in ein brennbares Biogas umgewandelt und mittels Kraft-Wärme-Kopplung energetisch nutzbar gemacht werden. Über diese Art der energetischen Klärschlammnutzung verfügen nahezu alle mittleren und größeren Kläranlagen in Deutschland. Nach der Stabilisierung wurden die Klärschlämme entwässert und überwiegend mittels Verbrennung thermisch entsorgt oder vereinzelt in der Landwirtschaft stofflich verwertet.

Der Klärschlamm stellt somit die Schadstoffsенке bei der Abwasserreinigung dar, in ihm sind Schadstoffe wie Schwermetalle und Arzneimittelrückstände sowie Mikroplastik angereichert. Daher dürfen die Klärschlämme in Deutschland sowie in der gesamten EU in der Zukunft nicht mehr auf die Felder und Ackerflächen ausgebracht werden.

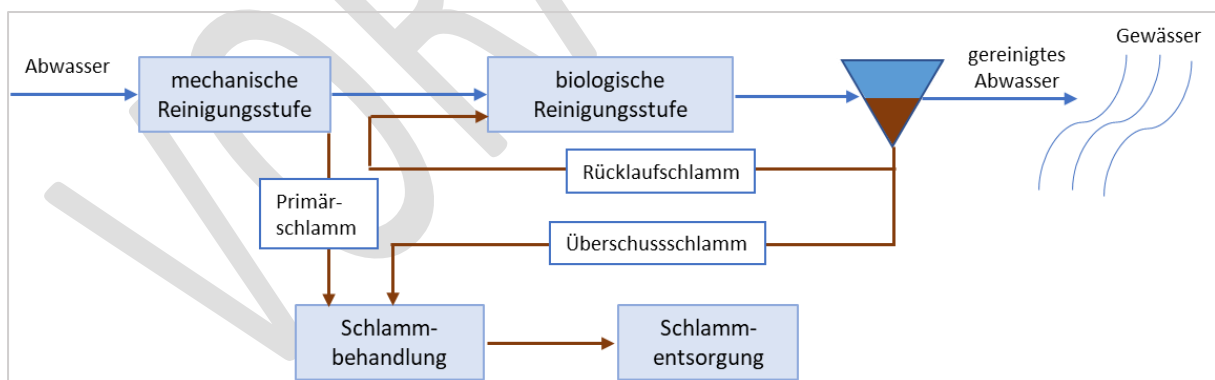


Abbildung 1: Abwasserbehandlung und Schlammanfall auf der Kläranlage



## 2. Neue Herausforderungen in der Klärschlammbehandlung

Im Jahr 2017 wurde die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) novelliert.



Die Klärschlämme aus Kläranlagen von mehr als 50.000 Einwohner dürfen ab 2032 nicht mehr landwirtschaftlich verwertet werden. Somit stehen die Kläranlagenbetreiber vor neuen Herausforderungen:

- Ohne neue Lösungen müssten diese Klärschlämme **der Verbrennung** (Monoverbrennung, Kohlekraftwerke, etc.) zugeführt werden, jedoch bestehen **derzeit die hierfür benötigten Kapazitäten nicht**.
- Aus dem Klärschlamm bzw. der Asche muss Phosphor zurückgewonnen werden, wenn der Phosphorgehalt im Klärschlamm mindestens 20 g/kg Trockenmasse (TM) bzw. mindestens 2 % beträgt.

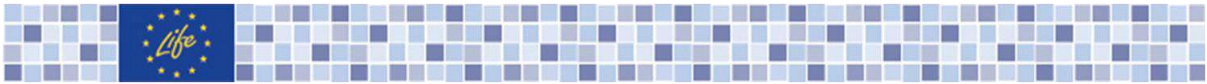
## 3. Klärwerk Koblenz

Das Klärwerk Koblenz ist mit einer Ausbaugröße von 320.000 Einwohnergleichwerten die zweitgrößte kommunale Kläranlage in Rheinland-Pfalz. Das Abwasser von über 100.000 Menschen sowie aus Gewerbe und Industrie wird durch eine mechanische und biologische Reinigungsstufe (Tropfkörper mit Belebungsbecken) gereinigt und im Anschluss in den Rhein eingeleitet. Der übrigbleibende Klärschlamm wird seit 40 Jahren in den Faultürmen anaerob stabilisiert und dabei Biogas gewonnen. Dieses Biogas wird in Strom und Wärme umgewandelt, womit die Kläranlage bis zu 54 % ihres eigenen Energiebedarfes decken kann.

### Klärwerk Koblenz

vom Entsorgungsbetrieb  
zum Innovationsführer





Seit 1970 leistet die Stadtentwässerung Koblenz verlässlich ihren Beitrag für ein sauberes, lebens- und liebenswertes Koblenz. Jetzt mehr als 40 Jahre später stellen

- der Klimawandel,
  - die steigenden Energiekosten und
  - die mittel- bis langfristig ungewisse Entsorgungslage für Klärschlamm
- Städte und Kommunen vor neue Herausforderungen.



**Die Stadtentwässerung Koblenz hat die Antwort darauf:**

**SusTreat\***

– so lautet der Arbeitstitel für den Umbau des Klärwerks zur energieautarken Kläranlage  
*\*Use of immanent Energy in Self-Sustaining Sludge Treatment – a central step towards self-sustaining sewage treatment plants*

---

**SusTreat stellt eine komplexe Systemlösung dar, die diese Energiepotenziale nutzbar macht und bündelt.**

---





#### 4. Projekt SusTreat



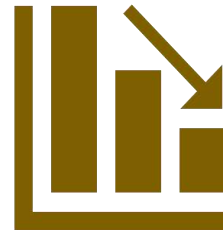
Das Klärwerk Koblenz hatte bereits drei Faultürme und eine anschließende maschinelle Entwässerung. Die Klärschlämme wurden früher nach der Entwässerung durch Aufbringen auf Ackerflächen landwirtschaftlich verwertet. Dies ist seit 2010 nicht mehr möglich. Ab 2032 soll außerdem das Phosphor aus dem Klärschlamm zurückgewonnen werden.

Mit dem **SusTreat-Projekt** werden neue Anlagenteile zur Trocknung und Vergasung an die bestehende Anlage angeschlossen. Mit diesen Anlagen wird erzielt:

- Reduzierung der Klärschlammmenge,
- Produktion vom brennbaren Synthesegas,
- Schaffung der Voraussetzungen zur Phosphorrückgewinnung aus dem Endprodukt.

---

**Zentraler Aspekt von SusTreat ist die Volumenreduzierung des anfallenden Klärschlammes um 85 %. Dies entspricht einer Senkung der Entsorgungs- und Transportmengen um ca. 11.000 t Klärschlamm pro Jahr**



In diesem Projekt wurde die Kläranlage ganzheitlich betrachtet und Optimierungsmaßnahmen zur Energieeffizienz wurden gesucht. Dabei wurden folgende Maßnahmen festgelegt:

- Optimierung der Faulung,
- Erneuerung der Blockheizkraftwerke,
- Stromproduktion aus erneuerbaren Energien innerhalb des Klärwerks Koblenz (Photovoltaikanlagen),
- Energetische Klärschlammverwertung (Faulung, Trocknung, Vergasung).

Die Klärschlammbehandlung wurde zuerst mit einem Klärschlammrockner erweitert. Dadurch wird der entwässerte Klärschlamm (ca. 25 % TM) mittels eines Bandrockners auf rund 90 % TM getrocknet. Die Restorganik im getrockneten Klärschlamm wird in einer Vergasungsanlage dann nahezu vollständig zu Synthesegas umgewandelt, welches in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verbrannt wird. Auf diese Weise wird die Entsorgungsmenge der Reststoffe reduziert und das Energiepotenzial des Klärschlammes komplett nutzbar gemacht. Die entstehende Energie (Wärme und Strom) wird auf dem Klärwerk Koblenz genutzt. Als Endprodukt entsteht Asche, die zur Phosphor-Rückgewinnung verwendet werden kann. Zukünftig ist auch der direkte Einsatz als Düngemittel vorgesehen.



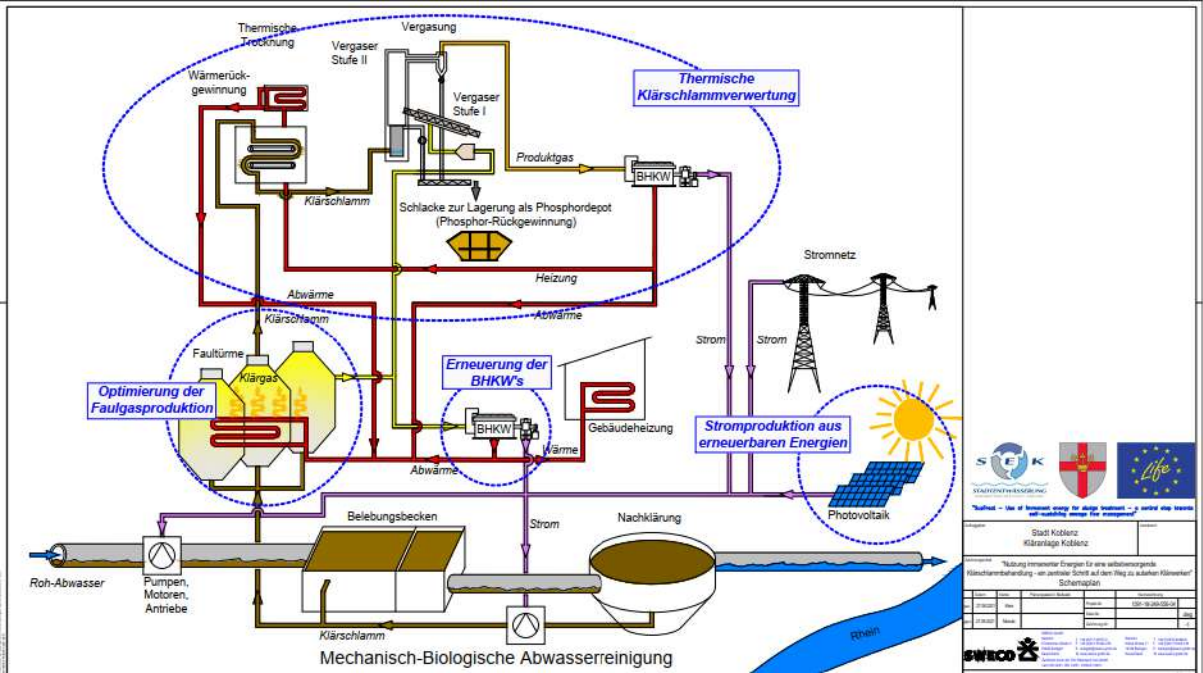
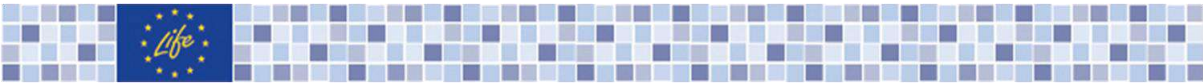
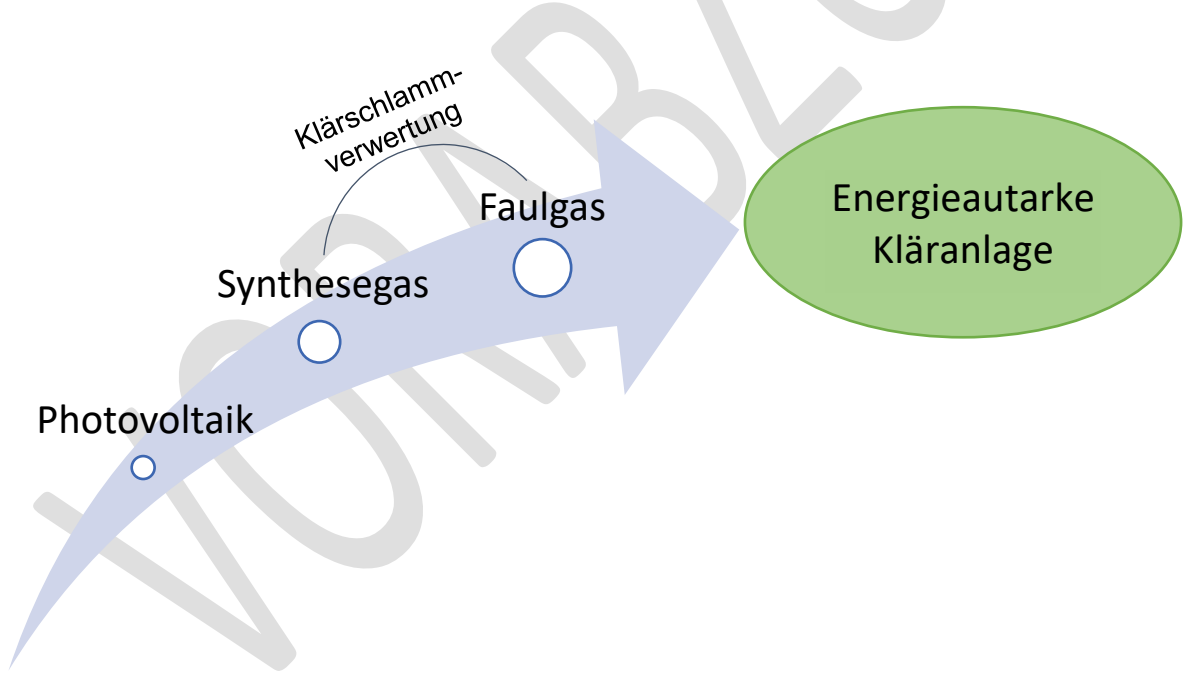


Abbildung 2: Fließschema Klärwerk Koblenz mit der energetischen Klärschlammverwertung



Mit der Umsetzung von SusTreat wird mittel- bis langfristig die vollständige Energieautarkie angestrebt.







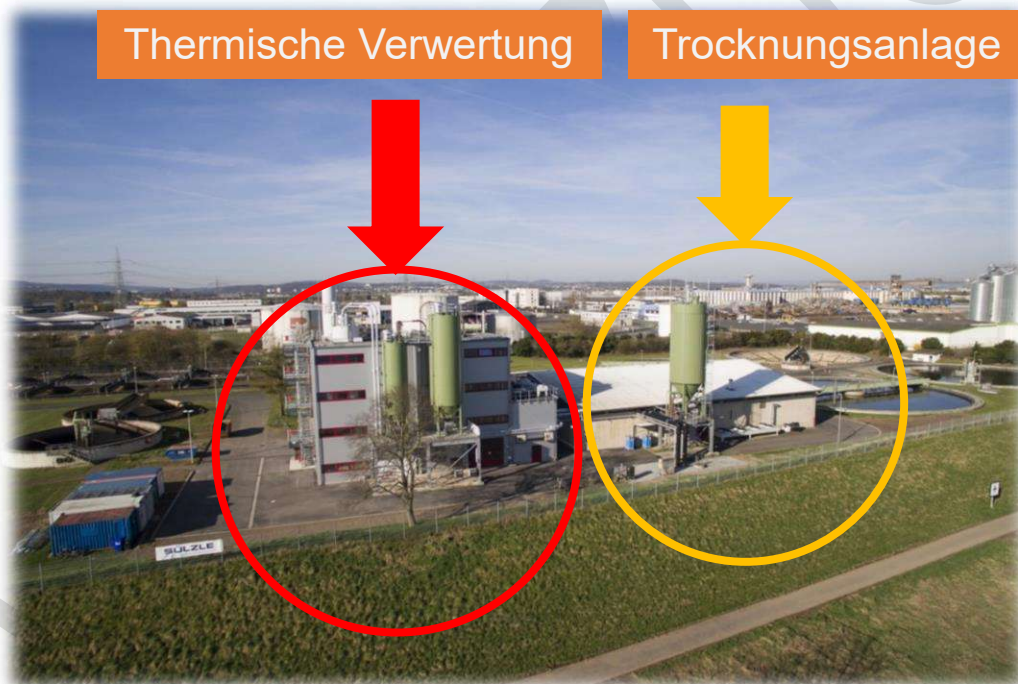
## SusTreat ist nicht nur eine Verbrennungsanlage – sondern ein nachhaltiger Energieerzeuger!

In einer herkömmlichen Klärschlammverbrennung kann in der Regel nur Wärme zurückgewonnen werden. Diese Wärme muss in den Sommermonaten durch Notkühler abgeführt werden, da sie keine Abnehmer findet.

Im Projekt **SusTreat** wurden einzelne Modullösungen so kombiniert, dass eine komplette Wärmerückgewinnung von Trocknung und Vergasung erfolgt. Durch das Synthesegas aus der Vergasung wird die eigene Energieproduktion des Klärwerks Koblenz erhöht. Das Gesamtkonzept ist so gestaltet, dass die Eigenstromerzeugung maximiert wird.

Im Vergleich zu einer Verbrennung hat die Vergasung die folgenden Vorteile:

- Bei der Vergasung entsteht Synthesegas, welches durch ein BHKW in Strom und Wärme umgewandelt wird,
- Der Wärmebedarf der Verbraucher und Erzeuger sind aufeinander angepasst. Der Wärmebedarf der Kläranlage wird bis zu 100 % abgedeckt. Es entstehen bei optimalem Betrieb keine Wärmeüberschüsse.



---

**Die einzelnen Modullösungen wurden intelligent kombiniert. Klärschlamm und Faulgas sind als CO<sub>2</sub>-neutrale Energieträger gänzlich zur Nutzung erschlossen.**

---



## SusTreat ist eine Phosphor-Quelle!

Nach der Vergasung bleibt ein Mineralprodukt (Asche) zurück. Diese Asche kann entweder direkt als Phosphatdünger oder als Quelle zur Phosphor-Rückgewinnung genutzt werden.

Die entstehende Asche erfüllt die Anforderungen der Düngemittelverordnung (DüMV).



## Analysenergebnisse der Asche

### Nährstoffgehalt (%TS)

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	>10%
K <sub>2</sub> O	0,3%
CaO	28%
MgO	1,1%

### Schadstoffgehalt (mg/kgTS)

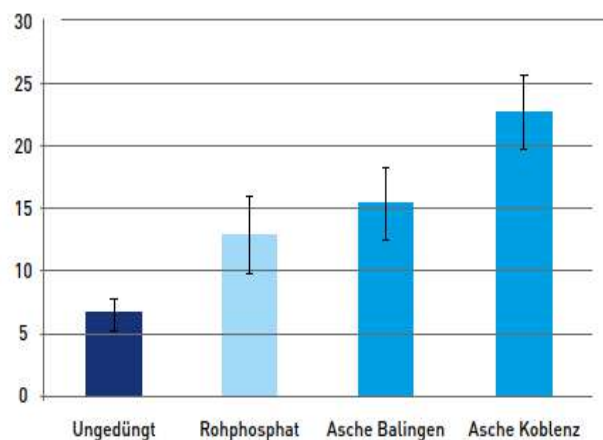
	Asche	Grenzwerte DüMV
Cd	<0,2	1,5
Cr (VI)	<0,5	2
Hg	<0,05	1
Ni	<40	80
Tl	<0,01	1
Pb	37	150
As	18	40
AOX	<0,05	-
PAK 16	<0,4	-
PFT	<0,01	-

## Phosphor Pflanzenverfügbarkeit

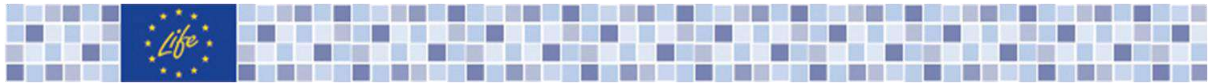
Pflanzenversuche mit unbehandelter Asche aus dem Klärwerk Koblenz zeigen:

- Die Düngewirkung der Asche lag:
  - über der ungedüngten Kontrolle,
  - sogar oberhalb der Rohphosphate.

PFLANZENMASSE (g/Gefäß)



Quelle: Fa. Kopf SynGas



## 5. Mittel- und langfristige Vorteile

### SusTreat: Umweltschutz – Kostensenkung – Entsorgungssicherheit

Mit dem Projekt kann das Ziel erreicht werden, als erster Entsorgungsbetrieb in Rheinland-Pfalz weitgehend unabhängig von externen Energielieferanten zu sein und die im Abwasser enthaltenen Energie nahezu vollständig zu nutzen.

#### Mittelfristig erwartete Mehrwerte:

- Entsorgungssicherheit dadurch stabile Entsorgungskosten,
- Klärschlammverwertung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes,
- Kostensenkung,
- Senkung der CO<sub>2</sub>-Emission über 40 %,
- Reduktion der extern bezogenen Strommenge bis zu 50 %,
- Schließung der Wärmebedarfslücke.

#### Langfristig erwartete Mehrwerte:

- weitgehende Energieautarkie,
- Entsorgungsdienstleistung für andere Klärwerke,
- zusätzliche Beheizung angrenzender Industriegebäude über Fernwärme-Systeme,
- mögliche Wertschöpfung durch Phosphor-Rückgewinnung aus der Klärschlammmasche.







## 6. Energiekennzahlen

### Klärwerk Koblenz

Stromverbrauch und Erzeugung

Bezeichnung	EU-Antrag 2008	Inbetrieb- nahme 2021	Einheit
Gesamtstromverbrauch	4.670	6.131	MWh/a
- davon Fremdbezug	2.140	1.086	MWh/a
- davon Eigenstromerzeugung (inkl. PV)	2.530	5.045	MWh/a
- Anteil Eigenstromerzeugung	53	82	%
<b>Im Einzelnen:</b>			
<b>Trockner</b>			
Strombedarf Trockner (3.350 Mg TM/a, 29 % TM)		698	MWh/a
<b>Vergasung</b>			
Strombedarf der Vergasung		653	MWh/a
Eigenstromerzeugung mit dem Syngas-BHKW		2.503	MWh/a
<b>Klärwerk</b>			
Strombedarf Klärwerk ohne Trocknung und Vergasung		4.780	MWh/a
Eigenstromerzeugung Klärgas-BHKW		2.457	MWh/a
Stromerzeugung durch Photovoltaik		85	MWh/a
<b>Wärmebilanz der vorh. Wärmenetze</b>			
Gesamtwärmeverbrauch	6.400	10.540	MWh/a
- davon Fremdbezug (Heizöl 2008)(Erdgas 2018)	150	501	MWh/a
- davon Eigenerzeugung	6.250	10.039	MWh/a
- Anteil Eigenerzeugung	97	95	MWh/a
<b>Im Einzelnen:</b>			
<b>Trockner</b>			
Wärmeverbrauch Trockner (3.350 Mg TM/a, 29 % TM)		6.142	MWh/a
- davon auf der 85°C Schiene		3.648	MWh/a
- davon auf der 140°C Schiene		2.494	MWh/a
Wärmerückgewinnung 60°C Schiene Trockner (3.350 Mg TM/a)		bis 3.482	MWh/a
<b>Vergasung</b>			
Klärgasverbrauch Vergasung (1. Stufe mit Klärgas)		3.261	MWh/a
Wärmeproduktion des Syngas-BHKW		4.280	MWh/a
- davon auf der 85°C Schiene		1.289	MWh/a
- davon auf der 140°C Schiene		2.992	MWh/a
<b>Klärwerk</b>			
Wärmebedarf des Klärwerks ohne Trocknung und Vergasung		4.400	MWh/a
Wärmeproduktion durch Klärgas-BHKW		2.895	MWh/a



Sonstige Daten

Bezeichnung	EU- Antrag 2008	Inbetrieb- nahme 2021
<b>Trockner</b>		
Entwässerte Klärschlammmenge (3.350 Mg TM/a, 29 % TM)		11.550 Mg FiKu/a
Wassergehalt im Filterkuchen		8.202 Mg H <sub>2</sub> O/a
Getrocknete Klärschlammmenge (90 %TM)		3.722 Mg TM/a
Mengenreduktion durch Trocknung		68 %
Zu verdampfende Wassermenge		7.830 Mg H <sub>2</sub> O/a
Maximale Verdampfungsleistung Trockner		1.250 kg H <sub>2</sub> O/h
Spez. Wärmebedarf Trockner		790 kWh/Mg H <sub>2</sub> O
Spez. Strombedarf Trockner		90 kWh/Mg H <sub>2</sub> O
Wärmerückgewinnungspotenzial		bis 57 %
<b>Vergasung</b>		
Maximaler Durchsatz Vergasungsanlage		4.000 Mg TM/a
entsprechend bei einem TM-Gehalt von 90 % bzw.		4.440 Mg TM/a 592 kg TM/h
Reststoffe aus der Vergasung		1.870 Mg/a
- Schlacke/Asche		600 Mg/a
- Flugasche/Filterstaub		1.270 Mg/a
Mengenreduktion durch Vergasung		57 %
Mengenreduktion durch Trocknung und Vergasung		84 %
<b>Allgemeines</b>		
CO <sub>2</sub> -Emission	1.270	735 Mg CO <sub>2</sub> /a
CO <sub>2</sub> -Reduktion		42 %

