

UNTERSUCHUNG UND BEWERTUNG VON  
ALTERNATIVEN ENTSORGUNGSMÖGLICHKEITEN  
FÜR KLÄRSCHLAMM  
IM KZV SÜDBADEN  
(VARIANTENVERGLEICH)



erstellt von

**Dr.-Ing. Werner Maier**

Umweltberatung-wm

Max-Eyth-Str. 20

70839 Gerlingen

Tel.: 0175 / 935 28 74

E-Mail: [info@umweltberatung-wm.de](mailto:info@umweltberatung-wm.de)

in Zusammenarbeit mit

**iat – Ingenieurberatung GmbH**

Friolzheimer Str. 3A

70499 Stuttgart

Tel.: 0711 / 814 77 50

E-Mail: [info@iat-stuttgart.de](mailto:info@iat-stuttgart.de)

im Auftrag von

**KZV-Südbaden**

Hanferstraße 6

79108 Freiburg

Tel.: 0761 / 15217-00

E-Mail: [geschaeftsstelle@kzv-suedbaden.de](mailto:geschaeftsstelle@kzv-suedbaden.de)

März 2024

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorbemerkung</b> .....	4
<b>2. Klärschlammverbrennung (KSV) – Bestand und Prognose</b> .....	5
<b>2.1. KSV in Deutschland</b> .....	5
2.1.1. Standorte und bestehende Kapazitäten .....	5
2.1.2. Prognose zur Entwicklung der Kapazitäten bis 2029 (UBA).....	7
2.1.3. Aktualisierter Entwicklungsstand geplanter KSV bundesweit.....	11
2.1.4. Fazit.....	13
<b>2.2. KSV in Baden-Württemberg</b> .....	13
2.2.1. Standorte und bestehende Kapazitäten in BaWü .....	13
2.2.1.1. Stuttgart-Mühlhausen (Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES)) .....	14
2.2.1.2. Karlsruhe (Stadt Karlsruhe).....	14
2.2.1.3. Neu-Ulm (AZV Steinhäule).....	16
2.2.1.4. Balingen (ZVA Balingen ) .....	16
2.2.1.5. Mannheim (MVV Umwelt Asset GmbH).....	17
2.2.1.6. Deckungslücken / Bedarfsrechnung BaWü.....	18
2.2.2. Planungen zu Verbrennungsanlagen in BaWü.....	18
2.2.2.1. Breisach-Grezhausen (AZV Staufferer Bucht) .....	18
2.2.2.2. Walheim (EnBW/MSE) .....	18
2.2.2.3. Böblingen (kbb Böblingen).....	19
2.2.2.4. Bonndorf (TTS GmbH bzw. KomPhos GmbH & Co. KG).....	19
2.2.2.5. Deißlingen (Remondis/BRS Deißlingen).....	20
2.2.2.6. Deckungslücken / Erweiterte Bedarfsrechnung BaWü .....	21
<b>3. Entsorgungsvarianten für den KZV-Südbaden</b> .....	21
3.1. Variante 1: KSV in Bestandsanlagen bundesweit (außerhalb BaWü) .....	22
3.2. Variante 2: KSV in Neuanlagen bundesweit (außerhalb BaWü).....	23
3.3. Variante 3: KSV in Neuanlagen BaWü (innerhalb BaWü) .....	24
3.3.1. Bonndorf / Walheim / MSE .....	24
3.3.2. Deißlingen (BRS / Remondis).....	26
3.3.3. Mannheim (MVV Asset GmbH).....	26
3.4. Variante 4: KSV regional / dezentral (Kleinanlagen) .....	26
3.5. Variante 5: KSV regional / zentral (Großanlage KA Forchheim) .....	27
3.6. Kosten/Nutzen Betrachtung .....	29
<b>4. Schlußfolgerung</b> .....	32
<b>5. Empfehlung</b> .....	35

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bestehende Monoverbrennungsanlagen in Deutschland (Stand 2022/2023) ....	6
Abbildung 2: Planungen neuer Monoverbrennungsanlagen in Deutschland .....	9
Abbildung 3: Bestehende und geplante Verbrennungsanlagen in Baden-Württemberg .....	15
Abbildung 4: Verkehrstechnische Anbindung der KA Forchheim an das Autobahnnetz.....	28

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestehende Monoverbrennungsanlagen in Deutschland (überarbeitet iat2024)....	6
Tabelle 2: Entwicklungsstand neuer Monoverbrennungsanlagen bundesweit (iat, 2024).....	12
Tabelle 3: Verbrennungskapazitäten der Bestandsanlagen in Baden-Württemberg .....	17
Tabelle 4: Bedarf Verbrennungskapazität in Baden-Württemberg ab 2029.....	18
Tabelle 5: Neue Verbrennungskapazitäten in Baden-Württemberg bis 2029 .....	21
Tabelle 6: Transportaufkommen für KSV in Bestandsanlagen bundesweit.....	22
Tabelle 7: Transportaufkommen für KSV in Neuanlagen bundesweit .....	23
Tabelle 8: Aufteilung der Transportmassen zur KA Forchheim und KA Offenburg.....	25
Tabelle 9: Transportaufkommen bei KSV in Bonndorf u. Walheim .....	25
Tabelle 10: Transportaufkommen bei KSV in Mannheim (MVV Asset) .....	26

## 1. Vorbemerkung

Die Klärschlammverwertung in Baden-Württemberg erfolgt aktuell überwiegend über Mitverbrennung in Zementwerken, Kohlekraftwerken und Müllverbrennungsanlagen.

Bedingt durch die Phosphorrückgewinnungspflicht ab 2029, die bereits geltenden Einschränkungen der bodenbezogenen Verwertung und den deutschen Kohleausstieg bis 2038 bzw. vorgezogen bis 2030, wird der Entsorgungspfad über Mitverbrennung zukünftig weitestgehend ausgeschlossen sein.

Daraus resultiert bundesweit ein großer Bedarf an Monoverbrennungsanlagen. Der Zubau an erforderlichen Kapazitäten ist bereits erkennbar.

Im Einzugsgebiet des KZV-Südbaden können bislang nur wenige Kläranlagen aus dem Landkreis Rastatt ihre Klärschlämme in der nahe gelegenen Monoverbrennungsanlage Karlsruhe thermisch verwerten (DWA-Plattform P-RÜCK, Strukturkonzept 2019).

Die Kläranlagen des Zweckverband Interkommunale Zusammenarbeit Abwasser Ortenau (IZAO) führen ihre Klärschlämme dem steinkohlebasierten Heizkraftwerk der Papierfabrik Koehler in Oberkirch zu (Mitverbrennung).

Der Großteil der Klärschlämme aus dem KZV-Südbaden wird durch Dienstleistungsunternehmen (MSE, Remondis) der Mitverbrennung in Zementwerken und Braunkohlekraftwerken innerhalb und außerhalb von Baden-Württemberg zugeführt (DWA-Plattform P-RÜCK, Strukturkonzept 2019).

Somit besteht auch für den KZV-Südbaden die Notwendigkeit, neue Kapazitäten in Monoverbrennungsanlagen zu eröffnen, um die Klärschlamm Entsorgung ab 2029 sicherzustellen.

Die Herausforderung zur Sicherung der thermischen Klärschlammverwertung wurde im Zweckverband Breisgauer Bucht bereits 2018 erkannt und führte bis zum Jahr 2022 zur Gründung des "Klärschlammverwertung Zweckverbandes Südbaden" (KZV-Südbaden, kurz KZV).

Der KZV hat die Aufgabe, den bei den Verbandsmitgliedern anfallenden Klärschlamm (88.000 t/a entwässerter Klärschlamm (OS<sub>25%</sub>)) ordnungsgemäß thermisch zu verwerten und die anfallenden Rückstände ab 2029 der gesetzlich verordneten Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlammmasche zuzuführen.

Betriebswirtschaftliche und betriebstechnische Vorteile (Skaleneffekte, Synergieeffekte) haben in der Vergangenheit zu der Entscheidung geführt, am Standort der Kläranlage Forchheim (AZB Breisgauer Bucht) bis Ende 2028 eine neue Klärschlammmonoverbrennungsanlage (KVA) zu errichten und in Betrieb zu nehmen.

Die hierbei zugrunde gelegten Überlegungen und Bewertungen von alternativen Entsorgungsmöglichkeiten werden mit dem vorliegenden Bericht nochmals zusammengefasst und erläutert.

## 2. Klärschlammverbrennung (KSV) – Bestand und Prognose

### 2.1. KSV in Deutschland

#### 2.1.1. Standorte und bestehende Kapazitäten

Der aktuelle Bestand an Klärschlammverbrennungsanlagen in Deutschland und die bundesweiten Planungen neuer Anlagen wurden jüngst im Rahmen des Forschungsvorhabens **ReFoPlan** (*"Evaluierung verfügbarer Kapazitäten thermischer Klärschlammbehandlung sowie zur Phosphorrückgewinnung"*) vom Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) und dem Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe (TEER) der RWTH Aachen im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) untersucht. Auf Basis der ermittelten Daten wurde u.a. eine Prognose zur Entwicklung der thermischen Behandlung von Klärschlamm bis 2029 abgegeben.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden auf der Dresdner Abwassertagung (Stark K., 19.04.2023), auf den Würzburger Klärschlammtagen (Heidecke et al., 25.05.2023) und auf der 6. Berliner Klärschlammkonferenz (Stark et al., 13./14.11.2023) vorgestellt.

Auf der Grundlage dieser Resultate werden die möglichen Entsorgungsoptionen für den KZV-Südbaden bundes- und landesweit abgeschätzt.



Abbildung 1: Bestehende Monoverbrennungsanlagen in Deutschland (Stand 2022/2023)

Tabelle 1: Bestehende Monoverbrennungsanlagen in Deutschland (überarbeitet iat 2024)

	Anlage	Bundesland	Kapazität t TS/a	Verbrennungstechnik	Klärschlammart
1.	Berlin-Ruhleben	BE	84.100	Wirbelschicht	Kommunal
2.	Karlsruhe	BW	20.000	Wirbelschicht	Kommunal
3.	Stuttgart	BW	32.000	Wirbelschicht	Kommunal
4.	Balingen	BW	2.000	Vergasung	Kommunal
5.	Mannheim	BW	37.500	Drehrohr	Kommunal
6.	Altstadt	BY	55.000	Rostfeuerung	Kommunal
7.	Gendorf-Burgkirchen	BY	10.000	Wirbelschicht	Kommunal
8.	München	BY	22.000	Wirbelschicht	Kommunal
9.	Neu-Ulm	BY/BW	16.000	Wirbelschicht	Kommunal
10.	Frankfurt a. M (SEVA)	HE	52.560	Wirbelschicht	Kommunal
11.	Offenbach	HE	20.000	Drehrohr	Kommunal
12.	Hamburg Vera I	HH	63.000	Wirbelschicht	Kommunal
13.	Rügen	MV	2.500	Wirbelschicht	Kommunal
14.	Stavenhagen (EEW, bei Berlin)	MV	32.000	Wirbelschicht	Kommunal
15.	Bonn	NW	8.000	Wirbelschicht	Kommunal
16.	Lünen (Innovatherm)	NW	95.000	Wirbelschicht	Kommunal
17.	Bottrop	NW	44.000	Wirbelschicht	Kommunal
18.	Düren	NW	14.000	Wirbelschicht	Kommunal
19.	Werdohl-Elverlingsen	NW	56.000	Wirbelschicht	Kommunal
20.	Herne	NW	22.200	Keine Angaben	Kommunal
21.	Wuppertal	NW	32.000	Wirbelschicht	Kommunal
22.	Hannover (Ennercity)	NS	30.000	Wirbelschicht	Kommunal
23.	Helmstedt (EEW, bei Braunschweig)	NS	40.000	Wirbelschicht	Kommunal
24.	Schüttorf	NS	4.500	Drehrohr	Kommunal
25.	Mainz-Mombach	RF	37.500	Wirbelschicht	Kommunal
26.	Bitterfeld-Wolfen	ST	60.000	Wirbelschicht	Kommunal
27.	Bitterfeld-Wolfen	ST	15.200	Wirbelschicht	Kommunal
28.	Halle / Lochau	ST	10.000	Wirbelschicht	Kommunal
29.	Leverkusen (Chempark)	NW	32.500	Etagenofen	Betrieblich
30.	Frankfurt (Hoechst)	HE	56.000	Wirbelschicht	Betrieblich
31.	Frankenthal (BASF)	RF	110.000	Drehrohr	Betrieblich
32.	Burghausen (Wacker Chemie)	BY	4.125	Wirbelschicht	Betrieblich
33.	Marl	NW	10.000	Wirbelschicht	Betrieblich

Anmerkung: Tabelle 1 enthält auch Neuanlagen, die erst in den letzten 2 Jahren den Betrieb aufgenommen haben. Da sich der Ausbauzustand der Verbrennungsanlagen

*(Neubau/Sanierung/Ersatzanlagen) laufend ändert, sind in der Fachpresse unterschiedliche Tabellen im Umlauf, was einen direkten Vergleich schwierig macht.*

Mit Stand 2022 sind deutschlandweit 33 Verbrennungsanlagen für Klärschlamm in Betrieb (Gesamtkapazität: ca. 1.127.455 t/a TM)\*, davon 5 Anlagen zur Verbrennung vorwiegend industrieller Klärschlämme.

*\*Anmerkung: Tabellen 1+2 aktualisiert, Stand 2024*

Die industriellen Klärschlammverbrennungsanlagen (KSV) werden bei der Phosphor-Rückgewinnung (P-Rückgewinnung) aufgrund der ungeeigneten Ausgangsschlämme nicht berücksichtigt, so dass sich mit Stand 2022 eine Verbrennungskapazität für kommunale Klärschlämme von ca. **880.000 t/a TM** ergeben hat.

Der vorherrschende Feuerungstyp ist die stationäre Wirbelschicht (Tabelle 1, überarbeitet iat).

Bei der Beurteilung der bundesweiten MonoV-Kapazität und deren Verfügbarkeit ist zu berücksichtigen, dass bei vielen Bestandsanlagen altersbedingt eine Sanierung bevorsteht. Ein Großteil der kommunalen Monoverbrennungsanlagen (ca. 13 Stück) ist über 20 bzw. 30 Jahre alt, so dass die bestehende Verbrennungskapazität durch Sanierung oder Ersatz überhaupt erst aufrechterhalten werden muss.

Erschwerend wirkt sich bei der Bewertung der Verbrennungskapazitäten auch aus, dass einige Anlagen neben kommunalen Klärschlämmen auch industrielle Schlämme verbrennen, so dass sich die Verbrennungskapazitäten nur schwer trennen lassen. Die Angaben im vorliegenden Bericht zu den Verbrennungskapazitäten für kommunale Klärschlämme sind also als überschlägige Orientierungswerte zu verstehen.

### **2.1.2. Prognose zur Entwicklung der Kapazitäten bis 2029 (UBA)**

Bundesweit sind derzeit insgesamt 44 Planungen zum Bau neuer Klärschlammverbrennungsanlagen bekannt. Die Umsetzungswahrscheinlichkeit der Projekte wurde in einer Befragung von 29 Experten bewertet (Heidecke et al., 2023).

Für 11 Planungen wurde keine Realisierung angenommen (307.000 t TM/a).

Für die verbleibenden 33 Planungen wurde der Zubau an Kapazitäten in Form von 3 Szenarien abgeschätzt:

- Szenario I: 100 % Wahrscheinlichkeit > Zubau von **407.000 t/a TM** Kapazität  
(10 Anlagen: Berlin, Bielefeld, Bremen, Hamburg, Hannover, Lahe, Hürth, Mannheim, München, Stapelfeld, Stavenhagen)
- Szenario II: 80 % Wahrscheinlichkeit > Zubau von **706.300 t/a TM** Kapazität  
(20 Anlagen: Berlin, Bielefeld, Breitenhart, Bremen, Frankfurt, Gersthofen, Geseke, Hamburg, Hannover-Lahe, Hildesheim, Hürth, Kamp-Lintfort, Lünen, Magdeburg-Rothensee, Mannheim, München, Schweinfurt, Stapelfeld, Stavenhagen, Wallmenroth, Wuppertal)

- Szenario III: 50 % Wahrscheinlichkeit > Zubau von **1.025.800 t TM** Kapazität

(33 Anlagen: Bad Krozingen, Berlin, Bielefeld, Böblingen, Breitenhart, Bremen, Darmstadt, Forchheim, Frankfurt, Gersthofen, Geske, Hamburg, Hannover-Lahe, Heek, Hildesheim, Hürth, Kamp-Lintfort, Kiel, Köln, Leuna, Lünen, Magdeburg-Rothensee, Mannheim, München, Rostock, Schweinfurt, Stapelfeld, Stavenhagen, Straubing, Trier, Walheim, Wallmenroth, Wuppertal)

Aus Baden-Württemberg werden in diesem Szenario bereits 5 Planungen berücksichtigt, darunter auch die Verbrennungsanlage des KZV-Südbaden.



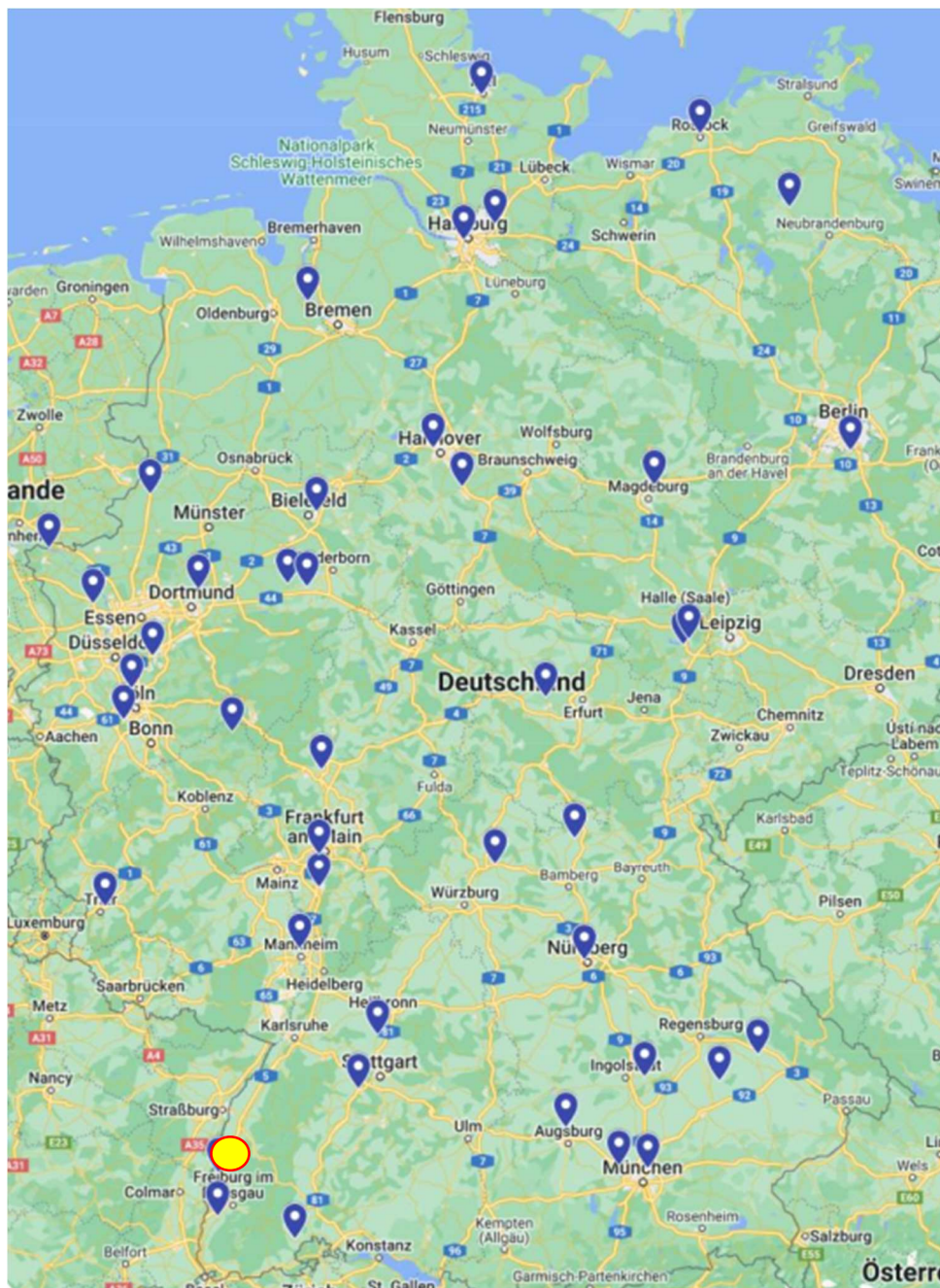


Abbildung 2: Planungen neuer Monoverbrennungsanlagen in Deutschland

Auf der Grundlage der drei Szenarien wurde vom Umweltbundesamt (UBA) die Entwicklung der Kapazitäten bundesweit bis 2029 wie folgt abgeschätzt:

- Annahme Klärschlamm gesamt 2029: **1.700.000 t/a TM**
- Annahme: 15 % liegen unter 20 g P/kg TM und können ohne P-Rück in eine anderweitige Entsorgung **- 255.000 t/a TM**
- Der erlebende Rest muss in die MonoV (Bedarf) **(SOLL) 1.445.000 t/a TM**
- Die techn. nutzbare Kapazität der Altanlagen (Bestandsanlagen) reduziert sich durch Stilllegung auf **(IST) 515.000 t/a TM**

Daraus ergibt sich ein verbleibender Rest (Unterdeckung) bzw. ein Bedarf an Zubau neuer Verbrennungskapazität bundesweit von **(BEDARF) 930.000 t/a TM**

Für die aufgestellten Szenarien bedeutet dies:

- Im Szenario 1 mit 100 % Wahrscheinlichkeit des Zubaus würden lediglich 407.000 t/a TM versorgt. Das wäre eine Deckung von lediglich (407/930) ca. 44 % des Bedarfs.
- Im Szenario II steigt dieser Deckungsanteil auf (706,3/930) ca. 76 %.
- Erhöht man die Unsicherheit und geht von einer Realisierungswahrscheinlichkeit von 50 % aus (Szenario III) liegt der Zubau an (genehmigter) Verbrennungskapazität bei **1.025.800 t/a TM**. Mit einer angenommenen Verfügbarkeit von 90% für Neuanlagen resultiert daraus eine tatsächliche Jahreskapazität an Verbrennungsleistung von **923.220 t/a TM**.  
In diesem Fall ist der Bedarf mit ca. (923,22/930) 99,3 % nahezu gedeckt. Es verbleibt lediglich eine kleine restliche Deckungslücke von **6.780 t/a TM**.

Das Umweltbundesamt zieht daraus folgendes Fazit:

Um eine flächendeckende Umsetzung der Vorgaben der Klärschlammverordnung zu gewährleisten ist mittelfristig der Zubau von Verbrennungskapazität im Rahmen sämtlicher **33 bekannten Planungen** erforderlich.

Die Entstehung von eventuellen zeitlichen und regionalen Über- bzw. Unterkapazitäten ist abhängig von der Umsetzung der einzelnen Projekte wahrscheinlich.

Auch wenn die Umsetzung ausreichend vieler (derzeit aber auch unsicheren) Planungen erfolgt, lassen lange Realisierungszeiträume, begrenzte Verfügbarkeit an Anlagenbauunternehmen und parallele Planungen die erforderliche Behandlungskapazität mit Blick auf 2029/2032 ungewiss erscheinen.

### 2.1.3. Aktualisierter Entwicklungsstand geplanter KSV bundesweit

Um einen besseren Ausblick für den KZV-Südbaden zu gewinnen, wurde der im Re-FoPlan beschriebene Realisierungsstand bundesweiter Planungen im Rahmen dieser Studie nach Presseberichten aktualisiert (Tabelle 2).

Der durch die Novellierung der AbfKlärV und die Einführung der P-Rückgewinnungspflicht entstandene Impuls zum Ausbau an Monoverbrennungskapazitäten hat bundesweit bereits zum Bau zahlreicher Neuanlagen, vor allem in den nördlichen Bundesländern, geführt.

So wurden z.B. die Verbrennungsanlagen

- Bitterfeld-Wolfen (Sachs.-Anh.) 250.000 t/a EKS , 60.000 t/a TM
- Halle-Lochau (Sachs.-Anh.) 40.000 t/a EKS, 10.000 t/a TM
- Helmstedt (Niedersachs.) 160.000 t/a EKS, 40.000 t/a TM
- Mainz (Rheinl.-Pf.) 150.000 t/a EKS, 37.500 t/a TM
- Offenbach (Hessen) 100.000 t/a EKS, 25.000 t/a TM
- Schüttorf (Niedersachs.) 18.000 t/a EKS, 4.500 t/a TM

mit insgesamt 177.000 t/a TM in den vergangenen Jahren errichtet und im Laufe des Jahres 2022 in Betrieb genommen. Auch die Klärschlammverbrennungsanlage in Mannheim wurde 2023 fertiggestellt und befindet sich aktuell im Einfahrbetrieb.

Bei den ausstehenden Planungen ändert sich der Entwicklungsstand der Projekte fortlaufend, so dass eine stetige Aktualisierung erforderlich ist. Eine aktuelle Momentaufnahme liefert Tabelle 2.

Die Recherche zeigt, dass bereits einige Projekte erfolgreich umgesetzt wurden und neue Verbrennungsanlagen in Betrieb gesetzt wurden. Weitere Planungen sind konkret im Bau.

Die Recherche zeigt aber auch, dass einige Projekte nach dem Genehmigungsverfahren gestoppt wurden (Straubing) oder aus Kostengründen ausgesetzt wurden (Rostock).

Tatsächlicher Bau und Inbetriebnahme der Verbrennungsanlagen sind also bis zuletzt mit Unwägbarkeiten verbunden.

Tabelle 2: Entwicklungsstand neuer Monoverbrennungsanlagen bundesweit (iat, 2024)

	Anlage	Bundesland	Kapazität t TS/a	Kapazität t OS/a	Status
1.	Lauchhammer	BB	8.100	33.000	<i>Genehmigung erteilt</i>
2.	Berlin	BE	64.000	256.000	<i>in Bau</i>
3.	Bremen	HB	54.000	216.000	<i>Inbetriebnahme</i>
4.	Böblingen	BW	30.000	120.000	<i>in Planung</i>
5.	Bonndorf (Komphos)	BW	20.000	80.000	<i>Genehmigungsverfahren</i>
6.	Breisgauer Bucht	BW	25.000	100.000	<i>Bauentscheidung steht aus</i>
7.	Breisach-Grezhausen	BW	2.800	11.200	<i>in Bau</i>
8.	<b>Straubing</b>	<b>BY</b>	<b>40.000</b>		<b><i>Planung gestoppt</i></b>
9.	Gersthofen (MVV, bei Augsburg)	BY	27.100	116.800	<i>Genehmigung erteilt</i>
10.	Gießen	HE	20.000	80.000	<i>nicht bekannt</i>
11.	Michelstadt	HE	4.500	18.000	<i>in Bau</i>
12.	Hamburg Vera II	HH	78.840	300.000	<i>in Bau: Neubau 4. Linie</i>
13.	<b>Rostock</b>	<b>MV</b>	<b>25.000</b>		<b><i>Planung gestoppt</i></b>
14.	Hürth-Knappsack (RWE)	NW	45.000	180.000	<i>in Bau</i>
15.	Köln-Merkenich (KLAR GmbH-Köln-Bonn)	NW	30.000	120.000	<i>in Planung</i>
16.	Klärschlammkoop. Rheinland (KKR)	NW	40.000	160.000	<i>Standortsuche</i>
17.	Bielefeld (OWL)	NW	35.000	178.000	<i>in Bau</i>
18.	Wuppertal-Buchenhofen (KVB)	NW	47.500	190.000	<i>in Planung Ersatz Altanlage</i>
19.	Kamp-Lintfort (LINEG)	NW	25.000	100.000	<i>in Planung</i>
20.	Lünen	NW	24.000		<i>in Planung</i>
21.	Saerbeck	NW	15.000		<i>nicht bekannt</i>
22.	Wolfsburg	NS	30.000		<i>Ausschreibung</i>
23.	Hildesheim	NS	30.000	120.000	<i>Genehmigungsverfahren</i>
24.	Koblenz	RP	4.000		<i>nicht in Betrieb (wirtschaftliche Gründe)</i>
25.	Trier	RP	20.000		<i>nicht bekannt</i>
26.	Altenkirchen-Wallmenroth	RP	4.500	18.000*	<i>Inbetriebnahme</i>
27.	Schlitz	RP	1.500	6.000	<i>in Bau</i>
28.	<b>Kiel</b>	<b>SH</b>	<b>35.000</b>		<b><i>Planung gestoppt</i></b>
29.	Stapelfeld (EEW, bei Hamburg)	SH	32.000		<i>in Bau</i>
30.	Zeitz-Elsteraue (Wiese UT)	ST	25.000	100.000	<i>Genehmigung erteilt</i>
31.	Bitterfeld-Wolfen	ST	60.000	260.000	<i>in Betrieb, jedoch Umbau erforderlich</i>

\* Klärschlamm vererdet

#### 2.1.4. Fazit

Es ist mit sehr großer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die thermischen Entsorgungskapazitäten ab 2029 bundesweit nicht ausreichen werden, um die Klärschlamm Entsorgung für alle in Deutschland anfallenden Klärschlämme sicherzustellen.

Dies wird erwartungsgemäß zu einer starken Konkurrenz um bestehende Verbrennungskapazitäten führen und sowohl die Entsorgungssicherheit gefährden als auch die Verbrennungskosten in die Höhe treiben.

Entsorgungsstrategien, die sich auf die Entstehung von Überkapazitäten an Verbrennungsleistung bundesweit stützen und die Sicherung der thermischen Entsorgung durch Ausschreibung einer Dienstleistung anstreben, bergen trotz der bereits zu beobachtenden Bauaktivitäten ein ernstzunehmendes Entsorgungsrisiko.

### 2.2. KSV in Baden-Württemberg

Die aktuelle Situation der Klärschlamm Entsorgung in Baden-Württemberg wurde im Rahmen eines Projektes der Plattform P-RÜCK des DWA Landesverbandes Baden-Württemberg im Jahr 2019 untersucht und beschrieben (DWA Plattform P-RÜCK, Strukturkonzept für Baden-Württemberg, 2019).

Die hierzu durchgeführte Umfrage (Beteiligung ca. 80% der Ausbau-EW) zeigte auch für Baden-Württemberg einen erheblichen Bedarf an neu zu schaffender Verbrennungskapazität auf.

#### 2.2.1. Standorte und bestehende Kapazitäten in BaWü

Aktuell erfolgt die thermische Klärschlammverwertung in Baden-Württemberg in folgenden Verbrennungsanlagen (Strukturkonzept Baden-Württemberg, 2019):

- 3 Klärschlammverbrennungsanlagen (MonoV): Karlsruhe, Stuttgart, Neu-Ulm
- 1 Klärschlammvergasungsanlage (MonoV): Balingen
- 4 Zementwerke (MitV, neu: "alternative" thermische Verwertung) Allmendingen, Mergelstetten, Dotternhausen, Schelklingen
- 1 Kohlekraftwerk (MitV): Kraftwerk Heilbronn
- 1 Heizkraftwerk Papierfabrik Koehler (MitV): Oberkirch

Bei der thermischen Verwertung von Klärschlamm überwiegt die Mitverbrennung (41%) den Anteil der Monoverbrennung (39%) leicht.

### **2.2.1.1. Stuttgart-Mühlhausen (Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES))**

Die Monoverbrennungsanlage der Landeshauptstadt Stuttgart mit zwei überwiegend im Wechsel betriebenen Verbrennungslinien (WSO2 u. WSO3) steht auf dem Gelände des Hauptklärwerkes Stuttgart-Mühlhausen, das mit einer Ausbaugröße von 1,2 Mio. Einwohnerwerten die größte Kläranlage des Landes darstellt. Neben dem Eigenschlamm des Hauptklärwerkes Mühlhausen (ca. 16.000 t/a TM) wird der Klärschlamm von 3 Außenklärwerken der SES (ca. 3.400 t/a TM) und der Fremdschlamm aus dem nahe gelegenen Umland (ca. 5.100 t/a TM) thermisch behandelt. Dies ergibt einen derzeitigen Durchsatz von zusammen ca. 24.500 t/a TM bei einer immissionsrechtlich genehmigten Verbrennungskapazität von maximal 32.000 t/a TM.

Die Kapazität für die vertraglich geregelte Annahme von Fremdschlämmen wurde aufgrund der Nachfrage vieler Nachbarkommunen in den letzten Jahren kontinuierlich ausgebaut.

Durch die Beteiligung am Ausfallverbund zusammen mit den Verbrennungsanlagen in Karlsruhe und Neu-Ulm müssen jedoch auch Reservekapazitäten für die kurzfristig erforderliche Annahme außerordentlicher Klärschlammmengen vorgehalten werden. Aus diesem Grund kann die Verbrennungsleistung für externe Klärschlämme nicht weiter gesteigert werden, so dass keine weiteren Entsorgungsverträge angeboten werden.

Die ältere der beiden Verbrennungslinien (WSO2) ist aktuell nicht in Betrieb, wird aber als Kaltreserve vorgehalten. Die Ertüchtigung ist bereits geplant. Sobald diese Sanierung abgeschlossen ist, steht die Sanierung der zweiten Verbrennungslinie (WSO3) an (Lämmerzahl, mündl. Mitteilung).

### **2.2.1.2. Karlsruhe (Stadt Karlsruhe)**

Auf dem Klärwerk der Stadt Karlsruhe wird seit 1981 eine Verbrennungsanlage mit 2 Verbrennungslinien (VEB I und II) betrieben. Die Sanierung der 2. Verbrennungslinie aus dem Jahr 1992 wurde jüngst abgeschlossen, so dass nun die Sanierung der bisher betriebenen VEB I ansteht. Es ist geplant, diese Linie stillzulegen und durch eine komplett neue Verbrennungslinie (VEB III) zu ersetzen.

Im redundanten Verbrennungsbetrieb (einstrassig) lag die Verbrennungskapazität 2021 bei ca. 7.000 t/a TM Eigenschlamm und ca. 3.000 t/a TM Fremdschlamm. Die Klärschlammannahme von zwölf Kläranlagen ist vertraglich geregelt.

Es liegt eine immissionsrechtliche Genehmigung für die Verbrennung von maximal 20.000 t/a Trockenmasse vor. Eine Erweiterung der Kapazität ist nicht vorgesehen.

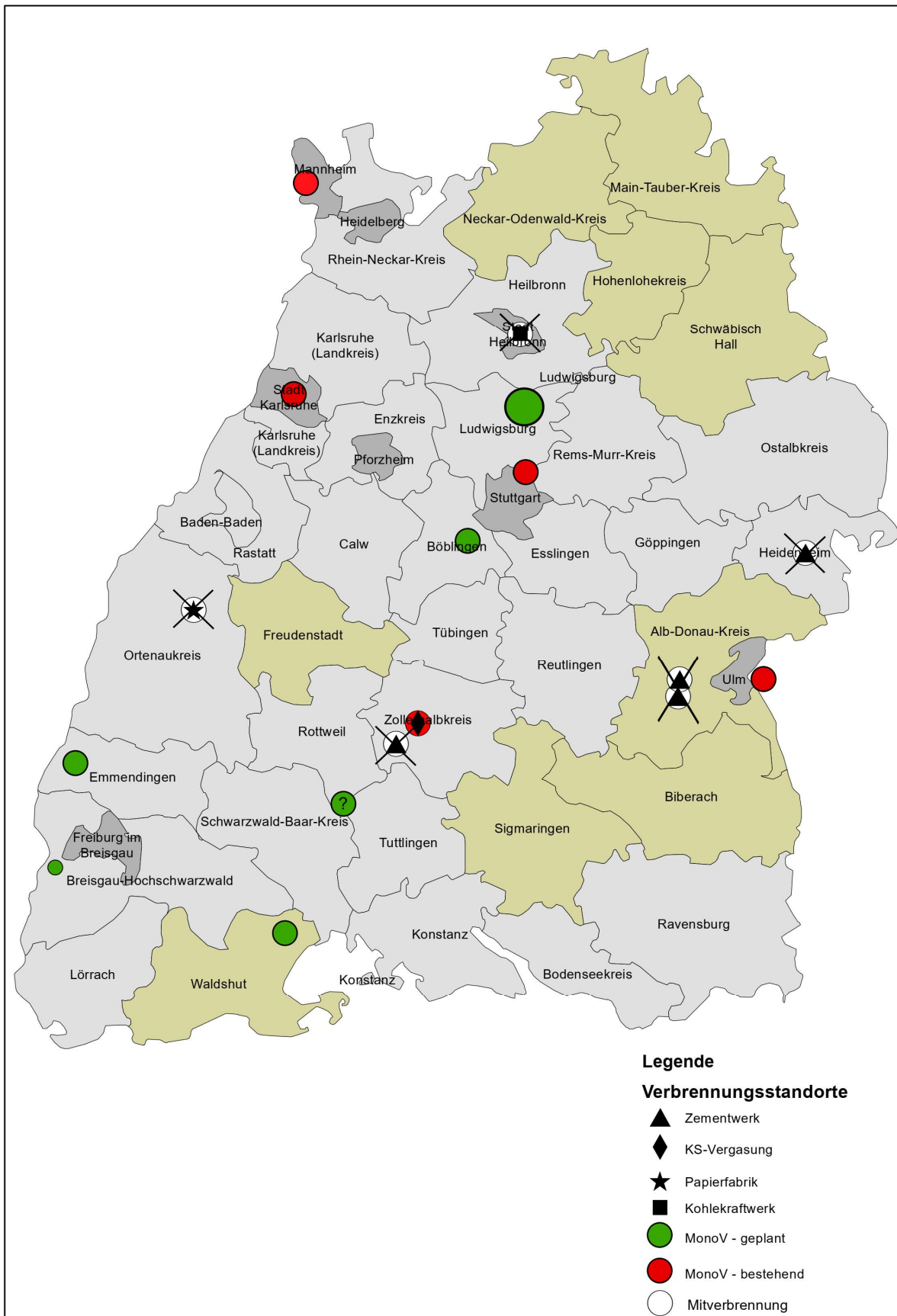


Abbildung 3: Bestehende und geplante Verbrennungsanlagen in Baden-Württemberg

(Stand 2024)

### **2.2.1.3. Neu-Ulm (AZV Steinhäule)**

Eine Besonderheit stellt die Monoverbrennungsanlage auf dem Gelände des Zweckverbandes Klärwerk Steinhäule (ZVK Steinhäule) in Neu-Ulm dar.

Im ZVK Steinhäule wird seit 1984 eine landesübergreifende, interkommunale Zusammenarbeit von baden-württembergischen und bayerischen Mitgliedern betrieben, die ihre Abwässer im Klärwerk Steinhäule auf der bayrischen Gemarkung Pfuhl reinigen. 2019 wurde der Zweckverband Klärschlamm Entsorgung des ZVK Steinhäule gegründet, in dem die bislang vertraglich geregelten Klärschlammlieferungen von 30 externen Kläranlagen fest aufgenommen wurden. Der neu gegründete Zweckverband hat 12 Mitglieder mit 10 Gemeinden aus Baden-Württemberg (Anteil am AZV ca. 65%) und 2 Gemeinden aus Bayern (Neu-Ulm 112.500 E, Senden 38.500 E, Anteil am AZV zusammen 35 %).

In der Verbrennungsanlage auf dem Kläranlagengelände werden ca. 10.000 t/a TM Eigenschlamm sowie ca. 14.000 t/a TM angelieferte Fremdschlämme der Verbandsmitglieder thermisch behandelt. Daraus ergibt sich ein Durchsatz von aktuell ca. 24.000 t/a TM.

Die nach Satzung zulässige Verbrennungsleistung von 28.000 t/a TM (Genehmigung der Standortgemeinde) soll nach der Sanierung von Verbrennungslinie WSO2 voll ausgenutzt werden. Bei einem Anteil von 80 % der Schlämme aus Baden-Württemberg entspricht dies nach der Sanierung einer Entsorgungskapazität von ca. 22.500 t/a TM für Klärschlämme aus Baden-Württemberg.

Für den Standort liegt eine immissionsrechtliche Genehmigung nach BImSchG von bis zu 40.000 t/a TM vor. Diese Leistung kann jedoch durch die Auflagen der Standortgemeinde nicht ausgeschöpft werden.

### **2.2.1.4. Balingen (ZVA Balingen )**

Auf der Kläranlage des Zweckverbandes Abwasserreinigung (ZVA) Balingen wird eine Klärschlammvergasungsanlage der Fa. Kopf-Syngas betrieben, die nach den Bestimmungen der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) auch als Monoverbrennungsanlage einzustufen ist.

Die Anlage hat eine Auslegungsgröße von 6.700 t/a OS (24 % TS: 1.600 t/a TM). Die tatsächliche Leistung beträgt ca. 5.800 t/a OS (ca. 1.450 t/a TM), was einer Auslastung von 87% entspricht. Es wird Fremdschlamm von 5 weiteren Kläranlagen behandelt. Durch bereits geplante Sanierungsmaßnahmen soll die Leistung verbessert und auf 2.000 t/a TM erhöht werden.



### 2.2.1.5. Mannheim (MVV Umwelt Asset GmbH)

Am bestehenden Standort der Müllverbrennungsanlage in Mannheim hat die MVV Umwelt Asset GmbH mit EFRE-Fördermitteln und Mitteln des Landes Baden-Württemberg zwei Drehrohröfen zur Klärschlammverbrennung errichtet. Die Anlage befindet sich im Einfahrbetrieb.

In den zwei Öfen mit einer Verbrennungskapazität von zusammen 135.000 t/a OS (ca. 37.500 t/a TM) sollen ausschließlich kommunale Klärschlämme behandelt werden.

Durch die besondere Randlage im äußersten Norden von Baden-Württemberg ist davon auszugehen, dass auch Klärschlämme aus den benachbarten Bundesländern die Verbrennung nutzen. Aus diesem Grunde wird für die KSV in Mannheim im Strukturkonzept des Landes Baden-Württemberg eine reduzierte Entsorgungskapazität von 24.000 t/a TM angenommen.

Tabelle 3: Verbrennungskapazitäten der Bestandsanlagen in Baden-Württemberg

Bestandsanlagen Baden-Württemberg		
Standort	Kapazität	Status
Stuttgart, Hauptklärwerk Mühlhausen	ca. 24.500 t/a TM	Sanierungsbedarf: Sanierung WSO 2 steht an, Kapazität ausgelastet, keine Kapazitätserhöhung
Karlsruhe, Klärwerk Karlsruhe	ca. 10.000 t/a TM	Sanierungsbedarf: Sanierung VEB II abgeschlossen, Ersatz VEB I > Neubau VEB III, keine Kapazitätserhöhung
Neu-Ulm, Klärwerk Steinhäule	ca. 22.500 t/a TM	Sanierungsbedarf: Sanierung WSO 2 läuft, keine Kapazitätserhöhung Zweckverband geschlossen > Aufnahme- stopp Anteil für BaWü durch landesübergreifende Kooperation ca. 22.500 t/a TM
Balingen Kläranlage Balingen	2.000 t/a TM (maximal)	Ertüchtigung durch Einzelmaßnahmen erforderlich, Keine bauliche Erweiterung geplant
Mannheim, Heizkraftwerk Mannheim (MVV)	ca. 24.000 t/a TM	Einfahrbetrieb (noch kein Regelbetrieb) Angenommener Anteil für BaWü durch besondere Randlage ca. 24.000 t/a TM
<b>Gesamt</b>	<b>83.000 t/a TM</b>	

### 2.2.1.6. Deckungslücken / Bedarfsrechnung BaWü

Mit den ermittelten Verbrennungskapazitäten berechnet sich der verbleibende Bedarf an Verbrennungsleistung in Baden-Württemberg ab 2029 wie folgt:

Tabelle 4: Bedarf Verbrennungskapazität in Baden-Württemberg ab 2029

<b>Verbrennungskapazität in Baden-Württemberg</b>	
Klärschlammaufkommen 2022	rd. 212.000 t/a TM
MonoV Karlsruhe, Stuttgart, Ulm/Neu-Ulm, Mannheim	rd. 83.000 t/a TM
<b>Deckungslücke / Bedarf</b>	<b>rd. 129.000 t/a TM</b>

### 2.2.2. Planungen zu Verbrennungsanlagen in BaWü

In Baden-Württemberg sind mehrere Projekte zum Bau neuer Klärschlammverbrennungsanlage bekannt. Auch hier ist die Spannweite in Bezug auf den Stand der Umsetzung groß.

#### 2.2.2.1. Breisach-Grezhausen (AZV Staufener Bucht)

Auf der Kläranlage Grezhausen baut der Abwasserzweckverband Staufener Bucht mit EFRE-Fördermitteln und des Landes Baden-Württemberg eine Pilotanlage zur Klärschlammverbrennung und Phosphorrückgewinnung.

In diesem Projekt haben sich sieben Kläranlagenbetreiber im Rahmen eines öffentlich-rechtlichen Vertrages zur Interessensgemeinschaft Klärschlammverwertungsgemeinschaft Neuenburg-Breisach zusammengeschlossen.

Bei dem innovativen Verfahren soll durch eine modifizierte Wirbelschichtverbrennung unter Zugabe von Additiven und einem speziellen Wirbelschichtmaterial sowohl eine verbesserte Schwermetallabreicherung als auch eine verbesserte Pflanzenverfügbarkeit des enthaltenen Phosphors erzeugt werden. Da auf diese Weise die Düngemitteltauglichkeit der Asche bereits während der Verbrennung modifiziert wird, spricht man von einem "integrierten" Verbrennungsverfahren inklusive P-Rückgewinnung.

Der Bau der Anlage mit einem Durchsatz von 11.200 t/a OS (ca. 2.800 t/a TM) ist fertig gestellt, die Anlage soll im Mai 2024 in den Dauerbetrieb genommen werden.

#### 2.2.2.2. Walheim (EnBW/MSE)

Eine maßgebliche Rolle für die Klärschlamm Entsorgung in Baden-Württemberg spielt die Fa. MSE Mobile Schlammwässerungsgesellschaft, ein Tochterunternehmen der Energie Baden-Württemberg AG (EnBW). Bislang stellt die Fa. MSE die Entsorgung der Klärschlämme unter anderem über Mitverbrennung in Kohlekraftwerken (Kohlekraftwerke Heilbronn und Lippendorf bei Leipzig) und in Zementwerken sicher.

Als Reaktion auf die veränderte Entsorgungssituation ab 2029 plant die MSE zusammen mit dem Mutterkonzern EnBW den Bau einer neuen Anlage zur Verbrennung kommunaler Klärschlämme am EnBW Kraftwerksstandort Walheim (zwischen Ludwigsburg und Heilbronn).

Die Monoverbrennungsanlage soll eine Kapazität von ca. 180.000 t/a OS (ca. 50.000 t/a TM bei angenommenen 28 % TM) aufweisen. Die Anlieferung des Klärschlammes wird über die Fa. MSE erfolgen, die auch heute schon einen Großteil der Klärschlämme landesweit entsorgt.

Die Kapazität der Verbrennungsanlage dürfte durch den Klärschlammmanfall der Bedarfsregionen im Norden, Nord-Osten und der Mitte von Baden-Württemberg weitgehend ausgeschöpft werden.

Die Anlagenplanungen sind abgeschlossen; das Genehmigungsverfahren läuft seit Februar 2023. Aktuell liegen die Unterlagen im Rahmen der öffentlichen Anhörung bis 26. Februar aus, Einwände können bis 26. März eingereicht werden.

Sobald die Genehmigung erteilt ist soll der Bau zügig vorangehen. Mit der Inbetriebnahme wird 2027 gerechnet.

#### **2.2.2.3. Böblingen (kbb Böblingen)**

Im November 2020 gründete sich in Böblingen der Zweckverband Klärschlammverwertung Böblingen (kbb). Ausgehend von den ursprünglich 56 Gründungsmitgliedern ist der Verband zwischenzeitlich auf 79 Mitglieder (Kommunen und Zweckverbände) angewachsen.

Geplant ist der Bau einer 1-straßigen Wirbelschichtfeuerung mit einem maximalen Durchsatz von 120.000 t/a OS (ca. 30.000 t/a TM) auf dem Werksgelände des Zweckverbandes Restmüllheizkraftwerk Böblingen (rbb).

Geringe Restkapazitäten zur Vergabe an weitere Mitgliedsanwärter waren im Februar 2022 nach Angaben des kbb noch vorhanden. Dies reichen jedoch in keinem Fall für den KZV aus, so dass die KSV in Böblingen keine Option für den KZV ist.

Aktuell werden die Genehmigungsunterlagen zusammengestellt. Da man hier schon in enger Absprache mit der Genehmigungsbehörde steht, hofft man auf die zeitnahe Feststellung der Vollständigkeit und die Erteilung der 1. Teilgenehmigung bis Ende des Jahres 2024.

#### **2.2.2.4. Bonndorf (TTS GmbH bzw. KomPhos GmbH & Co. KG)**

Die TTS GmbH plant auf dem Gelände der KA Bonndorf (Schwarzwald) den Bau einer Wirbelschichtverbrennung mit 2 Linien.

Das Anlagenkonzept sieht die (Voll)Trocknung und Verbrennung von insgesamt 20.000 t/a TM vor, wobei der Bau von 2 baugleichen Verbrennungslinien zu je 10.000 t/a TM stufenweise, in Abhängigkeit der Auslastung erfolgen soll.

Die erste Verbrennungslinie soll primär den entwässerten Klärschlamm im Umkreis der KA Bonndorf verwerten. Um eine hohe Auslastung der Anlage sicherzustellen,

sollen zusätzlich getrocknete Klärschlämme von den umliegenden, regional betriebenen Trocknungsanlagen im LK Tuttlingen und LK Lörrach angenommen werden.

Für die erste Verbrennungslinie soll die Volltrocknung der entwässerten Schlämme mithilfe eines Niedertemperatur-Bandrockners brüdenfrei erfolgen. Reicht die Wärme aus der Verbrennung nicht zur Trocknung der Schlämme aus, soll zusätzliche Wärme über ein angegliedertes Holzvergasungs-BHKW geliefert werden. Der dort erzeugte Strom wird zum Teil für den Trockner verwendet, der verbleibende Rest soll den Fremdbezug an Strom der benachbarten Kläranlage senken.

Bei Akquirierung getrockneter Schlämme muss keine Energie mehr zur Trocknung der Schlämme aufgebracht werden, sodass der Energieüberschuss aus der Verbrennung zur Stromerzeugung dienen und über die EEG-Zulage bei Einspeisung ins Stromnetz zusätzliche Einnahmen bringen soll.

Die erzeugten Aschen sollen vor Ort in drei Qualitäten (Hoch/Mittel/Niedrig belastet) vorsortiert, mit verschiedenen Säuren aufgeschlossen und granuliert werden. Der so hergestellte Basis-Dünger soll an Düngemittel-Zwischenhändler abgegeben werden, die durch Zumischung weiterer Nährstoffe verschiedene Dünger konfektionieren und vertreiben. Die Gespräche mit den Abnehmern (Raiffeisen, BayWa) sind abgeschlossen.

Die Anlieferung der entwässerten Schlämme soll über die Fa. MSE erfolgen, eine Lohn-trocknung bei Bedarf durch die Fa. Inprotec, einen Dienstleister der industriellen Lohn-trocknung.

Zu Beginn soll die Anlage als privates Dienstleistungsunternehmen mit langfristigen Vertragsdauern in Betrieb gehen. Hierfür wurde die KomPhos GmbH & Co. KG gegründet. Zu einem späteren Zeitpunkt ist geplant, kommunale Partner in einer öffentlich-rechtlichen Organisationsform als Kommanditisten mit Gewinnbeteiligung zu beteiligen (ÖPP).

Die Anlagenplanung ist abgeschlossen; die BlmSch-Genehmigung für den Vollbetrieb ist beantragt. Mit der Genehmigung rechnet man bis Ende des Jahres 2024.

#### **2.2.2.5. Deißlingen (Remondis/BRS Deißlingen)**

Die Fa. Remondis hat auf einer Regionalkonferenz der DWA am 27.10.2021 in Villingen-Schwenningen die Absicht zum Bau einer Verbrennungsanlage am Standort der Fa. BRS Bioenergie GmbH, neben der Kläranlage Deißlingen, angekündigt.

Um den Bau dieser regional sinnvollen Verbrennungsanlage zu unterstützen und im Vorfeld die benötigten Klärschlamm-mengen zu bündeln, plant der AZV Oberer Neckar (Sitz Villingen-Schwenningen) die Durchführung einer Bündelausschreibung zusammen mit interessierten Kläranlagenbetreibern der Region. Das Ausschreibungskonzept wird aktuell mit Hilfe der Rechtsanwaltskanzlei MenoldBezler (MB) und des Ingenieurbüros Jedele und Partner (JuP) entwickelt.

Nach ersten unbestätigten Meldungen ist eine Anlage mit einem Durchsatz von 10.000 t/a TM angedacht. Aktuelle Angaben zum Planungsstand liegen bislang nicht vor.

### 2.2.2.6. Deckungslücken / Erweiterte Bedarfsrechnung BaWü

Unter Berücksichtigung aller oben genannten Planungen (inclusive Fa. Remondis) ergibt sich ein möglicher Zubau an Verbrennungskapazität von insgesamt rd. 113.000 t/a TM (Tabelle 5). Geht man bei einstrassigem Verbrennungsbetrieb von einer Anlagenverfügbarkeit von 90% aus, ergibt sich eine zu erwartende Entsorgungsleistung von rd. 100.000 t/a TM.

Tabelle 5: Neue Verbrennungskapazitäten in Baden-Württemberg bis 2029

	Anlage	Kapazität t TS/a	Kapazität t OS/a	Status
1.	Breisach-Grezhausen (IG Neuenburg-Breisach)	2.800	11.200	Bau abgeschlossen
2.	Walheim (EnBW)	50.000	180.000	Genehmigung beantragt
3.	Böblingen (kbb, Zweckverband)	30.000	120.000	Genehmigung beantragt
4.	Bonndorf (KomPhos GmbH)	20.000	40.000	Genehmigung beantragt
5.	Deißlingen (Remondis)	10.000?		Absichtserklärung
	<b>Gesamt</b>	<b>102.800</b>		

Bei einem zuvor ermittelten Gesamtbedarf für Baden-Württemberg von rd. 130.000 t/a TM resultiert eine Deckungslücke von rd. (130-102,8) 30.000 t/a TM. Diese Restkapazität kann mit einer Verbrennungsanlage des KZV Südbaden sinnvoll gedeckt werden.

### 3. Entsorgungsvarianten für den KZV-Südbaden

Auf der Grundlage der beschriebenen Kapazitäten werden Überlegungen zu den Entsorgungsmöglichkeiten des KZV-Südbaden angestellt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass bestehende (Alt)Anlagen i.d.R. bereits ausgelastet und durch den bestehenden Sanierungsbedarf eher in ihrer Verbrennungskapazität eingeschränkt sind. Diese Anlage kommen als Entsorgungsmöglichkeiten für den KZV also grundsätzlich nicht in Frage.

Bei Neuanlage in kommunalem Eigenbetrieb sind die Kapazitäten durch die beteiligten Verbandsmitglieder i.d.R. ebenfalls ausgelastet, so dass größere Klärschlamm-mengen nicht mehr angenommen werden können. Es ist zu erwarten, dass bestehende Restkapazitäten spätestens ab 2029 regional durch Kläranlagen im Umkreis der Verbrennungsanlagen bis 100 km (als wirtschaftlich anzunehmen) ausgelastet werden.

### 3.1. Variante 1: KSV in Bestandsanlagen bundesweit (außerhalb BaWü)

Außerhalb von Baden-Württemberg liegen 5 Bestandsanlagen, die für die thermische Verwertung des Klärschlammes des KZV bereits heute in Frage kommen.

Zur vereinfachten Abschätzung des Transportaufkommens wird die Entfernung ausgewählter Verbrennungsanlagen zur KA Forchheim als zentralem Umschlagplatz für die Klärschlämme des KZV ermittelt. Diese Entfernung (einfache Strecke) ergibt multipliziert mit dem Jahresaufkommen an entwässertem Klärschlamm (OS<sub>25%</sub>: 88.000 t/a) das Jahrestransportaufkommen in (t\*km/a).

Tabelle 6: Transportaufkommen für KSV in Bestandsanlagen bundesweit

Standort KSV	Thermische Kapazität [t/a OS <sub>25%</sub> ]	Entfernung* zur KA Forchheim [km]	Jahres-tonnen-Kilometer [t*km/a]*10 <sup>6</sup>	Anteil KZV [%]
Ludwigshafen (BASF)	110.000	195	17,16	80
Frankfurt (Höchst)	224.000	250	22,00	39
Offenbach (EVO)	100.000	260	22,88	88
Werdohl-Elverlingsen	224.000	440	38,72	39
Helmstedt (EEW)	160.000	630	55,44	55
Bitterfeld-Wolfen (KSR)	240.000	650	57,20	37

\* einfache Entfernung  erheblich  kritisch bzw. unrealistisch

Keine dieser Anlagen liegt in einer wirtschaftlich erachteten Entfernung von ca. 100 km.

Das Jahrestransportaufkommen liegt sehr hoch bei rd. 17-57 Mio (t\*km/a). Die durch den Transport verursachten Emissionen sind aus ökologischer Sicht abzulehnen. Hinzu kommen die damit verbundenen Transportkosten, die den Entsorgungspreis zusätzlich erhöhen.

Ausschlaggebend für die Bewertung ist jedoch die Verbrennungskapazität, die die thermische Verwertung des Klärschlammes des KZV in Anspruch nehmen würde. Sie liegt bei 37-55% der Nennleistung der bestehenden Anlagen, im Fall der KSV Offenbach sogar bei 88% der Nennleistung. In diesem Fall würde nahezu die gesamte Verbrennungsleistung für den KZV-Südbaden benötigt.

Angesichts des zunehmenden Entsorgungsdruckes bundesweit ist es mehr oder weniger ausgeschlossen, dass derart hohe Anteile an Verbrennungskapazität durch überregional angelieferte Klärschlämme in Anspruch genommen werden können, da sie in Konkurrenz zum regionalen Bedarf stehen. Die Anlagen wurden nicht für Reservekapazitäten gebaut, sondern für diesen regionalen Bedarf.

### 3.2. Variante 2: KSV in Neuanlagen bundesweit (außerhalb BaWü)



Betrachtet man in Variante 2 die Neuanlagen, die von Dienstleistungsunternehmen geplant oder in Bau sind, verbessert sich die Wahrscheinlichkeit, größere Verbrennungskontingente durch frühzeitigen Abschluss langfristiger Entsorgungsverträge (mindestens 10 Jahre) zu sichern. Allerdings sind diese Anlagen noch nicht fertiggestellt und haben den sicheren Regelbetrieb noch nicht unter Beweis gestellt.

Hinzu kommen aktuell vergaberechtliche Fragestellungen, wie eine solche Leistung ohne Vorhandensein einer bestehenden Anlage juristisch korrekt ausgeschrieben werden kann. Diese Frage wird aktuell von der Interessensgemeinschaft Villingen-Schwenningen mit juristischer Unterstützung abgeklärt.

In Variante 2 werden 4 Neuanlagen betrachtet, die grundsätzlich für den KZV in Frage kommen könnten:

Tabelle 7: Transportaufkommen für KSV in Neuanlagen bundesweit

Standort KSV	Thermische Kapazität [t/a OS <sub>25%</sub> ]	Entfernung* zur KA Forchheim [km]	Jahres- tonnen- Kilometer [t*km/a]*10 <sup>6</sup>	Anteil KZV [%]
Gersthofen b. Augsburg (MVV Energie)	85.000	330	29,04	104
Hürth-Knappsack (RWE)	180.000	410	36,08	49
Lünen (Remondis) ?	96.000	485	42,68	92
Stapelfeld (EEW)	128.000	650	57,20	69

 erheblich     kritisch bzw. unrealistisch

In dieser Variante liegen die Fahrentfernungen und somit das Transportaufkommen ähnlich hoch wie in Variante 1, da keine leistungsstarke Verbrennungsanlage in kürzerer Entfernung zur Kläranlage Forchheim in Aussicht steht.

Auch in dieser Variante überfordert die Klärschlammmenge des KZV die Verbrennungsleistung der neu geplanten thermischen Anlagen deutlich.

Die geplante Verbrennungsanlage in Gersthofen wäre bereits zu klein, ebenso die Verbrennungsanlage in Lünen (Planungsstand unbekannt).

Die geplante Verbrennungsanlage der RWE in Hürth wäre bereits zu rd. 50% nur mit den Klärschlämmen des KZV ausgelastet, die Verbrennungsanlage der EEW in Stapelfeld (bei Hamburg) sogar zu rd. 70%.

### **3.3. Variante 3: KSV in Neuanlagen BaWü (innerhalb BaWü)**

Innerhalb von Baden-Württemberg ergeben sich 4 neue Verbrennungsanlagen, die als Entsorgungsalternativen für den KZV grundsätzlich in Betracht kommen könnten:

- Bonndorf (KomPhos / MSE)
- Deißlingen (BRS / Remondis)
- Mannheim (MVV)
- Walheim (EnBW / MSE)

#### **3.3.1. Bonndorf / Walheim / MSE**

Die geplante Verbrennungsanlage in Bonndorf liegt mit 80 km einfacher Fahrtstrecke am nächsten zur Kläranlage Forchheim.

Für Klärschlämme aus dieser Entfernung sieht die Konzeption der KomPhos GmbH vor, die Schlämme nur getrocknet anzunehmen.

Teilt man die Gesamtkapazität gedanklich zu gleichen Teilen auf getrocknete und entwässerte Klärschlämme auf, resultiert eine Nennkapazität von 10.000 t/a TM für die Annahme von Trockengut.

Eine Trocknung könnte auf der Kläranlage Forchheim erfolgen und das Trockengut von MSE nach Bonndorf transportiert werden.

Die Klärschlämme, die in näherer Transportentfernung zur Kläranlage Offenburg anfallen, werden dieser Kläranlage zugeschlagen. Der Klärschlamm könnte dort gesammelt und in entwässerter Form von MSE auch nach Walheim transportiert werden, sofern die Kapazität in Bonndorf nicht ausreicht.

Das Aufsplitten der Klärschlammengen könnte nach der Massenbilanzierung des KZV wie folgt erfolgen:



Tabelle 8: Aufteilung der Transportmassen zur KA Forchheim und KA Offenburg

Institution	Kläranlage	t OS/a	Forchheim		Offenburg		Offenburg	
			[km]	[km]	km* t OS/a	km* t OS/a		
Abwasserverband Breisgauer Bucht	Forchheim	31.558	0	57,3	-	1.808.273		
Abwasserzweckverband Raum Offenburg	Offenburg-Grießheim	6.561	59	0	387.099	-		
Stadt Kehl	Kehl-Auenheim	3.110	70,6	18,8	219.566	58.468		
Abwasserzweckverband Kinzig-Harmersbachtal	Biberach (Baden)	1.927	53,3	32,3	102.709	62.242		
Stadt Gengenbach	Gengenbach	943	56,3	22,7	53.091	21.406		
Abwasserverband Vorderes Renchtal	Renchen	1.127	66,4	17,5	74.833	19.723		
Stadt Achern	Achern+Wagshurst	1.775	71,6	23,2	127.090	41.180		
Abwasserzweckverband Achertal	Kappelrodeck	1.256	76,1	27,7	95.582	34.791		
Abwasserverband Neuried-Schutterwald	Neuried-Schutterwald	713	46	22	32.798	15.686		
Stadt Oberkirch	Oberkirch	1.403	65,6	16,7	92.037	23.430		
Abwasserverband Sasbachtal	Sasbachried	914	73,6	25,2	67.270	23.033		
Stadt Rheinau	Rheinau	818	135,5	154,7	110.839	126.545		
Gemeinde Appenweier	Appenweier-Urloffen	1.020	62,2	13,1	63.444	13.362		
Abwasserverband Murg	Raststatt + Gaggenau	7.794	101,5	53	791.091	413.082		
Wieseverband Lörrach	Bändlegrund	6.670	83,6	127,6	557.612	851.092		
Abwasserzweckverband Raumschaft Lahr	Lahr	3.461	34,9	31,7	120.789	109.714		
Abwasserzweckverband Bühl und Umgebung	Bühl-Vimbuch	3.404	79,6	31,2	270.958	106.205		
Abwasserzweckverband Südliche Ortenau	Kappel	2.480	31,6	35,3	78.368	87.544		
Abwasserverband Mittleres Wiesental	Steinen	3.091	92,7	137	286.536	423.467		
Abwasserzweckverband Untere Elz	Köndringen	2.355	13,2	57,7	31.086	135.884		
Abwasserverband Friesenheim	Schuttern	1.921	39,5	29,8	75.880	57.246		
Abwasserzweckverband Raumschaft Hausach-Horr	Hausach, Halbmeil, St.Roman	1.447	50,8	45	73.508	65.115		
Stadt Herbolzheim	Herbolzheim	877	12	43,9	10.524	38.500		
Stadt Kenzingen	Kenzingen	837	8,8	47,2	7.366	39.506		
Gemeindeverwaltungsverband Oberes Renchtal	Oppenau	633	71,8	22,9	45.449	14.496		
Abwasserzweckverband Schwarzwasser	Lichtenau	662	83,6	35,2	55.343	23.302		
Abwasserzweckverband Kaiserstuhl Nord	Wyhl	395	7,2	54,6	2.844	21.567		

Nach dieser Aufstellung würde der entwässerte Schlamm wie folgt aufgeteilt:

- KA Forchheim: 49.100 t/a OS<sub>25%</sub> **11.050 t/a TG<sub>90%</sub>** > nach Bonndorf: **80 km**
- KA Offenburg: **32.300 t/a OS<sub>25%</sub>** > nach Walheim: **160 km**

Die auf diese Weise resultierenden Jahrestonnenkilometer sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9: Transportaufkommen bei KSV in Bonndorf u. Walheim

Standort KSV	Thermisch. Kapazität	Entfernung* zur KSV	Jahres- tonnen- Kilometer	Anteil KZV
	[t/a OS <sub>25%</sub> ]	[km]	[t*km/a]*10 <sup>6</sup>	[%]
Bonndorf (KomPhos / MSE)	10.000 t/a TG <sub>90%</sub>	80	1,41	110
Mannheim (MVV)	150.000	140	4,52	21,5
Walheim (EnBW/MSE)	180.000	160	5,17	17,9

erheblich     kritisch bzw. unrealistisch

Auch bei diesem Aufsplitten der Klärschlämme zu etwa gleichen Teilen wäre die Nennkapazität der Verbrennungsanlage in Bonndorf durch den Klärschlammanteil des KZV bereits überschritten. Es müssten im Zweifelsfall größere Mengen entwässerter Klärschlamm über die KA Offenburg nach Walheim abgeführt werden.

Der resultierende Transportbedarf, ausgedrückt in Jahrestonnenkilometer, liegt zusammengenommen bei über 7 Mio Jahrestonnenkilometern. Die Transportkosten würden zu den Kosten für die thermische Behandlung hinzukommen.

### 3.3.2. Deißlingen (BRS / Remondis)

Die Planungen für eine Verbrennungsanlage am Standort der BRS in Deißlingen wurden nach aktuellem Kenntnisstand noch nicht weiter konkretisiert. In ersten Verlautbarungen wurde nach bisherigem Kenntnisstand eine Verbrennungskapazität von 10.000 t/a TM (entspricht rd. 40.000 t/a OS<sub>25%</sub>) in Aussicht gestellt.

Auch diese angekündigte Verbrennungsleistung ist für den Bedarf des KZV viel zu gering.

### 3.3.3. Mannheim (MVV Asset GmbH)

Die Klärschlammverbrennungsanlage in Mannheim ist grundsätzlich betriebsbereit und befindet sich im Einfahrbetrieb. Die MVV Asset GmbH nimmt bereits an Ausschreibungen zur thermischen Behandlung von Klärschlamm in einer Monoverbrennungsanlage teil, so dass Sie ein Bündelausschreibung des KZV-Südbaden bedienen könnte.



Um die Entsorgungssicherheit langfristig sicherzustellen, sollten die Entsorgungverträge mindestens über 10 Jahre, besser länger, abgeschlossen werden.

Verbrennungsanlagen der Dienstleister sind i.d.R. auf die Anlieferung und thermischen Behandlung von entwässertem Klärschlamm ausgelegt.

Geht man im Rahmen einer vereinfachten überschlägigen Bewertung weiterhin von der Kläranlage Forchheim als zentralem Umladestandort aus, ergibt sich ein Transportbedarf von 12,32 Mio Jahrestonnenkilometern.

Tabelle 10: Transportaufkommen bei KSV in Mannheim (MVV Asset)

Standort KSV	Thermisch. Kapazität [t/a OS <sub>25%</sub> ]	Entfernung* zur KSV [km]	Jahres- tonnen- Kilometer [t*km/a]*10 <sup>6</sup>	Anteil KZV [%]
Mannheim (MVV)	150.000	140	12,32	58,7

 erheblich  kritisch bzw. unrealistisch

Selbst bei dieser Verbrennungsanlage wäre die Verbrennungskapazität allein durch die Klärschlämme des KZV zu nahezu 60% ausgelastet.

### 3.4. Variante 4: KSV regional / dezentral (Kleinanlagen)

In den vergangenen 5 Jahren etablieren sich zunehmend kleinere Verbrennungsanlagen auf dem Markt.

Neben klassischen Wirbelschichtofenanlagen in Rügen (2.000 t/a TM, 8.000 t/a OS<sub>25%</sub>) und Halle-Lochau (10.000 t/a TM, 40.000 t/a OS<sub>25%</sub>) fassen zunehmend auch Kleinanlage mit Drehrohrtechnik der Fa. Heating Systems Fuß auf dem deutschen Markt (6.000 – 30.000 t/a OS<sub>25%</sub>, 1.500 – 7.500 t/a TM).

Geht man in Variante 3 von einer dezentralen thermischen Behandlung der Schlämme im KZV z.B. in Form von Drehrohranlagen mittlerer Größe der Fa. Heating Systems aus (30.000 t/a OS<sub>25%</sub>) aus, müssten Drehrohranlagen an 3 Standorten erstellt und betrieben werden.

In der vorliegenden Studie zur Standortanalyse wurde eine solche Lösung bereits abschlägig bewertet.

### 3.5. Variante 5: KSV regional / zentral (Großanlage KA Forchheim)

Variante 4 beinhaltet den Bau und Betrieb einer zentralen Verbrennungsanlage am Standort der Kläranlage Forchheim mit einer Auslegungsgröße von 100.000 bis 110.000 t OS<sub>25%</sub>/a.

Mit dieser Variante können zahlreiche Vorteile genutzt werden, die hier nochmals kurz angesprochen werden:

#### Einsparung Transportaufkommen

Die Kläranlage Forchheim mit einer Ausbaugröße von 660.000 EW ist die größte Kläranlage im KZV. Hier fallen jährlich allein 31.500 t OS<sub>25%</sub> und somit 35 % des Klärschlammes an, der nicht mehr auf der Strasse zu einer Verbrennungsanlage transportiert werden muss.

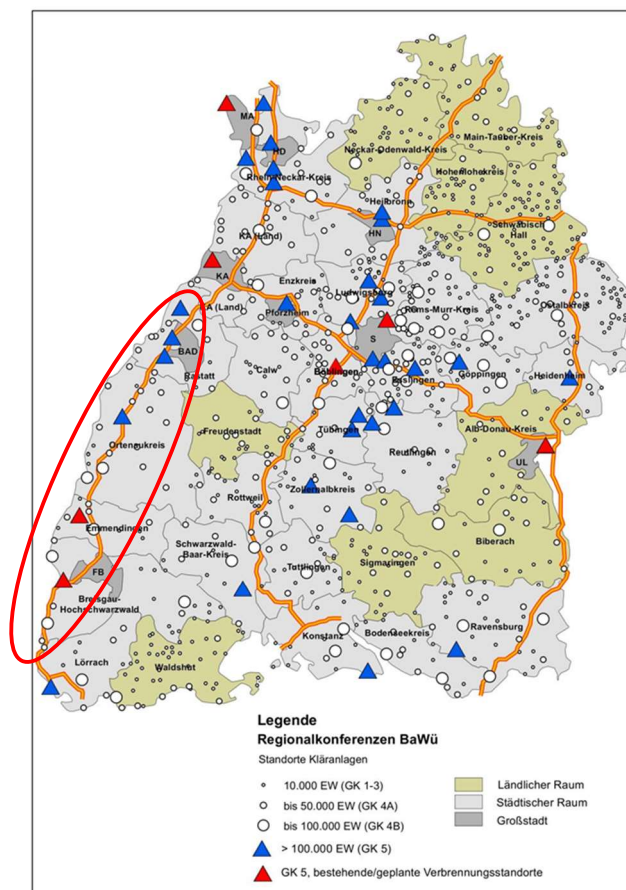


Abbildung 4: Verkehrstechnische Anbindung der KA Forchheim an das Autobahnnetz

### **Gute Verkehrsanbindung**

Um eine ausreichende Klärschlammmenge zur wirtschaftlichen Auslastung einer Verbrennungsanlage zu bündeln, ist es ein wesentlicher Standortvorteil, wenn sowohl Klärschlammherzeuger als auch Verbrennungsanlage verkehrstechnisch günstig an das Bundesautobahnnetz angebunden sind.

Dies trifft im KZV zu, da die Mitglieder des Verbandes über die A5 gut an die Kläranlage Forchheim angebunden sind.

Die Kläranlage ist verkehrstechnisch gut erreichbar und liegt dennoch geschützt gegenüber angrenzender Wohnbebauung oder Gewerbegebiete in einem Waldgebiet. Der Lieferverkehr von und zur Kläranlage ist ohne Ortsdurchfahrt möglich, was die Wahrnehmung durch die Öffentlichkeit zusätzlich reduziert (Standortanalyse KZV).

### **Erfahrungen mit Betrieb und Instandhaltung einer thermischen Großanlage**

Durch den Betrieb einer Klärschlammvolltrocknung auch extern angelieferter Klärschlämme verfügt die Kläranlage bereits über eine Waage, Erfahrungen im Anlieferbetrieb von Fremdschlamm und Erfahrungen mit dem Wärmeverbundsystem.

Außerdem steht auf der Kläranlage eine ausreichende Menge Klärgas zur Verfügung, welches im Anfahrbetrieb in der Verbrennungsanlage genutzt werden kann. Dadurch wird es möglich, die Klärschlammverbrennung ohne den Einsatz fossiler Energieträger zu betreiben.

Letztlich verfügt die Kläranlage Forchheim über ausreichend erfahrenes und ausgebildetes Betriebspersonal, das bereits heute die Annahme, die Trocknung und die Abgabe des getrockneten Klärschlammes sicherstellt und zukünftig, mit den entsprechenden Fortbildungen, auch für den Betrieb einer Klärschlammverbrennungsanlage eingesetzt werden kann. Hinzu kommt, dass die Kläranlage bereits rund um die Uhr besetzt ist.

Dies zusammen genommen erhöht die Betriebssicherheit der geplanten Verbrennungsanlage in besonderem Maße.

### **Kapazität zur Brüdenbehandlung auf der Kläranlage**

Die Kläranlage Forchheim verfügt aufgrund ihrer Größe über genügend Reservekapazität, um die Brüdenbelastung kurzfristig durch Zugabe einer externen Kohlenstoff-Quelle ohne weitere Anlagen bzw. Verfahrensschritte zu bewältigen.

Mittelfristig ist zwar auch hier der Bau einer Prozesswasserbehandlungsanlage sinnvoll, die dafür erforderlichen Flächen sind bereits vorhanden.

### **Kosteneinsparungen durch zusätzliche Synergien**

Grundsätzlich kann die Infrastruktur des gesamten Klärwerks für die Verbrennungsanlage mit genutzt werden.

Die Kläranlage des AZV Breisgauer Bucht ist „rund um die Uhr“ besetzt und verfügt über gut qualifiziertes Betriebs- und Instandhaltungspersonal. Vorhandene Lager- räume, Betriebsgebäude, Werkstätten und Sozialräume sowie die Zentrale Leitwarte können mit genutzt werden.

### **Autonomer Betrieb ohne Gewinnerzielung**

Der wichtigste Vorteil liegt im selbstbestimmten, und damit auch konjunkturunabhän- gigen, Betrieb der Verbrennungsanlage zu den verfahrensbedingten Selbstkosten, der nicht auf eine Gewinnmaximierung abzielt. Dies stellt eine sehr hohe Entsor- gungssicherheit für die beteiligten Kläranlagenbetreiber bzw. eine Risikominimierung dar, die sich monetär nicht darstellen lassen.

### **3.6. Kosten/Nutzen Betrachtung**

Eine Kosten/Nutzen Betrachtung ist zum aktuellen Zeitpunkt mit zahlreichen Unwäg- barkeiten belastet und somit nur eingeschränkt aussagekräftig.

Die aktuellen Entsorgungspreise der marktführenden Dienstleistungsunternehmen sind Mischkalkulationen aus Transport- und Verbrennungskosten, die nicht weiter aufgeschlüsselt sind. Die Transportleistung ist in Baden-Württemberg durch die Nut- zung lokaler Verbrennungskapazitäten in Zementwerken weitgehend minimiert, ebenso wie die (Mit)Verbrennungskosten in Kohlekraftwerken.

Dabei ist anzumerken, dass die Entsorgungskosten in Mitverbrennungsanlagen in Abhängigkeit der jeweiligen Konjunkturlage großen Schwankungen unterworfen sein können. Solange die Bauindustrie eine gute Nachfrage nach Zement hat und die Kohlekraftwerke unvermindert in Betrieb sind, kann man von weiterhin stabilen Prei- sen ausgehen.

In den Zementwerken, die in Baden-Württemberg vorherrschend für die Mitverbren- nung von Klärschlamm genutzt werden, werden zudem keine besonderen Anforde- rungen an die Rauchgasreinigung gestellt, die die Verbrennungskosten ansonsten in die Höhe treiben.

In Baden-Württemberg liegen die mittleren Entsorgungskosten mit thermischer Ver- wertung in Mitverbrennungsanlagen derzeit im Mittel bei rd. 100 €/t OS (netto) bzw. rd. 120 €/t OS (brutto) (Mischkalkulation).

Diese Verhältnisse werden sich zukünftig ändern, wenn auch Dienstleistungsunter- nehmen die Klärschlämme in Monoverbrennungsanlagen behandeln müssen und im Anschluss an die Verbrennung eine P-Rückgewinnung aus der Asche durchzuführen ist. Um die Entsorgungskosten dennoch möglichst stabil zu halten, ist besonderes Augenmerk auf eine wirtschaftliche Transportentfernung zu legen, die im Allgemei- nen bei einem Radius von max. 100 km um die Monoverbrennungsanlage angesetzt wird.

Auf Nachfrage bei EEW Helmstedt wurden für die künftige Klärschlamm Entsorgung folgende Pauschalpreise (Netto) im wirtschaftlichen Umkreis der Verbrennungsanlage genannt:

Thermische Behandlung MonoV	75 – 85 €/t OS (netto)
Transport	40 – 50 €/t OS (netto)
P-Rück ab 2029	25 – 30 €/t OS (netto)

Daraus ergibt sich geschätzt ein künftig zu erwartender Entsorgungspreis mit P-Rückgewinnung von 140 – 165 €/t OS (netto) bzw. 167 – 196 €/t OS (brutto).

Während die reinen Verbrennungskosten kalkulierbar sind, kommt bei den ohnehin kilometerabhängigen Transportkosten eine kilometerabhängige CO<sub>2</sub>-Abgabe hinzu, die das Transportunternehmen zahlt und an den Kunden weiterreicht. Dieser Zuschlag wird in Zukunft weiter steigen.

Zur Veranschaulichung wurde der Zuschlag in einer überschlägigen Berechnung auf der Basis des theoretischen Marktwerts von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten nach Notierung EEX Spotmarkt ECarbix (hier: Stand 31.05.2021: 51,75 €) beispielhaft ermittelt

Die jährlichen (Netto)Transportkosten inklusive der theoretisch anfallenden CO<sub>2</sub>-Zuschläge wurden überschlägig für 3 Rechenbeispiele ermittelt.

In Anlehnung an Kap. 3.3.1 wurde die Klärschlammmenge hälftig aufgeteilt und

1. auf der KA Forchheim getrocknet und das Trockengut zur KSV nach Walheim transportiert und
2. von der KA Offenburg aus in entwässerter Form zur Verbrennungsanlage nach Walheim transportiert.

Rechenbeispiel 1: Trockengut KA Forchheim → KSV Walheim

Trockengut von KA Forchheim > Walheim		
Trockengut	11.050	t/a
Transport zur Verbrennung	180	km
Jahrestonnenkilometer	1.989.000	tkm
Transport (60 €/t)	663.000	€/a
CO <sub>2</sub> -Faktor Transport (LKW)	130	kg/1000 tkm
Transport	258,57	t/a CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -Marktwert	51,75	€/t
CO <sub>2</sub> -Abgabe	13.381	€/a
<b>Transport</b>	<b>gesamt</b>	<b>676.381 €/a</b>

Rechenbeispiel 2: Entwässerter Schlamm von KA Offenburg → KSV Walheim

Filterkuchen von KA Offenburg > Walheim		
Filterkuchen	32.300	t/a
Transport zur Verbrennung	160	km
Jahrestonnenkilometer	5.168.000	tkm
Transport (40 €/t)	1.292.000	€/a

CO2-Faktor Transport (LKW)	130	kg/1000 tkm
Transport	671,84	t/a CO2
CO2-Marktwert	51,75	€/t
CO2-Abgabe	34.768	€/a
<b>Transport gesamt</b>	<b>1.326.768</b>	<b>€/a</b>

Zusammengenommen ergeben sich jährliche Transportkosten von rd. 2 Mio € (2.003.149 €/a).

Geht man exemplarisch davon aus, dass der gesamte Klärschlamm des KZV von der KA Forchheim aus in entwässerter Form transportiert werden muss, weil in der KSV Walheim aufgrund der Anlagenkonzeption kein getrockneter Klärschlamm in die Verbrennung aufgegeben werden kann, liegen die jährlichen Transportkosten in Rechenbeispiel 3 sogar bei rd. 3,6 Mio € (3.626.564 €/a).

Rechenbeispiel 3: Gesamtmenge entwässerter Klärschlamm von KA Forchheim > KSV Walheim

Gesamtmenge von KA Forchheim > Walheim		
Filterkuchen	88.000	t/a
Transport zur Verbrennung	180	km
Jahrestonnenkilometer	15.840.000	tkm
Transport (40 €/t)	3.520.000	€/a
CO2-Faktor Transport	130	kg/1000 tkm
Transport	2.059,2	t/a CO2
CO2-Marktwert	51,75	€/t
CO2-Abgabe	106.564	€/a
<b>Transport gesamt</b>	<b>3.626.564</b>	<b>€/a</b>

Die Rechenbeispiele machen deutlich, dass neben den unvermeidbaren Verbrennungskosten, die auch in einer kommunalen Verbrennungsanlage anfallen, ein nicht zu verachtendes Sparpotential in den Transportkosten liegt.

Hinzu kommt ein weiterer Aspekt, der sich monetär nicht fassen lässt:

Mit der Vergabe des Entsorgungsauftrages an ein Dienstleistungsunternehmen hat der Kläranlagenbetreiber keinen Einfluss mehr auf betriebswirtschaftliche Entscheidungen, die sich auf die Kosten der thermischen Behandlung auswirken (z.B. Gewinnoptimierung, zukünftige P-Rückgewinnung aus der Klärschlammmasche).

Die Bewahrung der Entscheidungshoheit beim Betrieb einer eigenen Verbrennungsanlage lässt sich jedoch monetär nicht zum Ausdruck bringen.

Es stellt sich die Frage, wieviel finanziellen Gewinn man in der unabhängigen, selbstverantwortlichen Sicherung der Klärschlammentsorgung sehen kann oder will?

#### **4. Schlußfolgerung**

Durch die Einführung der Phosphorrückgewinnungspflicht in der Klärschlammverordnung ist ab 2029 eine Mitverbrennung nur noch für phosphorarme Klärschlämme unterhalb des Grenzwertes 20 gP/kg TM möglich. Da dieser Schwellenwert nur von einem geringen Anteil aller Klärschlämme eingehalten wird (Annahme: ca. 15 %) ist eine thermische (Mit-) Verwertung von Klärschlamm in Zementwerken, Kohlekraftwerke oder Müllverbrennungsanlagen ab 2029 nicht mehr möglich.

Da dies für kommunale Kläranlagenbetreiber und privatwirtschaftliche Dienstleistungsunternehmen in gleicher Weise gilt, haben sowohl kommunale Zweckverbände als auch Dienstleistungsunternehmen mit dem Aufbau neuer Verbrennungskapazitäten bundesweit begonnen.

In der vorliegenden Studie wurden die bereits betriebenen, wie auch die geplanten oder in Bau befindlichen Verbrennungskapazitäten landes- und bundesweit untersucht. Es wurde geprüft, ob in diesen Verbrennungsanlagen langfristig Kapazitäten zur thermischen Behandlung der Klärschlämme des KZV vorhanden sind.

Im KZV-Südbaden fällt ausreichend Klärschlamm zur wirtschaftlichen Auslastung einer eigenständigen Klärschlammverbrennungsanlage mit einer Verbrennungsleistung von rd. 25.000 t/a TM an. Eine Akquisition von fremdem Klärschlämme zur wirtschaftlichen Auslastung der Verbrennungsanlage ist nicht erforderlich.

Da die Planungen kommunaler Zweckverbände allgemein auf den eigenen Bedarf ausgelegt sind und nur wenig Reservekapazität für z.B. einen Ausfallverbund vorsehen, ist ein Unterkommen der kompletten Klärschlammmenge des KZV in fremden kommunalen Verbrennungsanlagen unwahrscheinlich bzw. ausgeschlossen (z.B. kbb Böblingen, TVM Mainz, Planungen kommunaler Zweckverbände bundesweit).

#### **Klärschlammverbrennung in Dienstleistung**

Monoverbrennungsanlagen mit deutlich größerer Kapazität werden aktuell durch privatwirtschaftliche Dienstleistungsunternehmen an Standorten von u.a. Müllverbrennungsanlagen (EEW, MVV Asset) oder Kohlekraftwerken (RWE, EnBW) errichtet.

In Baden-Württemberg kämen für den KZV zwei solcher Anlagen mit einer ausreichenden Verbrennungskapazität in Betracht:

- die soeben in Betrieb gegangene Verbrennungsanlage der MVV in Mannheim (150.000 t/a OS<sub>25%</sub>) und
- die geplante Verbrennungsanlage der EnBW in Walheim (180.000 t/a OS<sub>25%</sub>).

Würde man den gesamten Klärschlamm des KZV in entwässerter Form anliefern, wie dies bei der Konzeption und Auslegung der Verbrennungsanlagen i.d.R. vorgesehen ist, wäre die Verbrennungsleistung in Mannheim zu 59% und in Walheim zu 49% ausgelastet. Diese großen Anteile stehen durch den bestehenden Bedarf ortsnah anfallender Klärschlämme nicht zur Verfügung.



Für den Fall, dass die Verbrennungsanlagen auch getrockneten Klärschlamm annehmen, könnte man die Klärschlämme des KZV wie unter Kap. 3.3.1 beschrieben aufteilen:

- KA Forchheim: 49.100 t/a OS<sub>25%</sub> > Trocknung > **11.050 t/a TG<sub>90%</sub>**
- KA Offenburg: **32.300 t/a OS<sub>25%</sub>**.

Auf diese Weise ließe sich das Transportaufkommen reduzieren, würde aber eine Erneuerung der Klärschlamm-trocknung auf der Kläranlage Forchheim erforderlich machen. Die Inanspruchnahme an Verbrennungskapazität würde sich dadurch ebenfalls reduzieren, da die Rauchgasreinigung durch Verminderung des Volumenstromes entlastet würde.

Voraussetzung bei allen Überlegungen zur Klärschlammverbrennung in Dienstleistung ist die Vergabe nach Durchführung einer europaweiten Ausschreibung. Im Sinne größtmöglicher Entsorgungssicherheit müsste die Ausschreibung zeitnah erfolgen und eine lange Vertragslaufzeit von 10-20 Jahre vorsehen. Dabei ist davon auszugehen, dass die Transportkosten durch Ansteigen der Kraftstoffpreise, den Kraftfahrermangel und die CO<sub>2</sub>-Abgaben weiter steigen werden und auch die Kosten für die zukünftig gesetzlich geforderte P-Rückgewinnung noch nicht sicher benannt werden können.

Eine Nutzung überregionaler Verbrennungsanlagen in anderen Bundesländern erfordert zudem eine Transportleistung über viele 100 Kilometer, was sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht nicht erstrebenswert ist.

### **Zentrale Verbrennungsanlage auf dem Gelände der KA Forchheim**

In dem Bericht zur Standortanalyse wurde bereits aufgezeigt, dass die Errichtung einer verbandseigenen Verbrennungsanlage am Standort der Kläranlage Forchheim möglich und sinnvoll ist.

Im Rahmen der hier ausgeführten Variantenbetrachtung werden darüber hinaus folgende ideelle Vorteile besonders hervorgehoben:

#### 1. Kontrolle über den Prozess:

Durch den Bau einer eigenen Anlage behält der ZVK die volle Kontrolle über den gesamten Entsorgungsprozess, von der Klärschlamm-trocknung über die Klärschlamm-verbrennung bis hin zur P-Rückgewinnung. Dies ermöglicht das direkte Management von Betrieb, Umweltschutzstandards und Kapazitätsauslastungen entsprechend den Bedürfnissen.

#### 2. Langfristige Kosten:

Obwohl der Bau einer eigenen Anlage mit anfänglichen hohen Investitionen verbunden ist, können langfristig potenziell niedrigere Betriebskosten erreicht werden durch

- die gesicherte Auslastung der Anlage durch die Verbandsmitglieder (keine Akquisition nötig)
- einen verringerten Klärschlammtransport (steigende Transportkosten sind zu erwarten)
- die Abrechnung nach Selbstgestehungskosten, ohne Gewinnzuschlag
- zahlreiche Synergieeffekte in Verbindung mit dem Kläranlagenbetrieb, die zur weiteren Senkung der Selbstkosten beitragen.

Der KZV muss nicht auf die Preise oder Vertragsbedingungen externer Dienstleister reagieren und kann langfristig selbst Einsparungen erwirtschaften.

### 3. Anpassungsfähigkeit und Flexibilität:

Eine eigene Klärschlammverbrennungsanlage bietet die Möglichkeit, die Anlage nach den spezifischen Anforderungen und dem Volumen des Klärschlammes im KZV anzupassen. Dies ermöglicht eine flexible Betriebsführung und eine bessere Anpassung an zukünftige Veränderungen.

### 4. Langfristige Nachhaltigkeit (Ökologie):

Eine eigene Klärschlammverbrennungsanlage bietet die Möglichkeit, langfristige Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Durch die Nutzung moderner Verbrennungstechnologien, die Implementierung effektiver Umweltschutzmaßnahmen und die Minimierung des Transportaufkommens kann die Anlage einen positiven Beitrag zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und zur Förderung einer nachhaltigen Abfallwirtschaft leisten.

Besonders hervorzuheben ist auch das thermische Potential, das nach der aktuellen Entwurfsplanung bei einer Betriebsdauer von 8.000 Betriebsstunden pro Jahr bei 32.400 MWh/a liegt.

Nach Angaben des statistischen Bundesamtes setzte im Jahr 2020 jeder Haushalt in Deutschland im Durchschnitt 17 644 Kilowattstunden Energie pro Jahr für die verschiedenen Anwendungsbereiche des Wohnens ein (Destatis, 2022). Mit diesem spezifischen Wärmebedarf könnten rd. 180 Haushalte mit Wärme aus der Klärschlammverbrennung versorgt werden.

### 5. P-Rückgewinnung (Ökologie):

Als Betreiber der Verbrennungsanlage hat der KZV die Kontrolle über das künftige Verfahren zur P-Rückgewinnung aus der Klärschlammmasche. Er entscheidet über die Entstehung und Verwertung des erzeugten Recyclats und kann somit einen nachhaltigen Beitrag zur Gewinnung eines ökologisch wertvollen Recyclingdüngers leisten.

In Kooperation mit den übrigen Verbrennungsanlagen des Landes ist anzunehmen, dass mit Unterstützung des KZV eine P-Rückgewinnungsanlage in oder nahe Baden-Württemberg entsteht, so dass die Transportleistung für die Klärschlammaschen zur P-Rückgewinnungsanlage ebenfalls reduziert wird.

## 6. Lokale Wirtschaft:

Der Bau einer eigenen Anlage kann die lokale Wirtschaft unterstützen, indem lokale Unternehmen in den Bau und die Instandhaltung der Anlage einbezogen werden.

Insgesamt bietet der Bau einer eigenen Klärschlammverbrennungsanlage die Möglichkeit, die Kontrolle über den Entsorgungsprozess zu behalten, langfristige Kosten zu senken, Flexibilität zu gewährleisten und einen Beitrag zur Nachhaltigkeit und lokalen Wirtschaftsentwicklung zu leisten.

## 5. **Empfehlung**

Mit dem Ziel, die Klärschlamm Entsorgung langfristig und kostengünstig sicherzustellen, um damit den betriebssicheren Abwasserreinigungsprozess als Daseinsvorsorge zu gewährleisten, ist der KZV Südbaden in der günstigen Situation, die thermische Vorbehandlung des Klärschlammes vor der zukünftig erforderlichen P-Rückgewinnung eigenverantwortlich in einer eigenen Verbrennungsanlage durchführen und steuern zu können.

Folgende Bedingungen sind hierbei ausschlaggebend:

1. Im KZV fällt ausreichend Klärschlamm zur wirtschaftlichen Auslastung einer eigenständigen Verbrennungsanlage an.
2. Im KZV ist ein geeigneter Standort zur Errichtung einer Verbrennungsanlage bereits vorhanden und muss nicht erst gesucht und erworben werden.

Bei Errichtung einer Verbrennungsanlage auf dem Gelände der Kläranlage Forchheim können darüber hinaus viele Synergien zur weiteren Kostenreduzierung genutzt werden:

3. Das Transportaufkommen wird minimiert, da der Klärschlamm der KA Forchheim nicht mehr auf der Strasse transportiert werden muss.
4. Die günstige verkehrstechnische Anbindung der Verbandsmitglieder über die Autobahn A5 reduziert Fahrtstrecken und Ortsdurchfahrten.
5. Die Kläranlage verfügt über ausreichende Kapazität zur Aufnahme und Reinigung des anfallenden Prozesswasser (Brüdenbehandlung).
6. Das Kläranlagenpersonal ist bereits geübt im Management großer Fremdschlamm-mengen und in Betrieb und Instandhaltung einer Klärschlamm-trocknungsanlage.
7. Die erforderlichen Werkstätten und Lagerhallen zur Vorhaltung von Ersatzteilen sind auf der Kläranlage bereits vorhanden.
8. Ein 24 h-Schichtbetrieb ist auf der Kläranlage bereits etabliert.
9. Die vorhandene Prozessleitwarte der Kläranlage kann auch für den Betrieb der Verbrennungsanlage genutzt werden.

All diese Vorteile ermöglichen es dem KZV, die thermische Verwertung des Klärschlammes unabhängig von einem gewinnorientierten Dienstleistungsunternehmen

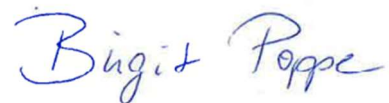
in eigener Regie durchzuführen und die anschließende Durchführung der P-Rückgewinnung über einen Dienstleister nach eigenen Vorstellungen in die Wege zu leiten.

Es wird daher die Empfehlung ausgesprochen, diese Vorteile zu nutzen und im Auftrag des KZV eine Klärschlammverbrennungsanlage auf dem Gelände der Kläranlage Forchheim zu errichten und zu betreiben.

erstellt, Stuttgart 20.03.2024

A handwritten signature in blue ink that reads 'W Maier'.

Dr.-Ing. Werner Maier  
Geschäftsführer  
Umweltberatung Werner Maier  
Max-Eyth-Str. 20  
70839 Gerlingen

A handwritten signature in blue ink that reads 'Birgit Poppe'.

Dr. rer. nat. Birgit Poppe  
Projektbearbeiterin  
iat-Stuttgart GmbH  
Friolzheimer Straße 3A  
70499 Stuttgart

### Literaturverzeichnis

Heidecke P. ,Lehrmann F., Six J. 2023	"Aktueller Stand der Kapazitätsentwicklung zur thermischen Klärschlammbehandlung" Würzburger Klärschlammstage, 25.05.2023
Stark K., Schnell M., Peters E., Quicker P. <i>In:</i> Holm O., Thomé-Kozmiensky E., Quicker P., Kopp-Assenmacher S. 2023	" Thermische Klärschlammbehandlung in Deutschland – Bestand und Prognose", 6. Berliner Klärschlammkonferenz, 13./14.11.2023 <i>In:</i> " VERWERTUNG VON KLÄRSCHLAMM, Band 6"
Stark K. 2023	"Thermische Klärschlammbehandlung und Phosphorrückgewinnung - Bestand und Ausblick" Präsentation Dresdener Abwassertagung, 19.04.2023
Maier W., Poppe B. <i>Im Auftrag:</i> KZV-Südbaden 2023	"Standortanalyse für den Klärschlammverwertung Zweckverband Südbaden"
DWA Baden-Württemberg, Stuttgart Bericht 2019, Überarbeitung 2020	"Status quo und Strukturkonzept zur Klärschlamm- entsorgung und Phosphorrückgewinnung in Baden- Württemberg"
Deutsches Bundesamt <a href="https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/12/PD22_542_85.html">https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/12/PD22_542_85.html</a>	"Energieverbrauch privater Haushalte für Wohnen im Jahr 2020 um 0,9 % gesunken"