

Anhang 1 zum Bericht «Ersatz und Ausbau der Kehrichtverwertungsanlage Oftringen»

Teilbericht Anlagengrösse und Energie

Projekt RENZO



Oftringen, 30.09.2024

Projektteam RENZO

Glossar

BFS	Bundesamt für Statistik
BHKW	Blockheizkraftwerk, siehe auch WKK
CCS	Carbon Capture and Storage (CO ₂ -Abscheidung und Speicherung)
FUWI	Fernwärme Unteres Wiggertal, Zusammenschluss der EVU der Gemeinden Rothrist, Aarburg, Oftringen und Zofingen
FW	Fernwärme
KS	Klärschlamm
KVA	Kehrichtverwertungsanlage
RENZO	Arbeitstitel des geplanten Abfallkraftwerks am Standort erzo
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Anlagengrösse und Energie.....	1
2.1	Anlagengrösse	1
2.2	Energieproduktion und Energiebezüger	2
2.3	Fernwärme: Spitzenlast und Redundanz.....	3
3	Energetische Nettoeffizienz der neuen KVA	4
3.1	Energetische Nettoeffizienz (ENE)-bei Neubau einer KVA in Oftringen	4
3.2	ENE-Entwicklung 2030-2050 der neuen KVA in Oftringen.....	5
3.3	KVA-Fernwärme zur Reduktion der Umweltbelastung.....	6

1 Einleitung

Mit Regierungsratsbeschluss vom 5. Juli 2023 wurde das Vorhaben für eine Energieerzeugungs- und Abfallanlage «Abfallkraftwerk erzo» in Oftringen als Vororientierung (Fortschreibung) in den Richtplan des Kantons Aargau aufgenommen.

Das Departement Bau, Verkehr und Umwelt verlangt in seiner Stellungnahme vom 13. Juli 2023 weitergehende Informationen und Abklärungen zu diesem Vorhaben, um die Voraussetzungen für die Festsetzung im Richtplan zu schaffen. Diese werden im Bericht «Ersatz und Ausbau der Kehrichtverwertungsanlage Oftringen» der Firma PLANAR zusammengefasst. Das vorliegende Dokument bildet die Beilage 1 zu diesem Bericht und ergänzt die Informationen in den Bereichen Anlagengrösse und Energie.

2 Anlagengrösse und Energie

In der Stellungnahme vom 13. Juli 2023 wird eine vertiefte Prüfung der zur Diskussion stehenden Anlagengrössen sowie deren Energieproduktion verlangt. Weiter sind die Bezüger der produzierten Energie und deren Priorisierung im Falle einer Mangellage zu beschreiben.

2.1 Anlagengrösse

Zum Zeitpunkt des Regierungsratsbeschlusses vom 5. Juli 2023 stand offen, welche Kapazität und wie viele Ofenlinien das Abfallkraftwerk RENZO haben soll. Weiter stand zur Diskussion, ob bei der Variante mit 2 Linien, 1 Linie nur im Winter bei hohem Fernwärmebedarf betrieben werden soll (saisonale Feuerung).

Diese Fragen wurden in der Zwischenzeit intensiv diskutiert. Einige Rahmenbedingungen haben sich verändert. Beispielsweise steht nun fest, dass der Neubau der KVA Turgi eine Kapazität von 90'000 bis 122'000 Tonnen pro Jahr haben soll (die Variante 70'000 t/a steht nicht mehr zur Diskussion).

Aufgrund des Energieabsatzpotentials, der Kehrichtmengen- und KVA-Kapazitätsentwicklung sowie wirtschaftlichen Überlegungen wurde entschieden, dass RENZO für eine Abfallmenge von 160'000 Tonnen pro Jahr geplant werden soll. Es soll über 1 Ofenlinie verfügen, die ganzjährig betrieben wird. Um einem saisonal unterschiedlichen Energiebedarf gerecht zu werden, kann die Feuerungsleistung im üblichen Bereich von 70-100% (kurzzeitig bis 110%) reguliert werden.

Fazit:

Die neue Anlage wird über eine Ofenlinie verfügen und für eine Abfallmenge von 160'000 Tonnen pro Jahr ausgelegt werden.

2.2 Energieproduktion und Energiebezüger

Die Netto-Feuerungsleistung einer 160'000 t/a-Anlage beträgt ungefähr 58 MW, nach Abzug des Eigenbedarfs stehen ca. **54 MW** zur Nutzung zur Verfügung. Diese Leistung steht in Form von Heissdampf zur Verfügung und soll für folgende Zwecke verwendet werden:

- Wärme für den geplanten Fernwärmeverbund
- Prozessdampf für die Industriebetriebe Siegfried AG und DS Smith AG
- Wärme für die geplante Klärschlamm-Trocknung
- Stromproduktion

Ob zusätzlich eine Phosphor-Rückgewinnungsanlage auf dem erzo-Areal gebaut wird, ist zum heutigen Zeitpunkt unklar. Ebenso ist noch nicht klar, ob und wann eine CO₂-Abscheidung (CCS) gebaut wird. Dies hängt von den gesetzlichen Rahmenbedingungen, der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit und der CO₂-Logistik ab. RENZO soll «CCS-ready» geplant werden, sodass jederzeit eine CCS-Anlage nachgerüstet werden kann.

Die verschiedenen thermischen Energiebezüger sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

	Energie [GWh/a]		maximale Leistung [MW]	
	thermisch	elektrisch	thermisch	elektrisch
Fernwärme ohne Spitzenlast	155	1.5	30.0	0.3
Fernwärme Spitzenlast ¹	(8)	(0.1)	(20.0)	(0.2)
Prozessdampf	50	-	14.0	-
Klärschlamm-Trocknung	28	3.6	3.5	0.5
Total ohne FW-Spitzenlast	233	5.1	47.5	0.8
Total mit FW-Spitzenlast	241	5.2	67.5	1.0
Optionale Anlagen:				
Phosphor-Rückgewinnung	32	5.8	4.0	0.7
CO ₂ -Abscheidung	104	10.0	13.0	1.2
CO ₂ -Verflüssigung	-	16.0		2.0
Total optionale Anlagen	136	31.8	17.0	3.9
Bedarf insgesamt	369	36.9	64.5	4.7

Tabelle 1: Gesicherte und optionale Energiebezüger des Abfallkraftwerks RENZO

Der Dampf, der nicht für thermische Zwecke verwendet wird, wird über eine Dampfturbine in Strom umgewandelt. Bei vollem Ausbau des Fernwärmenetzes und gleichzeitigem Betrieb der Klärschlamm-Trocknung und Lieferung von Prozessdampf werden ca. **70 GWh Strom pro Jahr produziert** werden können. Dies entspricht rund **einem Fünftel des regionalen Stromverbrauchs** (Aarburg, Oftringen, Rothrist, Strengelbach und Zofingen).

Der thermische Energiebedarf für Fernwärme von 155 GWh pro Jahr stellt den Bedarf bei vollem Ausbau des Fernwärmenetzes dar. Das Netz wird jedoch schrittweise ausgebaut und erreicht erst ca. im Jahr 2050 seine maximale Ausdehnung. Anschliessend wird der Energiebedarf aufgrund laufender Gebäudesanierungen voraussichtlich wieder sinken.

¹ Die maximal benötigte Leistung für das geplante Fernwärmenetz wird bei vollem Ausbau ca. 54 MW betragen. Davon sollen 30 MW durch das Abfallkraftwerk RENZO, 4 MW durch die bestehenden Holzheizwerke der StWZ Energie AG und 20 MW durch Spitzenlastkessel bereitgestellt werden. Die Spitzenlastkessel werden maximal 1500 Stunden pro Jahr im Einsatz stehen und etwa 5% der benötigten Energie produzieren.

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, dass die Leistung von RENZO ausreichen wird, um Fernwärme, Prozessdampf und Klärschlamm-Trocknung abzudecken. Sogar ein Teil der Fernwärme-Spitzenlast könnte abgedeckt werden.

Wenn hingegen zusätzlich Phosphor-Rückgewinnung und CO₂-Abscheidung betrieben wird, reicht die Leistung zu Spitzenzeiten nicht mehr aus. Es wird nötig sein, bestimmte Anlagen zu gewissen Zeiten abzustellen bzw. die Anlagen zu priorisieren.

Zu diesem Zweck kann die CCS-Anlage so ausgestaltet werden, dass sie im Winter bei hohem Fernwärme-Bezug abgestellt werden kann. Weiter kann der Fernwärmebedarf mittels Wärmespeicher geglättet werden. Mit Hilfe eines Energiemanagement-Systems, einem sog. «Energy-Cockpit», können die verschiedenen Energiebezüge situativ priorisiert werden.

Wenn die CCS-Anlage abgestellt wird, reicht die Leistung von RENZO, um die übrigen Anlagen zu betreiben. Besteht aber beispielsweise eine Strom-Mangellage, so könnten zusätzlich wahlweise die Phosphor-Rückgewinnung, die Klärschlamm-Trocknung oder die Prozessdampf-Lieferung reduziert oder ganz abgestellt werden, um die Stromproduktion zu erhöhen. Allerdings dürfen die Konsequenzen solcher Abstellungen nicht ausser Acht gelassen werden. Beispielsweise ist die Lagerkapazität für Klärschlamm begrenzt, die Anlieferung erfolgt aber kontinuierlich. Die Prioritäten sind vom Gesetzgeber unter Berücksichtigung der Konsequenzen festzulegen.

Fazit:

Mit der Energie aus dem Abfallkraftwerk RENZO kann der Bedarf des **Fernwärmenetzes, der Klärschlamm-Trocknung und der Prozessdampfkunden** Siegried AG und DS Smith AG abgedeckt werden. Zusätzlich wird rund **ein Fünftel des regionalen Strombedarfs** produziert. Falls zusätzlich eine CO₂-Abscheidungsanlage gebaut wird, muss diese im Winter voraussichtlich zeitweise abgestellt werden, wenn das Fernwärmenetz voll ausgebaut ist.

2.3 Fernwärme: Spitzenlast und Redundanz

Für die Spitzenlast der Fernwärme und als Redundanz bei einem geplanten oder ungeplanten Ausfall von RENZO werden entsprechende Spitzenlast- und Redundanzkessel benötigt. Diese sind vorzugsweise als Blockheizkraftwerke (BHKW) bzw. WKK-Anlagen zu betreiben, um den oft gleichzeitig auftretenden, hohen Strombedarf abzufedern.

Diese BHKW werden üblicherweise mit fossilen Brennstoffen (Gas oder Öl) betrieben, sind aber auch für den Betrieb mit synthetischen Kraftstoffen (Power-to-Gas oder E-Fuels) geeignet. Andere Varianten wie z.B. Holzheizkraftwerke sind aufgrund der kurzen jährlichen Betriebsdauer (max. ca. 1500 h pro Jahr) und der wesentlich höheren Investitionskosten nicht wirtschaftlich.

Zu diesem Zweck wird zu prüfen sein, ob ein Gasanschluss mit einer entsprechenden Leistung auf das erzo-Areal zu ziehen ist. Eine Hauptversorgungsleitung verläuft bereits parallel zum erzo-Areal. Der Gasbezug ist in jedem Fall auf die Deckung der Spitzenlast und Redundanz zu beschränken und darf nicht zur dauerhaften Wärmeproduktion verwendet werden.

Fazit:

Für Spitzenlast und Redundanz der Fernwärme wird zu prüfen sein, ob ein Gasanschluss auf das erzo-Areal zu ziehen ist.

3 Energetische Nettoeffizienz der neuen KVA

3.1 Energetische Nettoeffizienz (ENE)-bei Neubau einer KVA in Oftringen

Die ENE wird als Indikator für die Effizienz der energetischen Verwertung der im Abfall enthaltenen Energie verwendet. Die ENE berücksichtigt die Abgabe von Energie an Dritte, der Eigenbedarf an Energie wird nicht der ENE angerechnet. Wärme und Strom haben unterschiedliche Gewichtungen für die ENE gemäss Abbildung 1. Der Stromabsatz wird höher gewichtet mit dem Faktor 2.6, der Wärmeabsatz mit 1.1. Die ENE gibt an, wie viel Energiegehalt des Abfalls extern über Dritte verwertet wird.

$$ENE = \frac{(2.6 * E_{exp_e} + 1.1 * E_{exp_{h,st}}) - (E_f + E_{imp})}{0.97 * (E_w + E_f)}$$

Abbildung 1: Formel für die Berechnung der energetischen Nettoeffizienz (ENE) gemäss jährlichem Schlussbericht der Schweizer KVAs (Rytec)

E_{exp} : Exportierte Energie, E_h : Wärmeenergie (z.B. Fernwärme), E_{st} : Wärmeenergie in Form von Dampf, E_{imp} : Importierte Energie (gewichtet), E_w : Abfallenergie (waste), E_f : Fremdenergie

Das Ziel der neuen Anlage in Oftringen ist die Erreichung einer energetischen Nettoeffizienz (ENE) von mindestens 80%. Eine ENE von 80% entspricht dem Zielwert für eine neue Anlage gemäss aktueller Vernehmlassung VVEA (Stand Juli 2024).

Die ENE der drei aargauischen KVAs bewegte sich in den letzten fünf Jahren zwischen 51-66%². Gewichtet man den ENE gemäss verarbeiteter Abfallmenge, ergibt sich die Abbildung 2. Eine neue Anlage in Oftringen mit 160'000 Jahrestonnen und einem ENE von mindestens 80% steigert den kantonalen ENE um fast 10%, unter der Annahme der Zahlen für 2023 für die ENE der KVA Turgi und Buchs.

Durch den Ersatzbau der KVA Oftringen wird der aargauische ENE auf mindestens 70% angehoben.

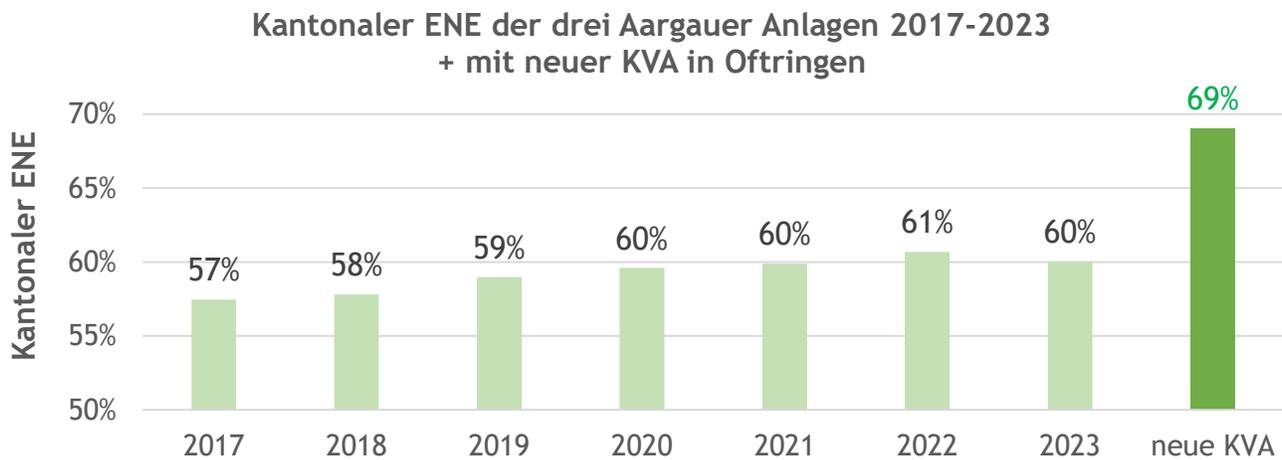


Abbildung 2: Gewichteter ENE des Kantons Aargau gemäss verwerteter Abfallmenge. Aktuell besteht eine Verwertungskapazität in Aargauer KVAs von 325'000 t/a, der Ersatzbau der Anlage in Oftringen steigert die Verwertungskapazität auf 420'000 t/a.

Quelle: ENE der KVAs gemäss Rytec Schlussberichten der Schweizer KVAs 2019-2023

3.2 ENE-Entwicklung 2030-2050 der neuen KVA in Oftringen

Der Verlauf der ENE 2030-2050 wurde für die neue Anlage berechnet gemäss Tabelle 2. Die Fernwärme erreicht bei Vollobausbau 155 GWh/a. Erzo ARA plant für die Verwertung des Klärschlammes eine Klärschlamm-trocknung, diese wird 28 GWh/a an Wärmeenergie benötigen als Bandlast. Die Industrie in der Region kann Wärmeenergie in Form von Dampf von bis zu 50 GWh/a beziehen. Die Stromproduktion beläuft sich auf 74 GWh/a.

Gesamthaft produziert die neue Anlage bei Vollast 74 GWh/a Strom und liefert 233 GWh/a an Wärme.

Tabelle 2: Energieabsatz bei Vollobausbau

Energie	Abnehmer	Menge in GWh/a
Wärme	Fernwärmenetz	155
Wärme	Klärschlamm-trocknung	28
Dampf	Industrie	50
Strom	Stromnetz	74
	Total Wärmeenergie	233
	Total Strom	74

Die Graphik gemäss Abbildung 3 zeigt den berechneten Verlauf der ENE, ausgehend von einem Heizwert des Abfalls gemäss Schweizer Durchschnitt 2023³ von 12.0 GJ/t (2023: 11.7 GJ/t, 2022: 11.9 GJ/t) sowie ein Beispiel mit 13 GJ/t, das einen Abfall mit einem erhöhten Marktkehricht-Anteil illustriert.

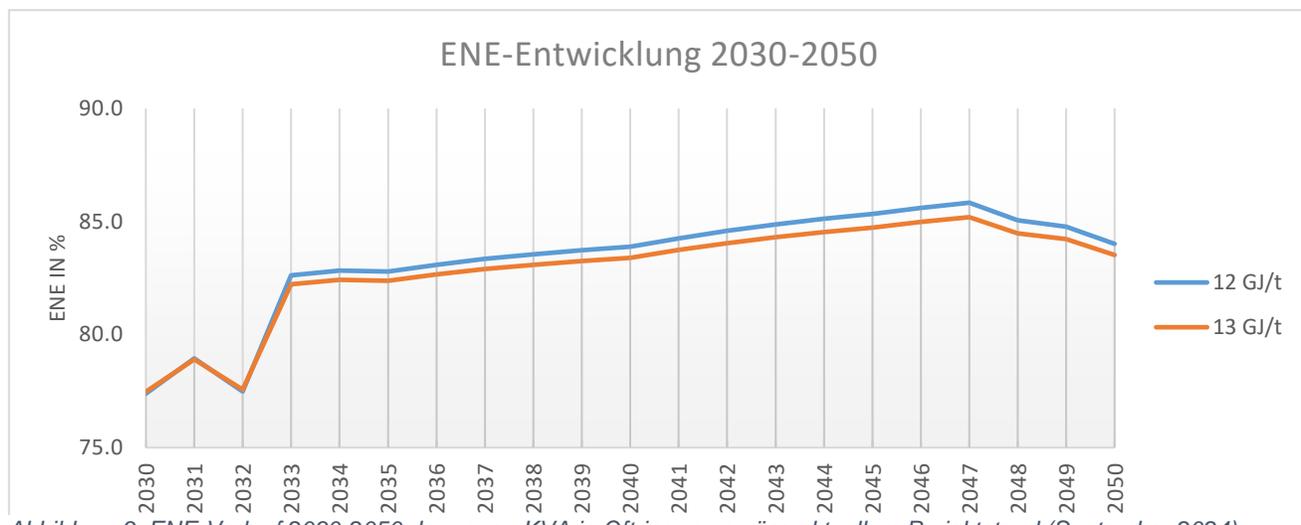


Abbildung 3: ENE-Verlauf 2030-2050 der neuen KVA in Oftringen gemäss aktuellem Projektstand (September 2024).

Die ENE-Entwicklung ist von der verarbeiteten Abfallmenge im Verhältnis zur abgesetzten Energie abhängig, vor allem von der Fernwärme. Im dritten Betriebsjahr würde ein ENE von 80% erreicht werden. Bei steigenden Abfallmengen bei gleichem Wärmeabsatz sinkt die ENE wieder. Ein kontinuierlicher Ausbau der Fernwärme erhöht den ENE wieder, 2050 wird eine ENE von über 80% erwartet.

³ [Heizwerte gemäss Rytec Schlussbericht 2023](#)

3.3 KVA-Fernwärme zur Reduktion der Umweltbelastung

Gemäss einer Untersuchung durch EBP und Carbotech⁴, mit Anwendung der Methode der ökologischen Knappheit 2013, zeigt die Fernwärme ab KVA die geringste Umweltbelastung im Vergleich zu anderen Heizsystemen (siehe Abbildung 4). Die Variante «Erneuerbar» ersetzt die Energieträger durch erneuerbare (z.B. Gas mit Biogas) und zeigt die Fernwärme ab KVA auch bei hohem Anteil an erneuerbarer Energie für andere Heizsysteme als konkurrenzfähig aus Umweltbelastungsperspektive. Dies untermauert aus ökologischer Sicht die bisherigen Anstrengungen zum Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes.

Das Ziel ist die optimale Nutzung der freigesetzten Energie, welche durch das Verbrennen des Abfalls als Nebenprodukt entsteht.

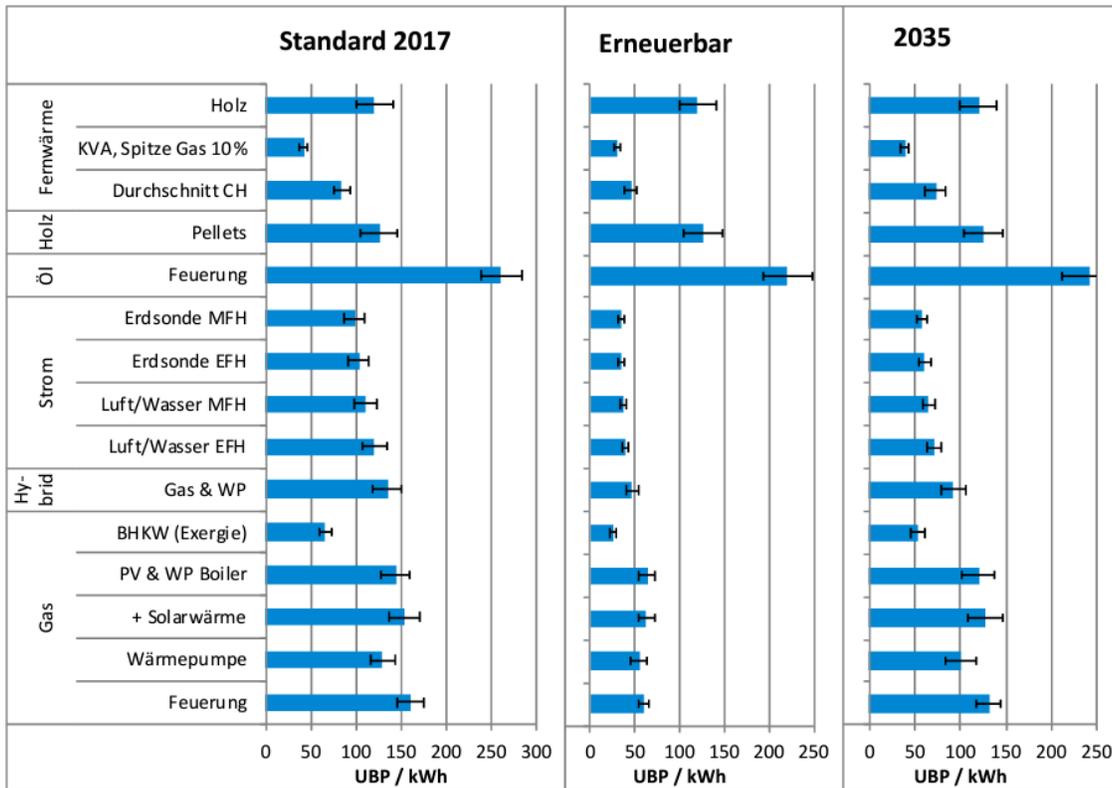


Abbildung 4: Graphik aus der Untersuchung zum Vergleich von Heizsystemen von EBP und Carbotech.
 «Erneuerbar»: Gasbasierte Heizsysteme mit 100% Biogas, strombasierte Heizsysteme mit erneuerbarem Strommix, Ölheizungen mit 20% Bioöl
 «2035»: Gasbasierte Heizsysteme mit 30% Biogas, strombasierte Heizsysteme mit prognostiziertem Strommix für 2035, Ölheizungen mit 10% Bioöl

Quelle: Ökologische Bewertung von Heizsystemen, EBP & Carbotech