

## 0159 N2O-Vernichtung bei der Schlammverbrennung der ARA Rhein AG

### Deckblatt

Dokumentversion	Version 3
Datum	05.07.2023

Gesuchsteller (Unternehmen)	ARA Rhein AG
Name, Vorname	Hr. Kahoun Thomas
Strasse, Nr.	Netzibodenstrasse 16
PLZ, Ort	4133 Pratteln
Tel.	+41 61 815 25 10
E-Mail-Adresse	thomas.kahoun@ararhein.ch

Projektentwickler (Unternehmen)	WASCOM AG
Name, Vorname	Christen Tino, Bühler Anton
Kontaktperson für Rückfragen (an Stelle von Gesuchsteller)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Tel.	+41 41 510 95 80
E-Mail-Adresse	<a href="mailto:tino.christen@wascom.ch">tino.christen@wascom.ch</a>

### Gesuch

- Ersteinreichung (Art. 7 CO<sub>2</sub>-Verordnung)
- erneute Validierung zur Verlängerung der Kreditierungsperiode (Art. 8b CO<sub>2</sub>-Verordnung)
- erneute Validierung aufgrund einer wesentlichen Änderung (Art. 11 Abs. 3 CO<sub>2</sub>-Verordnung)

## Inhalt

1	Angaben zum Projekt/Programm.....	3
1.1	Projekt-/Programmmzusammenfassung .....	3
1.2	Typ und Umsetzungsform .....	4
1.3	Projektstandort .....	5
1.4	Beschreibung des Projektes/Programmes .....	5
1.4.1	Ausgangslage .....	5
1.4.2	Projekt-/Programmziel .....	6
1.4.3	Technologie .....	6
1.4.4	Einhaltung der massgeblichen gesetzlichen Bestimmungen .....	7
1.5	Referenzszenario .....	7
1.6	Termine.....	8
2	Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung .....	9
2.1	Finanzhilfen .....	9
2.2	Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO <sub>2</sub> -Abgabe befreit sind .....	9
2.3	Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts .....	9
3	Referenzszenario und erwartete Emissionsverminderungen .....	10
3.1	Systemgrenze und Emissionsquellen .....	10
3.2	Einflussfaktoren .....	11
3.3	Leakage .....	12
3.4	Projektemissionen .....	12
3.5	Referenzentwicklung .....	13
3.6	Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante) .....	14
4	Nachweis der Zusätzlichkeit .....	16
5	Aufbau und Umsetzung des Monitorings.....	17
5.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode .....	17
5.2	Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen.....	18
5.2.1	Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen.....	18
5.2.2	Wirkungsaufteilung .....	19
5.3	Datenerhebung und Parameter .....	19
5.3.1	Fixe Parameter .....	19
5.3.2	Dynamische Parameter und Messwerte.....	21
5.3.3	Plausibilisierung der Daten und Berechnungen .....	23
5.3.4	Überprüfung Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung ..	24
5.4	Prozess- und Managementstruktur .....	26
6	Sonstiges .....	26
7	Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften .....	27
7.1	Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen .....	27
7.2	Unterschriften .....	28
	Anhang .....	29

# **1 Angaben zum Projekt/Programm**

## **1.1 Projekt-/ProgramMZusammenfassung**

Bei der Schlammverbrennung in einem Wirbelschichtofen entstehen beim Verbrennungsprozess erhebliche Mengen an Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), welches durch die bestehende Rauchgasreinigung nicht abgetrennt resp. zerstört wird. Für Lachgas existiert kein gesetzlich vorgegebener Emissionsgrenzwert. Im Zusammenhang mit der Problematik der Klimaerwärmung durch Treibhausgase wird Lachgas jedoch als starkes Treibhausgas identifiziert.

Messungen haben gezeigt, dass die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen durch eine Temperaturerhöhung in der Nachbrennkammer reduziert werden können. Die Verfahrensanpassung der Temperaturerhöhung kann zu erhöhten Betriebskosten führen, weshalb diese Massnahme ohne Bescheinigungen nicht umgesetzt werden würde. Das Referenzszenario ist der Weiterbetrieb ohne Verfahrensanpassungen (Status Quo).

Die entscheidenden Messmethoden für den Nachweis der Emissionsminderungen sind die online-Messungen am Kamin der Schlammverbrennung und werden jährlich mit dem Monitoringbericht überprüft und ausgewiesen.

Das vorliegende Projekt wurde mit Verfügungsbescheid vom 12. Dezember 2016 zugelassen, basierend auf der Projektbeschreibung Version 10 vom 07. Oktober 2016 unter der Bezeichnung «0159  $\text{N}_2\text{O}$ -Vernichtung bei der Schlammverbrennung der ARA Rhein AG» und dem Validierungsbericht, Version 1.1 vom 19. Mai 2016.

Der Umsetzungsbeginn war der 17. Januar 2017.

Der Wirkungsbeginn war der 6. Februar 2017.

Die erste 7-jährige Kreditierungsphase endet am 16. Januar 2024.

Das Gesuch um Verlängerung wird spätestens sechs Monate, d.h. bis am 16.07.2023, vor Ablauf der Kreditierungsperiode eingereicht.

Das Ziel mit der Aktualisierung der Projektbeschreibung und der erneuten Validierung durch eine Verifizierungs- und Validierungsstelle ist es, die Kreditierungsperiode bis zum maximal möglichen Datum (31. Dezember 2030) zu verlängern (Art. 8b,  $\text{CO}_2$ -Verordnung). Es liegt keine wesentliche Änderung des Projektes im Vergleich zur ersten Validierung vor. Die Anforderungen nach den Artikeln 5 der  $\text{CO}_2$ -Verordnung sind weiterhin erfüllt.

Da keine wesentliche Änderung des Projekts vorliegt, ist eine erneute Wirtschaftlichkeitsanalyse nicht notwendig, da diese unabhängig von der Kreditierungsperiode für die gesamte Projektdauer gilt.

## 1.2 Typ und Umsetzungsform

<b>Typ</b>	<input type="checkbox"/> 1.1 Nutzung und Vermeidung von Abwärme <input type="checkbox"/> 2.1 Effizientere Nutzung von Prozesswärme beim Endnutzer oder Optimierung von Anlagen <input type="checkbox"/> 2.2 Energieeffizienzsteigerung in Gebäuden <input type="checkbox"/> 3.1 Nutzung von Biogas <input type="checkbox"/> 3.2 Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse mit und ohne Fernwärme <input type="checkbox"/> 3.3 Nutzung von Umweltwärme <input type="checkbox"/> 3.4 Solarenergie <input type="checkbox"/> 3.5 Netz-unabhängiger Stromeinsatz <input type="checkbox"/> 4.1 Brennstoffwechsel bei Prozesswärme <input type="checkbox"/> 5.1 Effizienzverbesserung im Personentransport oder Güterverkehr <input type="checkbox"/> 5.2 Einsatz von flüssigen biogenen Treibstoffen <input type="checkbox"/> 5.3 Einsatz von gasförmigen biogenen Treibstoffen <input type="checkbox"/> 6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methangas <input type="checkbox"/> 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen <input type="checkbox"/> 6.3 Methanvermeidung durch Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft <input type="checkbox"/> 7.1 Vermeidung und Substitution synthetischer Gase (HFC, NF <sub>3</sub> , PFC oder SF <sub>6</sub> ) oder CO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/> 8.1 Vermeidung und Substitution von Lachgas (N <sub>2</sub> O), meist Landwirtschaft <input type="checkbox"/> 9.1 Speicherung von Kohlenstoff in Holz <input type="checkbox"/> 9.2 Speicherung von Kohlenstoff in Böden <input type="checkbox"/> 9.3 Speicherung von Kohlenstoff in nicht-organischen Materialien <input type="checkbox"/> 9.4 Speicherung von Kohlenstoff im Untergrund  <input type="checkbox"/> andere:
------------	--

### Umsetzungsform

Einzelnes Projekt

Projektbündel

Programm

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

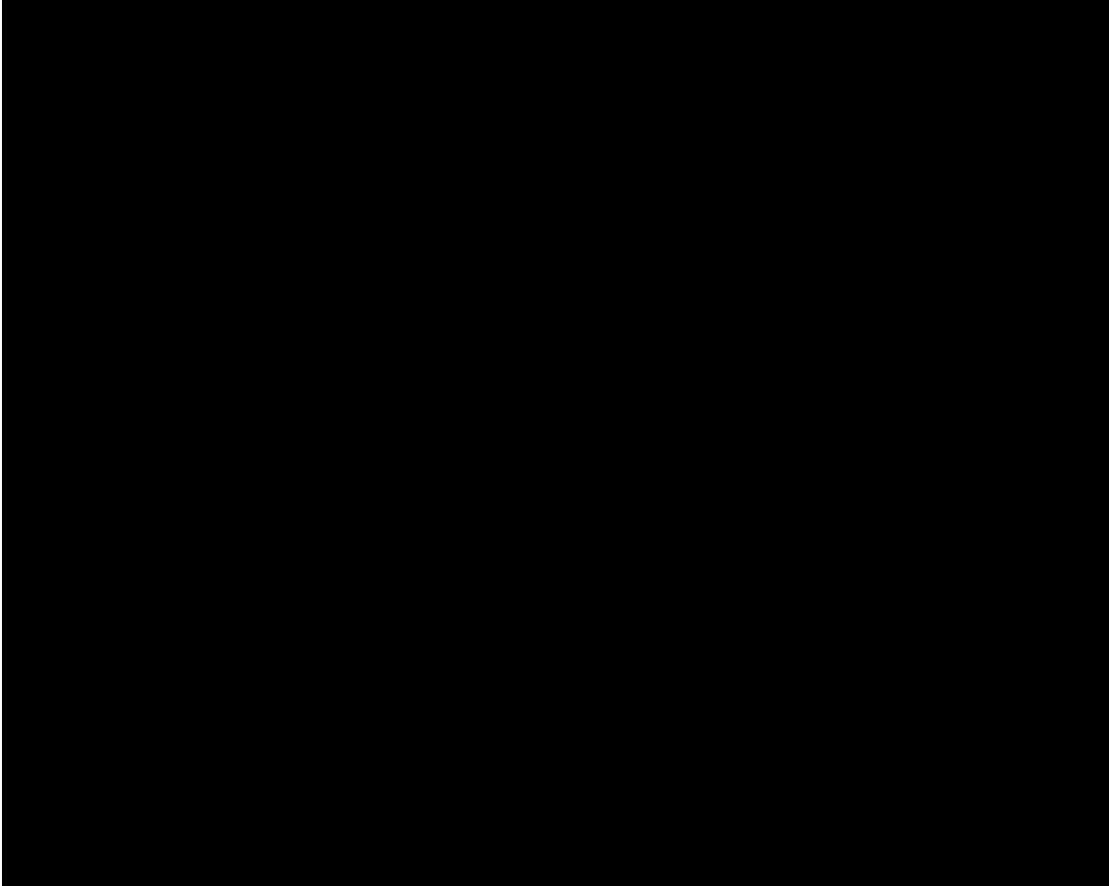
### **1.3 Projektstandort**

Kanton: Basel-Landschaft

Projektstandort: ARA Rhein AG, Netzibodenstrasse 16, 4133 Pratteln

#### Situationsplan

Die Klärschlamm-Verbrennungsanlage (SVA) befindet sich auf dem Gelände der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Rhein.



### **1.4 Beschreibung des Projektes/Programmes**

#### **1.4.1 Ausgangslage**

Die ARA Rhein AG betreibt eine Abwasserreinigungsanlage (ARA), wo erhebliche Mengen an Klärschlamm anfallen. Dieser Klärschlamm wird in der betriebseigenen Schlammverbrennungsanlage (SVA) energetisch genutzt. Zudem wird Fremdschlamm angenommen und ebenfalls in der SVA verfeuert.

Die SVA besteht aus einem Etagen-Wirbelschichtofen (Ofen 68), welcher über eine oben aufgelagerte Klärschlamm-trocknung verfügt. Neben diesem Ofen 68 gibt es einen älteren Ofen (Ofen 69), welcher ausschliesslich als Backup dient, nicht baugleich ist und eine geringere Kapazität hat. Das vorliegende Projekt betrifft ausschliesslich den Ofen 68.

Bei der Verbrennung des Klärschlammes entstehen aus dem im Klärschlamm enthaltenen Stickstoff neben  $N_2$ ,  $NO_x$  auch das klimaschädliche Lachgas  $N_2O$ . Bis dato wird der Ofen der SVA bei einer Temperatur von 600 bis 650°C betrieben, die Nachverbrennung der Abluft bei ca. 830°C. Der Ofen 68 ist für den Betrieb bei diesen genannten Temperaturen konzipiert.

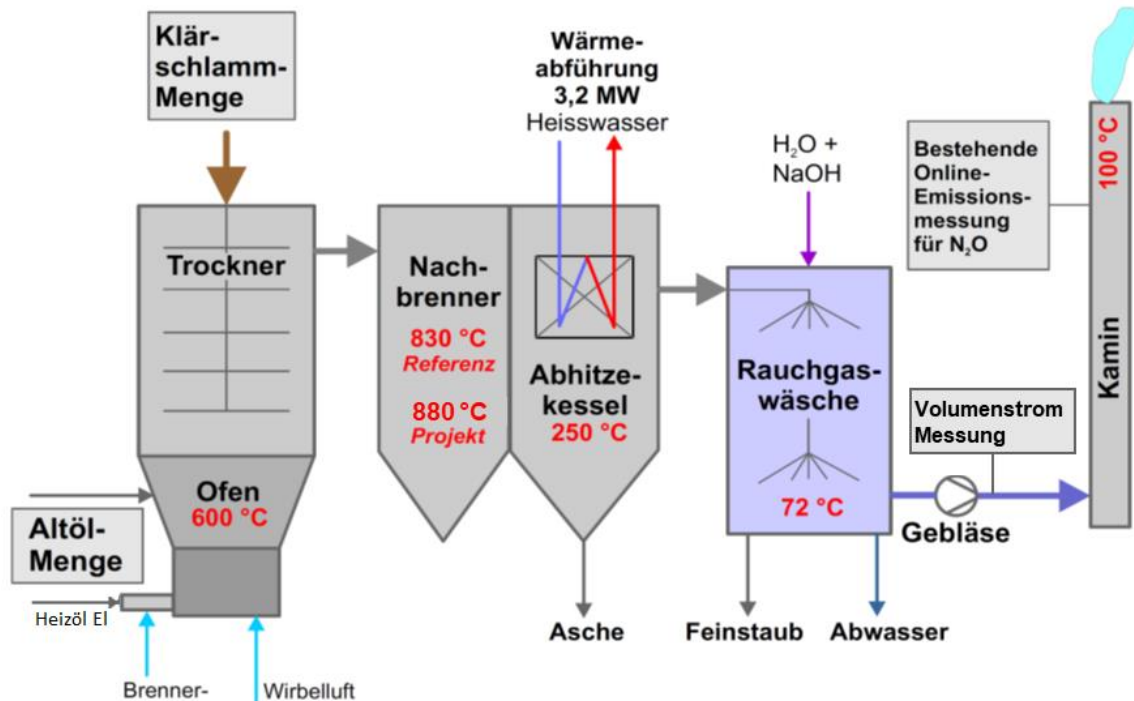


Abbildung 2: Schema der Schlammverbrennung der ARA Rhein AG.

Die Temperatur des Ofens wird ausschliesslich über die Temperaturmessung in der Nachbrennkammer (Temperaturfühler in der Leitung zwischen Ofen und Nachbrennkammer) durch die Zudosierung von Brennstoffen in den Ofen geregelt und somit mit zusätzlicher Brennstoffzugabe erhöht. Ausserdem wird über einen Wärmetauscher im Abhitze-Kessel ein Teil der Wärmekapazität im Rauchgas für die Erhitzung der Wirbelluft verwendet. Damit stellt sich das gewünschte Temperaturniveau in der Nachbrennkammer ein. Die Ofentemperatur und die Temperatur im Nachbrenner hängen somit zusammen und sind nicht voneinander unabhängig regulierbar.

#### 1.4.2 Projekt-/Programmziel

Die Temperatur in der Nachverbrennung soll auf ein Niveau erhöht werden, bei dem die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen ein Minimum erreichen. Es wird erwartet, dass der Ofen um  $50$  bis  $100\text{ °C}$  über dem derzeitigen Temperaturniveau betrieben werden muss, um dieses Ziel zu erreichen. Das optimale Temperaturniveau für den Ofen und die Nachverbrennung soll nach Umsetzung des Projektes durch Messung ermittelt und die Anlage entsprechend justiert werden. Ziel ist es, die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen um ca.  $70\%$  zu reduzieren.

#### 1.4.3 Technologie

Die Temperatur in der Nachverbrennung soll auf ein Niveau erhöht werden, bei dem die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen ein Minimum erreichen.

Der Betrieb auf erhöhtem Temperaturniveau bringt Mehraufwand mit sich:

- Möglicherweise höherer Ölverbrauch des Ofens
- Mehrkosten durch erhöhten Wartungsaufwand
- Erhöhter Verschleiss an kritischen Teilen wie z.B. dem Ascheaustrag
- Erhöhter Verschleiss an der Schamottierung des Ofens
- Höheres Risiko von Schäden am Ofen
- Allfällig notwendige Investitionen in die Messtechnik und Softwareentwicklung für die Auswertung der Messresultate für die genaue Berechnung der Emissionsminderung

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Zudem steigt das Risiko eines Ausfalls von Ofen 68 durch die Temperaturerhöhung. Bei einem Ausfall des Ofen 68 kann zwar der Ofen 69 hochgefahren werden um die Schlammverbrennung weiterhin aufrecht zu erhalten, Ofen 69 hat jedoch eine geringere Kapazität als Ofen 68. Fremdschlamm kann somit in der Periode des Ausfalls von Ofen 68 nur bedingt angenommen werden, was zu Verdienstausfällen bei der ARA Rhein führt. Zudem fallen bei jedem Hochfahren von Ofen 69 erhebliche Kosten (z.B. Brennstoffbedarf) an.

Folgende Grafik zeigt die  $N_2O$ -Konzentration in Abhängigkeit der Temperatur im Nachbrenner.

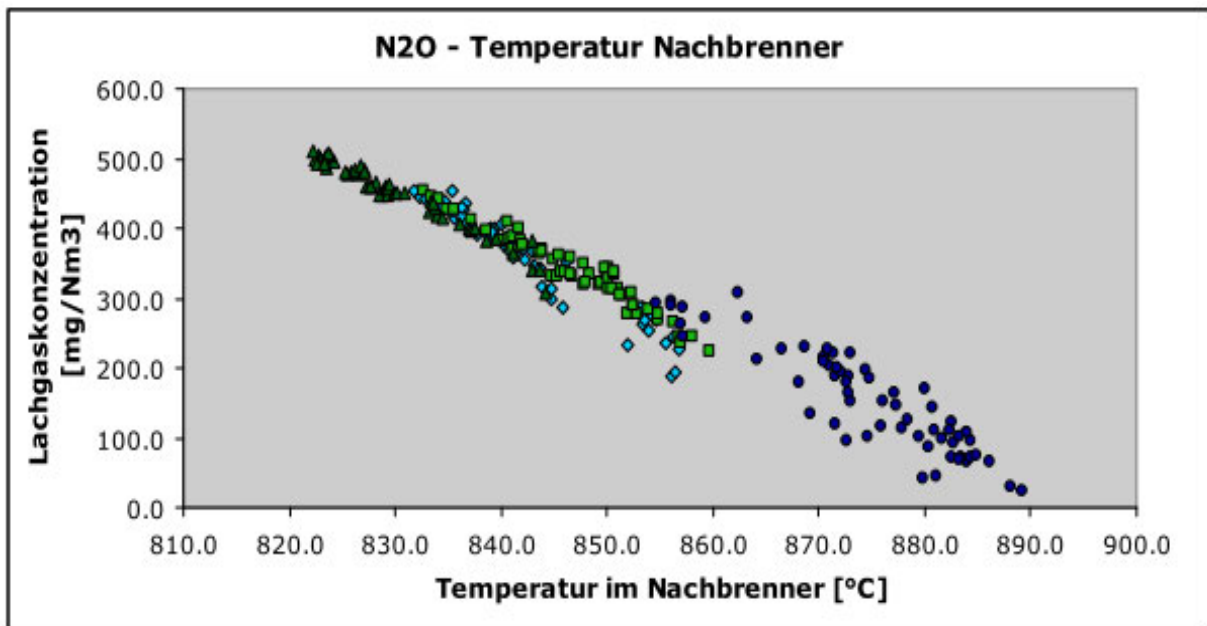


Abbildung 3: Abhängigkeit der  $N_2O$ -Konzentration im Kamin der SVA von der Temperatur im Nachbrenner (Bericht Lukas Schwank).

#### 1.4.4 Einhaltung der massgeblichen gesetzlichen Bestimmungen

In der Luftreinhalteverordnung (LRV) ist kein Grenzwert für Lachgas definiert.

Die weiteren Grenzwerte der LRV wurden eingehalten (Jahresbericht 2021). Es konnte gezeigt werden, dass die Konzentration der Stickoxide durch die Temperaturerhöhung im Nachbrenner nicht beeinflusst wird.

#### 1.5 Referenzszenario

Als Referenzszenario wurde die vor dem Wirkungsbeginn (6. Februar 2017) betriebene Schlammverbrennungsanlage ohne Reduktionsmöglichkeit für die Lachgasemissionen definiert. Ohne Umsetzung des geplanten Projektes (Verfahrens Anpassung) werden durchschnittliche Lachgasfrachten von 200 - 400 mg / Nm<sup>3</sup> emittiert.

Im Referenzszenario beträgt die durchschnittliche spezifische  $N_2O$ -Emission pro t Klärschlamm  $D_{RE}$  0.004 t  $N_2O$  / t KS. Dieser Wert bildet die Basis für die Berechnung der anrechenbaren Emissionsminderungen. Der Parameter wurde für die erste Validierung bestimmt und anschliessend im Rahmen der jährlichen Monitorings überprüft. Weiterhin wird mindestens 2-mal pro Jahr für ca. 12 h (4-6 h Umstellung und 4 h Messphase) die Bedingungen des Referenzszenarios wiederhergestellt und überprüft. Die Überprüfung von  $D_{RE}$  soll mit einem  $O_2$ -Sollwert von 4-5% durchgeführt werden.

Im Jahr 2021 wurde das Referenzszenario vier Mal wiederhergestellt, indem die Temperatur in der Nachbrennkammer auf rund 830 °C reduziert wurde. Diese Überprüfung hat erneut den Wert von 0.004 t  $N_2O$  / t KS bestätigt. Dies ist im Monitoringbericht 2021 einzusehen.

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

**Tabelle 1: Wiederherstellung der Bedingungen des Referenzszenarios (830 °C) im Vergleich zum Projekt-szenario (880 °C).**

Szenario 2021	Mittelwert N <sub>2</sub> O (mg/Nm <sup>3</sup> )	D (t N <sub>2</sub> O / t KS)
Referenz Mittelwert	255.2	D <sub>RE</sub> = 0.0043
Projekt Mittelwert	92.6	D <sub>P</sub> = 0.0016
Reduktion		63%

Die Überprüfung des Referenzszenario in der Monitoringperiode 2020 hat gezeigt, dass die durchschnittliche spezifische N<sub>2</sub>O-Emission pro t Klärschlamm 0.006 t N<sub>2</sub>O / t KS betragen hat (Monitoringbericht 2020).

Aus diesem Grund wird weiterhin der Wert D<sub>RE</sub> = 0.004 t N<sub>2</sub>O / t KS verwendet. Dies ist eine konservative Wahl zu Lasten des Gesuchstellers. D<sub>RE</sub> wird durch die jährliche Wiederherstellung des Referenzszenarios verifiziert und bei deutlicher Abweichung über längere Zeit angepasst.

## 1.6 Termine

Termine	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	17.01.2017	Datum effektive Umsetzung: Beschluss Verfahrensänderung
Wirkungsbeginn	6.02.2017.	Datum effektiver Beginn: Umstellung Verfahren auf erhöhte Temperatur
Beginn des Monitorings	6.02.2017	Umstellung Verfahren auf erhöhte Temperatur

	Anzahl Jahre	Spezifische Bemerkungen
Dauer des Projektes/Programms (in Jahren)	15 Jahre	Entspricht der Lebensdauer des Ofens.

	Datum	Spezifische Bemerkungen
Beginn 1. Kreditierungsperiode:	17.01.2017	Erneute Validierung bis 6 Monate vor Ablauf der ersten Kreditierungsperiode
Ende 1. Kreditierungsperiode:	16.01.2024	
Weitere Kreditierungsperioden		
Beginn 2. Kreditierungsperiode:	17.01.2024	Bei Projekten, für die ab dem 1.01.2022 ein Gesuch um eine erneute Validierung eingereicht wird, verlängert sich die Kreditierungsperiode bis zum 31.12.2030 oder bis zum Ende der Dauer des Projekts, wenn dieses kürzer als die Kreditierungsperiode ist (Art. 8 Abs. 3 CO <sub>2</sub> -Verordnung)
Ende 2. Kreditierungsperiode	31.12.2030	



## 2 Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung

### 2.1 Finanzhilfen

Gibt es für das Projekt/Programm bzw. die darin enthaltenen Projekte zugesprochene oder erwartete Finanzhilfen?

- Ja  
 Nein

### 2.2 Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind

Weisen das Projekt oder die Projekte des Programms Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind?

- Ja  
 Nein

Die ARA Rhein AG ist ein abgabebefreiter Betreiber mit Emissionsziel (Verfügungsnummer: 2013-20272).

Die N<sub>2</sub>O-Emissionen des hier beschriebenen Bescheinigungsprojekts liegen ausserhalb des Perimeters der Abgabebefreiung (Zielvereinbarung mit dem Bund zur Befreiung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe). (Anhang A2 Verfügung BAFU CO<sub>2</sub> Zielpfadanpassung vom 15.2.2021)

Die ARA Rhein ist zwar im Rahmen einer CO<sub>2</sub>-Verminderungsverpflichtung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit, die Verpflichtung bezieht sich aber nicht auf Lachgas, das die Basis für das vorliegende Projekt bildet. Deshalb werden die erzielten Emissionsverminderungen nicht als «auf von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreite Unternehmen zurückzuführen» ausgewiesen.

Würde beim Projekt gegenüber der Referenz ein tieferer spezifischer Altölverbrauch gemessen, darf dieser dem Projekt nicht gutgeschrieben werden. Zudem müsste in diesem Fall die bestehende Zielvereinbarung angepasst und somit sichergestellt werden, dass keine Doppelzählung stattfindet.

Allfällige Mehremissionen von CO<sub>2</sub> durch die erhöhte Nutzung von Altöl zur Erreichung der Betriebstemperatur fallen zulasten des Projektszenario, was zu einer reduzierten gesamten Emissionsverminderung und damit geringerer Ausstellung von Bescheinigungen führt. Trotz dieser Mehremissionen ist die ARA Rhein verpflichtet, das Emissionsziel aus der Vereinbarung mit dem Bund einzuhalten.

### 2.3 Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts

Ist es möglich, dass die erzielten Emissionsverminderungen auch anderweitig quantitativ erfasst und/oder ausgewiesen werden (=Doppelzählung; s. auch Art. 10 Abs. 5 CO<sub>2</sub>-Verordnung)?

- Ja  
 Nein

Der allfällige Minderverbrauch an Altöl wird im Projekt nicht berücksichtigt, da dieser keinen Zusammenhang mit dem Kompensationsprojekt «N<sub>2</sub>O-Vernichtung bei der Schlammverbrennung der ARA Rhein AG» hat. Somit wird verhindert, dass es zu Doppelzählungen kommt.

### 3 Referenzszenario und erwartete Emissionsverminderungen

#### 3.1 Systemgrenze und Emissionsquellen

##### Systemgrenze

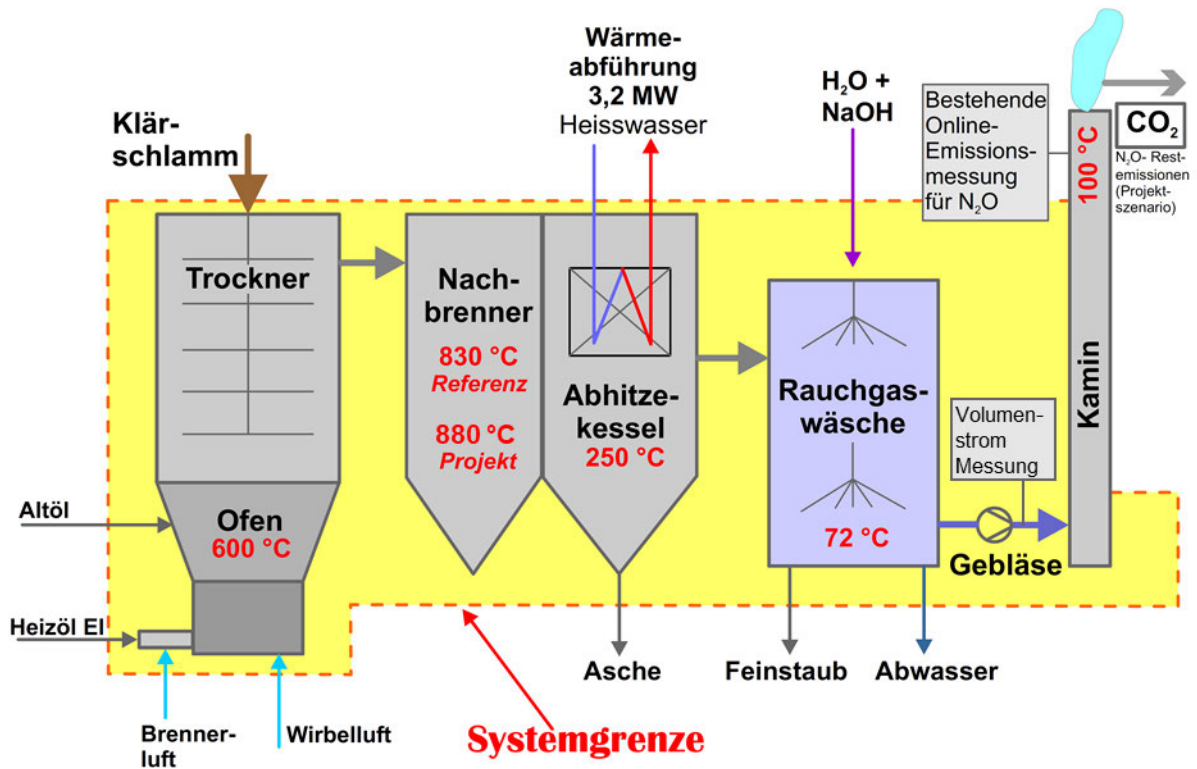


Abbildung 4: Systemgrenze des Projektes N<sub>2</sub>O-Vernichtung bei der SVA der ARA Rhein.

Die berücksichtigten Emissionsquellen sind die Lachgasemissionen aus der Schlammverbrennung sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Altöl. Für die Aufheizung des Ofens wird Heizöl EI verwendet. Diese Aufheizphase verläuft im Projekt- wie im Referenzszenario gleich ab, sodass der Verbrauch an Heizöl EI keine Relevanz hat. Es besteht kein kausaler Zusammenhang zwischen Verbrauch von Heizöl EI und erhöhter Temperatur im Nachbrenner.

### Direkte und indirekte Emissionsquellen

	Quelle	Gas	Enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen/ Emissionen der Projekte	Dosiermenge Altöl	CO <sub>2</sub>	ja	Evtl. erhöhte Emissionen durch höhere Dosierung von Altöl in den Wirbelschichtöfen infolge der Erhöhung der Temperatur in der Nachverbrennung.
		CH <sub>4</sub>	Nein	
	N <sub>2</sub> O- Emissionen im Kamin	N <sub>2</sub> O	ja	Verbleibende N <sub>2</sub> O-Emissionen (Projektszenario), Zielwert Reduktion um 70%.
Referenzentwicklung des Projekts oder der in dem Programm enthaltenen Projekte	Dosiermenge Altöl	CO <sub>2</sub>	ja	Emissionen durch Dosierung von Altöl in den Wirbelschichtöfen (Referenzszenario) Falls die Dosiermenge von Altöl im Projektszenario tiefer liegt als im Referenzszenario, wird dies nicht als Emissionsverminderung verbucht.
		CH <sub>4</sub>	nein	
	N <sub>2</sub> O- Emissionen Im Kamin	N <sub>2</sub> O	ja	N <sub>2</sub> O-Emissionen Referenzszenario (Status Quo)

### 3.2 Einflussfaktoren

Das Ziel des Projektes ist ausschliesslich die Reduktion der Lachgasemissionen mittels Erhöhung der Temperatur im Nachbrenner. Dieses Ziel bleibt auch über die neue Kreditierungsperiode gleich und es sind keine Vorgaben und Entwicklungen erkennbar, welche das Projekt beeinflussen. Unabhängig davon besteht eine kleine Wahrscheinlichkeit, dass zukünftig in der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung (LRV) ein Grenzwert für Lachgas eingeführt wird. In einem solchen Szenario würden jedoch Übergangsfristen gewährt, welche über die Kreditierungsperiode hinausgehen.

Der verfahrenstechnische Unterschied zwischen Projekt- und Referenzszenario ist ausschliesslich eine Temperaturerhöhung im Nachbrenner. Dies kann ein leicht höherer Verbrauch beim Brennstoff Altöl bedingen, welcher dem Ofen zugeführt werden muss. Daneben sind keine weiteren Emissionen und Betriebsmitteländerungen betroffen.

Da das Industrieabwasser zuerst mit Kalk neutralisiert werden muss, enthält dieser Klärschlamm einen etwas grösseren anorganischen Anteil. Somit ist möglich, dass die Klärschlammzusammensetzung (kommunaler vs. industrieller KS) einen Einfluss auf die Lachgasemissionen hat. Die Klärschlammzusammensetzung wird im Monitoring als Einflussfaktor überwacht.

Ein weiterer Einflussfaktor kann die Annahme und Verbrennung von Fremdschlamm sein. Die Mengen und die Herkunft von Fremdschlamm kann nicht zuverlässig prognostiziert werden und ändert sich jährlich. Im Monitoringjahr kann ex-post eine Zusammenstellung der grössten Anlieferer von Fremdschlamm zusammengestellt werden. In der Berechnung der anrechenbaren Emissionen wird der Fremdschlamm aber gleich wie der Schlamm der ARA Rhein behandelt und es wird vom gleichen Referenzszenario ausgegangen.

### 3.3 Leakage

Es gibt keine Verlagerung von Emissionen, die nicht unmittelbar dem Projekt zugeordnet werden können; d.h: Leakage = 0

### 3.4 Projektemissionen

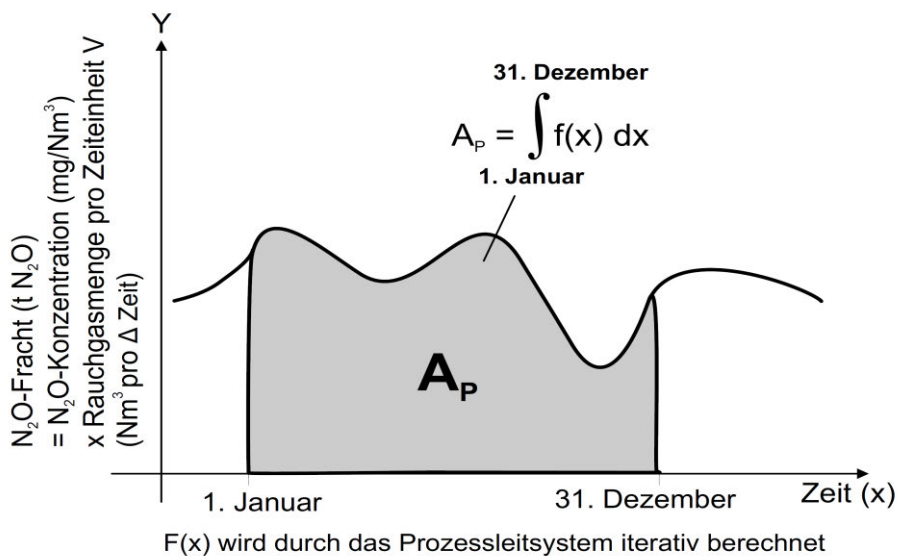
Die Projektemissionen bestehen einerseits aus den nach Projektumsetzung noch verbleibenden N<sub>2</sub>O-Emissionen und andererseits aus dem allenfalls erhöhten Brennstoffverbrauch im Ofen der SVA. Letzterer kann infolge der Temperaturerhöhung im Nachbrenner gegenüber der Referenz leicht ansteigen. Zur Beheizung des Wirbelschichtofens wird Altöl verwendet. In der ersten Projektbeschreibung wurde ein erhöhter Altölverbrauch für die Temperaturerhöhung prognostiziert. Die vergangenen Monitoringperioden haben jedoch gezeigt, dass der Altölverbrauch durch die Temperaturerhöhung nicht steigt. Ein Minderverbrauch von Altöl wird nicht als anrechenbare Emissionsverminderung behandelt, da kein direkter Zusammenhang mit dem Projekt der N<sub>2</sub>O-Vernichtung besteht.

Die jährlich erwarteten Projektemissionen E<sub>P</sub> des Projekts werden wie folgt berechnet:

$$E_P = A_P * GWP + \ddot{O}_P * EF_{\text{Altöl}}$$

E<sub>P</sub> = erwartete Projektemissionen (t CO<sub>2</sub>eq)  
A<sub>P</sub> = erwartete Aktivitätsrate (t N<sub>2</sub>O)  
GWP = Spezifisches Treibhauspotential für N<sub>2</sub>O (t CO<sub>2</sub>eq je t N<sub>2</sub>O) = 298  
Ö<sub>P</sub> = Altölverbrauch im Projektszenario (t Altöl)  
EF<sub>Altöl</sub> = Emissionsfaktor von Altöl (t CO<sub>2</sub> / t Altöl)

A<sub>P</sub> in t N<sub>2</sub>O pro Jahr entspricht dem Integral über ein Zeitintervall (z.B. 1 Kalenderjahr) aufgezeichnet durch die online gemessene N<sub>2</sub>O-Konzentration (mg/Nm<sup>3</sup>), multipliziert mit dem ebenfalls über den im gleichen Zeitintervall online aufgezeichneten Volumenstrom V (Nm<sup>3</sup> / Zeitintervall), geteilt durch 10<sup>9</sup>.



$$A_P = D_P * M_P$$
$$D_P = D_{RE} * (1 - 0.7)$$

D<sub>P</sub> = Durchschnittliche spezifische N<sub>2</sub>O-Emission pro t verbrannten Klärschlamm TS (KS) im Projektszenario (70% Reduktion der Lachgas Emissionen)

D<sub>RE</sub> = Durchschnittliche spezifische N<sub>2</sub>O-Emission pro t verbrannten Klärschlamm TS (KS) im Referenzszenario = 0.004 t N<sub>2</sub>O / t KS (vergleiche Beschreibung in Kapitel 1.5)

M<sub>P</sub> = Verbrannte Menge KS in t pro Jahr

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Falls der spezifische Altölverbrauch im Projektfall in einer Monitoringperiode tiefer liegt als der spezifische Altölverbrauch im Referenzfall, muss die Formel zur Berechnung der effektiven Projektemission  $E_P$  dahingehend angepasst werden, dass der Ölverbrauch im Projektfall mit dem spezifischen Ölverbrauch im Referenzfall unter Anwendung folgender Formel berechnet wird:

$$\begin{aligned}\ddot{O}_P &= \ddot{O}_{RE} \\ \ddot{O}_P &= \text{Altölverbrauch im Projektszenario (t Altöl)} \\ \ddot{O}_{RE \text{ spez.}} &= \text{spezifischer Altölverbrauch im Referenzszenario multipliziert mit } EF_{\text{Altöl}} \text{ (t CO}_{2\text{eq}}/\text{t KS)} \\ M_{RE} &= \text{Verbrannte Menge t KS im Referenzszenario} \\ EF_{\text{Altöl}} &= \text{Emissionsfaktor von Altöl (t CO}_2\text{ / t Altöl)}\end{aligned}$$

Der Emissionsfaktor  $EF_{\text{Altöl}}$  gemäss dem Faktenblatt: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz» vom Januar 2023 angepasst und beträgt neu  $EF_{\text{Altöl}} = 2.27 \text{ t CO}_2/\text{t Altöl}$  (bisher 2.41).

Dementsprechend ändert sich der Parameter  $\ddot{O}_{RE \text{ spez.}}$ :

$$\begin{aligned}\ddot{O}_{RE \text{ spez.}} &= \ddot{O}_{RE} / M_{RE} * EF_{\text{Altöl}} = 0.341 \text{ t Altöl / t KS} * 2.27 \text{ t CO}_2/\text{t Altöl} = 0.7741 \text{ t CO}_2/\text{t KS} \text{ (bisher } 0.8218) \\ \ddot{O}_{RE} &= \text{Menge Altöl im Referenzszenario (t Altöl)} \\ M_{RE} &= \text{Menge verbrannter Klärschlamm im Referenzszenario (t KS)}\end{aligned}$$

### Erwartete spezifische Projektemission $D_P$

Mit dem geplanten Projekt soll die spezifische N<sub>2</sub>O-Emission pro t KS um 70 % reduziert werden. d.h. von  $\emptyset D_{RE} = 0,004 \text{ t N}_2\text{O} / \text{t KS}$  (Referenzszenario) auf  $\emptyset D_P = 0,0012 \text{ t N}_2\text{O} / \text{t KS}$  (Projektszenario). Diese erwartete Reduktion basiert im Besondern auf den Resultaten der Monitoringperioden der vergangenen 5 Jahre. Am Anfang (2017 und 2018) wurde der Zielwert in etwa erreicht. In der Periode 2019 und 2020 war dieser auf 45% zurückgefallen. Im Jahr 2021 wieder auf 60 % und im 2022 auf 67% gestiegen. Aus diesem Grund wird der Zielwert von 70% für die erneute Validierung beibehalten.

## 3.5 Referenzentwicklung

Die jährlich erwarteten Referenzemission  $E_{RE}$  werden wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned}E_{RE} &= A_{RE} * GWP + \ddot{O}_{RE} * EF_{\text{Altöl}} \\ E_{RE} &= \text{ex-ante Referenzentwicklung (t CO}_{2\text{eq}}) \\ A_{RE} &= \text{ex-ante Aktivitätsrate (in t N}_2\text{O)} \\ GWP &= \text{Spezifisches Treibhauspotential für N}_2\text{O (t CO}_{2\text{eq}} \text{ je t N}_2\text{O)} = 298 \\ \ddot{O}_{RE} &= \text{Altölverbrauch im Referenzszenario (t Altöl)} \\ EF_{\text{Altöl}} &= \text{Emissionsfaktor Altöl}\end{aligned}$$

$$D_{RE} = A_{RE} / M_{RE}$$

$$\begin{aligned}D_{RE} &= \text{Spezifische durchschnittliche N}_2\text{O-Emission pro t KS} = 0.004 \text{ t N}_2\text{O} / \text{t KS} \\ M_{RE} &= \text{Verbrannte Menge KS in t pro Jahr} = 11'500 \text{ t KS} / \text{a} \text{ (Monitoringbericht 2021)}\end{aligned}$$

Nach auflösen der oberen Formel nach  $A_{RE}$  und Einfügen in die Formel  $E_{RE}$ , erhält man für die Berechnung von  $E_{RE}$ :

$$E_{RE} = M_{RE} * (D_{RE} * GWP) + \ddot{O}_{RE} * EF_{\text{Altöl}}$$

Fügt man für  $\ddot{O}_{RE}$  folgende Formel ein:

$$\ddot{O}_{RE} = M_{RE} * \ddot{O}_{RE \text{ spez.}} / EF_{\text{Altöl}}$$

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

So erhält man:

$$E_{RE} = M_{RE} * (D_{RE} * GWP + \ddot{O}_{RE\ spez.})$$

### 3.6 Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)

Berechnung der erwarteten jährlichen Emissionsverminderung:

$$ER_{gesamt} = E_{RE} - E_P + Leakage$$

$ER_{gesamt}$  = erwartete Emissionsverminderungen (t CO<sub>2</sub>eq)

$E_{RE}$  = erwartete Emissionen in der Referenzentwicklung (t CO<sub>2</sub>eq)

$E_P$  = erwartete Projektemissionen (t CO<sub>2</sub>eq)

Leakage = 0 (keine Leakage)

Abschätzung der jährlichen Referzemissionen:

$$E_{RE} = M_{RE} * (D_{RE} * GWP + \ddot{O}_{RE\ spez.})$$

$M_{RE}$  = 11'500 t KS / a (Monitoring 2021) Es wird davon ausgegangen, dass im Referenzszenario die gleiche Menge Klärschlamm verbrannt wird wie im Projektszenario  $M_{RE} = M_P$

$D_{RE}$  = 0.004 t N<sub>2</sub>O / t KS

GWP = Spezifisches Treibhauspotential für N<sub>2</sub>O (t CO<sub>2</sub>eq je t N<sub>2</sub>O) = 298

$\ddot{O}_{RE\ spez.}$  =  $\ddot{O}_{RE} / M_{RE} * EF_{Altöl} = 0.341 \text{ t Altöl} / \text{t KS} * 2.27 \text{ t CO}_2 / \text{t Altöl} = 0.7741 \text{ t CO}_2 / \text{t KS}$

$$E_{RE} = 11'500 * (0.004 * 298 + 0.7741) = 22'610.15 \text{ t CO}_2\text{eq} / \text{a}$$

Abschätzung der jährlichen Projektemission:

$$E_P = A_P * GWP + \ddot{O}_P * EF_{Altöl}$$

$A_P$  =  $D_P * M_P$

$\ddot{O}_P * EF_{Altöl} = \ddot{O}_{RE\ spez.} * M_P$

Aufgrund vorheriger Monitoringperioden, wird ex-ante von gleichem Altölverbrauch im Projektszenario und im Referenzszenario ausgegangen.

$$E_P = M_P * (D_P * GWP + \ddot{O}_{RE\ spez.}) = 11'500 * (0.0012 * 298 + 0.7741) = 13'014.55 \text{ t CO}_2\text{eq} / \text{a}$$

Berechnung der erwarteten jährlichen Emissionsverminderung:

$$ER_{gesamt} = E_{RE} - E_P + Leakage$$

$$ER_{gesamt} = 22'610.15 - 13'014.55 + 0 = 9'595.60 \text{ t CO}_2\text{eq} / \text{a}$$

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Kalenderjahr der Kreditierungsperiode	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO <sub>2</sub> eq)	Schätzung der Leakage (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Emissions-vermindierungen (in t CO <sub>2</sub> eq)
1. Kalenderjahr: 2024 (ab 17.01)	21'619.02	12'408.39	-	9'210.63
2. Kalenderjahr: 2025	22'610.15	13'014.55	-	9'595.60
3. Kalenderjahr: 2026	22'610.15	13'014.55	-	9'595.60
4. Kalenderjahr: 2027	22'610.15	13'014.55	-	9'595.60
5. Kalenderjahr: 2028	22'610.15	13'014.55	-	9'595.60
6. Kalenderjahr: 2029	22'610.15	13'014.55	-	9'595.60
7. Kalenderjahr: 2030	22'610.15	13'014.55	-	9'595.60
In der 2. Kreditierungsperiode (= Summe 1.-7. Kalenderjahr)	157'279.92	90'495.69	0	66'784.23

## 4 Nachweis der Zusätzlichkeit

### Analyse der Zusätzlichkeit

Das Projektszenario besteht in der Erhöhung der Temperatur in der Nachbrennkammer der SVA. Mit dem um 50-100°C höheren Betrieb des Ofens 68 ergeben sich erhebliche Mehrkosten und Risiken, welche die ARA Rhein ohne den Beitrag der Bescheinigungen nicht eingehen würde. Das Projekt hat ausser CO<sub>2</sub>eq – Emissionsminderung (ökologischen Nutzen) keinen wirtschaftlichen Nutzen und würde ohne den Erhalt von Bescheinigungen nicht realisiert werden. Die Zusätzlichkeit wurde in der ersten Projektbeschreibung Version 10 vom 07. Oktober 2016 nachgewiesen.

### Wirtschaftlichkeitsanalyse

Da keine wesentliche Änderung des Projekts vorliegt, ist eine erneute Wirtschaftlichkeitsanalyse nicht notwendig, da diese unabhängig von der Kreditierungsperiode für die gesamte Projektdauer gilt (BAFU 2022: Projekte und Programme zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung, Abschnitt 3.2).

Die ARA Rhein hat einen laufenden Vertrag mit der Stiftung Klik zur Übernahme der vom BAFU ausgestellten Bescheinigungen. Dieser Vertrag wurde anhand der Wirtschaftlichkeitsanalyse ausgearbeitet definiert den Preis pro t CO<sub>2</sub>eq.

### Erläuterungen zu anderen Hemmnissen

Im Vordergrund steht hier die Unsicherheit des Verhaltens des SVA-Ofens beim Betrieb mit erhöhter Temperatur. Es bestehen Risiken der Beschädigung des Ofens, welche die Wahrscheinlichkeit von Betriebsausfällen der SVA erhöhen und somit die Geschäftstätigkeit der ARA Rhein direkt gefährden. Um diese Risiken rechtfertigen zu können erwartet die ARA Rhein eine Rendite durch die Bescheinigungen, welche die Risiken wieder spiegelt.

Ausserdem fehlen die personellen Ressourcen, um den Administrativen Aufwand zu bewältigen sowie die gesamte Erstellung und Begleitung der Dokumentationen innerhalb der ARA Rhein abzuwickeln.

### Übliche Praxis

In der Luftreinhalteverordnung (LRV) ist kein Grenzwert für Lachgas definiert.

Ohne den zu erwartenden Erlös aus dem Verkauf der Bescheinigungen gibt es keine Motivation die Lachgasemissionen aus der Klärschlammverbrennung zu reduzieren.

Mit Ausnahme der Anlage REAL Abwasser, ProRhenon und der ARA Rhein ist die übliche Praxis, die Emission von N<sub>2</sub>O unvermindert in die Atmosphäre zu emittieren.



## 5 Aufbau und Umsetzung des Monitorings

### 5.1 Beschreibung der gewählten Nachweismethode

Die entscheidenden Messmethoden für den Nachweis der Emissionsminderungen sind folgende:

- N<sub>2</sub>O- Online-Messung am Kamin (Messung der N<sub>2</sub>O- Konzentrationsmessung in ppm/m<sup>3</sup> Normierung und Umrechnung auf mg/Nm<sup>3</sup> im PLS)
- Volumenstrommessung vor dem Kamin.  
Der gesamte Volumenstrom V setzt sich aus den folgenden 3 Teilströmen zusammen:
  - Rauchgasvolumenstrom aus der Verbrennung
  - Kühlluft Hohlwelle
  - AufheizluftDer Rauchgasvolumenstrom wird über die Volumenstrom Messung gemessen. Der gesamte Volumenstrom wird auf Normbedingungen trocken in Nm<sup>3</sup>/h umgerechnet
- Erfassung der verbrannten Klärschlammmenge (Trockensubstanz TS)
- Altölverbrauch

Die Monitoringperiode kann aus technischen Gründen nicht exakt auf das Kalenderjahr (01.01./ 0:00 bis 31.12./24:00) abgegrenzt werden, da der Aufwand für die Umstellung der Datenerfassung zu hoch wäre. In den Stundendaten kann jedoch eine klare Abgrenzung zur vorjährigen Monitoringperiode berücksichtigt werden, sodass Doppelzählung vermieden werden können.

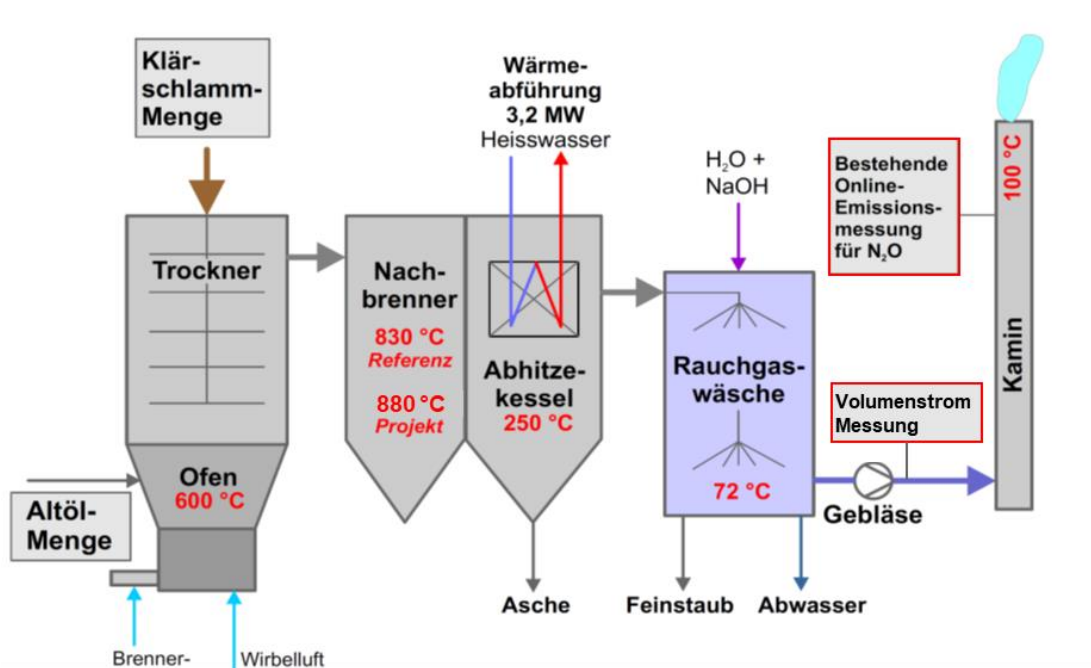


Abbildung 5: Schema der Schlammverbrennung der ARA Rhein AG. Die Messpunkte befinden sich nach dem Gebläse (Volumenstrommessung) und im Kamin (N<sub>2</sub>O Online-Messung).

Die ARA Rhein ist zwar im Rahmen einer CO<sub>2</sub>-Verminderungsverpflichtung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit, die Verpflichtung bezieht sich aber nicht auf Lachgas, das die Basis für das vorliegende Projekt bildet. Deshalb werden die erzielten Emissionsverminderungen nicht als «auf von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreite Unternehmen zurückzuführen» ausgewiesen. Der Mehrverbrauch von Altöl zum Erhöhen der Temperatur in der Brennkammer wird mit dem Referenzszenario unabhängig von anderen Massnahmen zur Reduktion von Altölverbrauch gemessen.

## 5.2 Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen

### 5.2.1 Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen

$$ER_{\text{gesamt}} = E_{\text{RE}} - E_{\text{P}} + \text{Leakage}$$

$ER_{\text{gesamt}}$  = effektive Emissionsverminderungen (t CO<sub>2</sub>eq) für die Monitoringperiode

$E_{\text{RE}}$  = effektive Emissionen in der Referenzentwicklung (t CO<sub>2</sub>eq) für die Monitoringperiode

$E_{\text{P}}$  = effektive Projektemissionen (t CO<sub>2</sub>eq) für die Monitoringperiode

Leakage = 0 (keine Leakage)

Die effektiven Projektemissionen  $E_{\text{P}}$  werden wie folgt berechnet:

$$E_{\text{P}} = A_{\text{P}} * \text{GWP} + \ddot{O}_{\text{P}} * EF_{\text{Altöl}}$$

$E_{\text{P}}$  = effektive Projektemissionen (t CO<sub>2</sub>eq)

$A_{\text{P}}$  = effektive Aktivitätsrate (in t N<sub>2</sub>O) für die Monitoringperiode

GWP = Spezifisches Treibhauspotential für N<sub>2</sub>O (t CO<sub>2</sub>eq je t N<sub>2</sub>O) = 298

$\ddot{O}_{\text{P}}$  = Altölverbrauch im Projektszenario (t Altöl) für die Monitoringperiode

**Annahme falls  $\ddot{O}_{\text{P}} < \ddot{O}_{\text{RE}}$ :** Da ein Altöl- Minderverbrauch im Projektszenario nicht dem Kompensationsprojekt «N<sub>2</sub>O-Vernichtung bei der Schlammverbrennung» zugeordnet werden kann, wird für das Projektszenario der gleiche Altölverbrauch wie im Referenzszenario eingesetzt

$EF_{\text{Altöl}}$  = Emissionsfaktor vom Altöl

$$A_{\text{P}} = K_{\text{P}} * V / 10^9 \text{ (t N}_2\text{O) für die Monitoringperiode}$$

$K_{\text{P}}$  = Online gemessene und normierte N<sub>2</sub>O-Konzentration in mg/Nm<sup>3</sup>

$V$  = Abgasvolumenstrom normiert in Nm<sup>3</sup> für die Monitoringperiode

#### Überprüfung der ex-ante definierten Referenzentwicklung

a)  $D_{\text{RE}}$  = Durchschnittliche spezifische N<sub>2</sub>O-Emission pro t KS = 0.004 t N<sub>2</sub>O / t KS  
Dieser Wert bildet die Basis für die Berechnung der Emissionsminderungen und wurde aus den aufgezeichneten Daten der Kalenderwochen 5 bis 35 / 2016 berechnet.  
Die jährliche Überprüfung des Referenzszenario im Rahmen der Monitoringperioden der letzten 5 Jahre haben gezeigt, dass der Wert plausibel und die Wahl konservativ ist.

b)  $\ddot{O}_{\text{RE spez.}}$  = 0.341 \* 2.27 (t Altöl / t KS \*  $EF_{\text{Altöl}}$ ) = 0.7741 t CO<sub>2</sub>eq / t KS  
berechnet sich aus dem Altölverbrauch 2015 geteilt durch die verbrannte KS-Menge 2015 multipliziert mit dem CO<sub>2</sub>eq - Emissionsfaktor für Altöl ( $EF_{\text{Altöl}}$ )

Die effektiven Referenzemissionen  $E_{\text{RE}}$  werden wie folgt berechnet:

$$E_{\text{RE}} = A_{\text{RE}} * \text{GWP} + \ddot{O}_{\text{RE}} * EF_{\text{Altöl}}$$

$E_{\text{RE}}$  = ex-post Referenzentwicklung (in t CO<sub>2</sub>eq/a)

$A_{\text{RE}}$  = ex-post Aktivitätsrate (in t N<sub>2</sub>O pro Jahr)

GWP = Spezifisches Treibhauspotential für N<sub>2</sub>O (t CO<sub>2</sub>eq je t N<sub>2</sub>O)

$\ddot{O}_{\text{RE}}$  = Jährlicher Altölverbrauch (Referenz)

$EF_{\text{Altöl}}$  = Emissionsfaktor Altöl = 2.27 t CO<sub>2</sub>eq / t Altöl

$$A_{\text{RE}} = D_{\text{RE}} * M_{\text{RE}}$$

$D_{\text{RE}}$  = Spezifische durchschnittliche N<sub>2</sub>O-Emission pro t KS

$M_{\text{RE}}$  = Verbrannte Menge KS pro Jahr

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Die Formel  $A_{RE}$  in  $E_{RE}$  eingesetzt ergibt die finale Formel zur Berechnung der Referenzemissionen:

$$E_{RE} = M_{RE} * (D_{RE} * GWP + \ddot{O}_{RE \text{ spez.}})$$

$E_{RE}$  = ex-post Referenzentwicklung (in t CO<sub>2</sub>eq/a)

$GWP$  = Spezifisches Treibhauspotential für N<sub>2</sub>O (t CO<sub>2</sub>eq je t N<sub>2</sub>O)

$D_{RE}$  = Spezifische durchschnittliche N<sub>2</sub>O-Emission pro t KS

$M_{RE}$  = Verbrannte Menge KS pro Jahr

## 5.2.2 Wirkungsaufteilung

Keine Wirkungsaufteilung

## 5.3 Datenerhebung und Parameter

### 5.3.1 Fixe Parameter

<b>Parameter 1</b>	GWP
Beschreibung des Parameters	Spezifisches Treibhauspotential für N <sub>2</sub> O
Wert	298
Einheit	Wirkung in t CO <sub>2</sub> eq
Datenquelle	CO <sub>2</sub> -Verordnung, Anhang 1 Art. 1 Abs. 2, Tabelle: Erwärmende Wirkung der Treibhausgase auf das Klima in CO <sub>2</sub> eq

<b>Parameter 2</b>	EF <sub>Altöl</sub>
Beschreibung des Parameters	CO <sub>2</sub> eq - Emissionsfaktor für Altöl
Wert	2.27
Einheit	t CO <sub>2</sub> eq / t Altöl
Datenquelle	Faktenblatt: CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz» vom Januar 2023 Gewählter fossiler Anteil: 92.7 %

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

<b>Parameter 3</b>	D <sub>RE</sub>
Beschreibung des Parameters	Ex-ante durchschnittliche spezifische N <sub>2</sub> O-Emission pro t KS
Wert	0.004
Einheit	t N <sub>2</sub> O / t KS
Datenquelle	<p>Basis für die spezifische N<sub>2</sub>O-Referenzemission D<sub>RE</sub> ist die von den Kalenderwochen 5 bis 35 / 2016 am Kamin gemessene aufsummierte N<sub>2</sub>O-Emission, geteilt durch die in der gleichen Periode erfasste Menge Klärschlamm (KS)</p> <p>Der Wert basiert auf folgenden Messdaten, gemessen von KW 5 bis 35 /2016 (Stundenmittelwerte)</p> <p>a) Durchschnittliche N<sub>2</sub>O-Konzentration am Kamin  b) Stundenmittelwert Volumenstrom am Kamin  c) Menge verbrannten Klärschlamm</p> <p>und wird gemäss folgender Formel berechnet</p> $\frac{\sum(N_2O - \text{Konzentration} \times \text{Volumenstrom})}{\text{Menge verbrannter Klärschlamm}}$ <p>Der Wert wird im Monitoring jährlich anhand der Wiederherstellung des Referenzszenarios überprüft.</p>
Genauigkeit der Messmethode	+ - 15 % basierend auf der Summe der Messunsicherheiten der N <sub>2</sub> O-Messung (± 5.3%) und der Volumenstrommessung (± 10%) Bei einer grösseren Abweichung muss der fixe Parameter angepasst werden
Verantwortliche Person	██████████, EMSR-Leiter

<b>Parameter 4</b>	Ö <sub>RE spez.</sub>
Beschreibung des Parameters	Ex-ante im PLS abgelegter durchschnittlicher spezifischer Altölverbrauch pro t KS multipliziert mit dem EF <sub>Altöl</sub>
Wert	0.7741 2023: Korrektur infolge neuem Emissionsfaktor EF <sub>Altöl</sub>
Einheit	t CO <sub>2</sub> eq / t KS
Datenquelle	<p>Der spezifische Altölverbrauch pro t verbranntem Klärschlamm wurde aus der ersten Projektbeschreibung übernommen (0.341 t Altöl / t KS) und wurde aus dem Altölverbrauch 2015 geteilt durch die verbrannte Klärschlammmenge 2015 berechnet.</p> <p>Dieser spezifische Altölverbrauch multipliziert mit dem EF<sub>Altöl</sub> ergibt die spezifischen CO<sub>2</sub>eq Emission von Altöl pro t KS für.</p>
Verantwortliche Person	██████████, EMSR-Leiter

### 5.3.2 Dynamische Parameter und Messwerte

<b>Parameter 5</b>	$K_P$
Beschreibung des Parameters	Online gemessene $N_2O$ -Konzentration im Abgas am Kamin der Schlammverbrennung: $N_2O$ Messgrösse für die Berechnung von $A_P$ = erwartete Aktivitätsrate (in t $N_2O$ pro Monitoringperiode) und $D_P$ = spezifische $N_2O$ -Fracht pro t KS (Projekt)
Einheit	ppm/ $m^3$ Umrechnung resp. Normierung durch das Prozessleitsystem (PLS) auf Normdruck 1013 mbar, Normtemperatur 273,15 °C; trocken → mg/ $Nm^3$
Datenquelle	Kontinuierlicher Gasanalysator MLT 2 – Multikomponenten Gasanalysator NGA 2000
Beschreibung Messablauf	Kontinuierliche Messung
Kalibrierungsablauf	Regelmässige automatische Kalibrierung (vgl. Monitoringbericht 21) Zusätzlich wird regelmässig (ca. alle 3 Jahre) durch ein externes Messinstitut eine Überprüfung der $N_2O$ - Messung inkl. Frachtberechnung durchgeführt.
Genauigkeit der Messmethode	+/- 5.3 % (Relative erweiterte Messunsicherheit gemäss Zertifikat TÜV Rheinland vom 20.8.2013)
Verantwortliche Person	██████████, Laborant

<b>Parameter 6</b>	V
Beschreibung des Parameters	Online gemessener resp. berechneter Volumenstrom am Kamin: $V = V$ Rauchgas + V Kühlluft Hohlwelle + V Heizluft $V$ Rauchgas = Volumenstrommessung. $V$ Kühlluft Hohlwelle + V Heizluft werden als konstante Volumenströme festgelegt (konstante Gebläse Drehzahl). Messgrösse für die Berechnung von $A_P$ = erwartete Aktivitätsrate (in t $N_2O$ pro Monitoringperiode)
Einheit	$m^3/h$ Umrechnung resp. Normierung durch das PLS auf Normdruck 1013 mbar und Normtemperatur 273,15 °C; trocken → $Nm^3/h$
Datenquelle	Volumenstrommessung
Beschreibung Messablauf	Kontinuierliche Messung
Kalibrierungsablauf	Regelmässige Messung und Kalibrierung der neu installierten Volumenstrommessung alle 2 Jahre durch ein externes Messinstitut Die letzte Kalibrierung erfolgte am 11.5.21
Genauigkeit der Messmethode	+/-10 %
Verantwortliche Person	██████████, EMSR-Leiter

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

<b>Parameter 7</b>	$M_P / M_{RE}$
Beschreibung des Parameters	Während der Monitoringperiode im Ofen 68 verbrannte Klärschlammmenge TS (Trockensubstanz) Berechnung im PLS aus den verschiedenen Zuströmen von intern und extern angeliefertem Dünnschlamm Es wird angenommen, dass im Projekts- und Referenzszenario die gleichen Mengen Klärschlamm verbrannt werden: $M_P = M_{RE}$
Einheit	Tonnen pro Monitoringperiode (TS)
Datenquelle	Aufsummierung der verbrannten Klärschlammmenge, korrigiert auf die Trockensubstanzmenge (TS) mit regelmässigen Messungen mit dem Halogen Moisture Analyser HB43-S von [REDACTED]
Beschreibung Messablauf	Regelmässige Chargen-Messung KS
Kalibrierungsablauf	Regelmässige Überprüfung des HB43-S Halogen Moisture Analyser
Genauigkeit der Messmethode	+/- 0.15 %
Verantwortliche Person	[REDACTED], Laborleiter

<b>Parameter 8</b>	$\ddot{O}_P$
Beschreibung des Parameters	Altölverbrauch
Einheit	t Altöl / Monitoringperiode
Erhebungsinstrument	Aufsummierung des effektiven Altölverbrauchs über eine Durchflussmessung zwischen Altöl-Lagertank und Ofeneindüsung
Beschreibung Messablauf	Aufsummierung des Altölverbrauchs und Dokumentierung im PLS
Genauigkeit der Messmethode	+/- 1 %
Verantwortliche Person	[REDACTED], EMSR-Leiter

### 5.3.3 Plausibilisierung der Daten und Berechnungen

<b>Dynamischer Parameter / Messwert 1</b>	$D_{PM}$ Berechnung von $D_{PM}$ : $A_{PM} = K_{PM} * V_M / 10^9$ (t N <sub>2</sub> O pro Monat) $K_{PM}$ = Online gemessene und normierte N <sub>2</sub> O-Konzentration in mg/Nm <sup>3</sup> pro Monat $V_M$ = Abgasvolumenstrom normiert in Nm <sup>3</sup> pro Monat $D_{PM} = A_{PM} / M_{PM}$ $D_{PM}$ = Durchschnittliche spezifische N <sub>2</sub> O-Emission pro t verbrannte Menge Klärschlamm TS (KS) $M_{PM}$ = Verbrannte Menge KS in t pro Monat
Einheit	t N <sub>2</sub> O / t KS und pro Monat
Datenquelle	Tabelle aus dem PLS generiert
Art der Plausibilisierung	Werden diese monatlichen Durchschnittswerte $D_{PM}$ in einer Tabelle mit dem im PLS abgelegten Wert $D_{RE}$ verglichen, können bei grösseren Abweichungen folgende Gründe vorliegen: a) unerwartete Abweichungen bez. Abscheiderate (Ziel Abscheiderate = 70%). b) Allfällige Messfehler c) Relevante Änderungen in der Klärschlammzusammensetzung

Plausibilisierung der durchschnittlichen monatlichen spezifischen N<sub>2</sub>O-Emission  $D_{PM}$  am Beispiel der Monitoring Ergebnisse im Jahr 2021:

2021	t N <sub>2</sub> O			t N <sub>2</sub> O / Klärschlamm verbrannt
Monat	Monatliche N <sub>2</sub> O-Emissionen (Referenz bei $D_{RE} = 0.004$ )	Effektive monatliche N <sub>2</sub> O-Emission ( $A_{PM}$ )	Erwartete monatliche N <sub>2</sub> O-Emission (Zielvorgabe bei $D_P = 0.0012$ ; entspr. 70% N <sub>2</sub> O-Reduktion)	$D_{PM}$ (durchschnittliche monatliche spez. N <sub>2</sub> O-Emission)
Jan	3.628	1.370	1.088	0.0018
Feb	3.713	2.179	1.114	0.0026
März	4.751	1.829	1.425	0.0015
Apr	3.825	1.171	1.148	0.0011
Mai	3.897	1.405	1.169	0.0013
Jun	5.672	1.722	1.702	0.0014
Jul	3.725	1.669	1.117	0.0018
Aug	2.739	0.799	0.822	0.0013
Sep	4.064	1.545	1.219	0.0025
Okt	2.416	1.040	0.725	0.0014
Nov	4.213	1.625	1.264	0.0014
Dez	4.845	2.028	1.453	0.0016
Mittelwert Abscheidegrad	4.236	1.699	1.271	<b>0.0016</b> (Mittelwert)
Abscheidegrad in %		<b>60%</b>	<b>70%</b>	

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

<b>Fixer Parameter</b>	$D_{RE}$
Einheit	t $N_2O$ / t KS im Referenzszenario (d.h. bei 830 °C)
Datenquelle	Daten und Grafiken im PLS erstellen, während der Ofen mit einer Temperatur im Nachbrenner von 830 °C betrieben wird.
Art der Plausibilisierung	Der Mittelwert von $D_{RE}$ der zwei Überprüfungen des Referenzszenarios wird mit dem Wert des fixen Parameters von 0.004 t $N_2O$ / t KS verglichen. Falls die Abweichung grösser als die Bandbreite der Messmethode (+- 15%) ist, wird der Parameter mit einer längeren Überprüfung erneut bestimmt.

### 5.3.4 Überprüfung Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung

<b>Einflussfaktor 1</b>	Klärschlammzusammensetzung
Beschreibung des Einflussfaktors	Die verbrannte Menge Klärschlamm stammt einerseits aus Abwasser aus der Industrie und andererseits aus kommunalem Abwasser. Der Anteil aus Industrieabwasser beträgt ab Zeitpunkt der ersten Projektbeschreibung bis Ende Monitoring 2019 im Mittel 50 - 60%. Bei M20 ist der Anteil des Industrieabwassers auf ca. 40% gesunken. Bei M21 ist der Anteil von Industrieabwasser wieder auf 43% gestiegen.
Wirkungsweise auf die Projektemissionen bzw. die Referenzentwicklung	Da das Industrieabwasser zuerst mit Kalk neutralisiert werden muss, enthält dieser KS einen etwas grösseren anorganischen Anteil. Die ex-ante vorliegenden spezifischen $N_2O$ -Emission $D_{RE}$ könnten bei grösseren Änderungen dieses Verhältnisses KS aus Industrie- oder kommunalem Abwasser ändern. Sollte sich der Anteil Klärschlamm aus Industrieabwasser ab Projektbeschreibung im Verlauf der Kreditierungsphase um mehr als 10% ändern (<45% und >65%) wird der Parameter 3 ( $D_{RE}$ ) neu geprüft. Der Anteil Klärschlamm aus Industrieabwasser war bis zur M19 noch klar über 45%. Nachdem bei M20 der Anteil auf 40 % gesunken war, hat er sich bei M21 wieder auf 43 % erhöht. Damit liegt er gegenüber der Vorgabe in der Projektbeschreibung nur knapp unter 45%. Deshalb wird zurzeit auf eine Überprüfung von $D_{RE}$ verzichtet. Die viermalige Überprüfung von $D_{RE}$ in der Monitoringperiode M21 hat einen durchschnittlichen Wert $D_{RE} = 0.0043$ ergeben. Ein höherer Wert für $D_{RE} > 0.004$ führt zu proportional höheren $N_2O$ -Emissionsminderungen. Somit ist die Beibehaltung von $D_{RE} = 0.004$ immer noch konservativ.
Datenquelle	Die Aufsummierung der Klärschlammmenge erfolgt im PLS aus den verschiedenen Teilmengen der intern und extern angelieferten Schlammmenge, multipliziert mit dem jeweiligen im Labor gemessenen TS-Gehalt. Die verschiedenen jährlich angelieferten Schlamm-mengen (Industrie oder Kommunal) sind im Protokoll Betriebskosten aufgeführt.



Tabelle 2: Veränderungen der Klärschlammzusammensetzung 2012 bis 2021

	Kommunal t	Industriell t	Ind % %	Fremd t	Total t
2012	860	4744	62 %	1999	7603
2013	860	5351	68 %	1653	7864
2014	860	5639	68 %	1842	8341
2015	877	6584	71 %	1817	9278
2016	860	3828	53 %	2570	7258
2017	850	4755	53 %	3357	8962
2018	860	5385	51 %	4305	10550
2019	860	5249	50 %	4487	10596
2020	877	4630	40 %	6093	11600
2021	860	5149	43 %	5863	11872

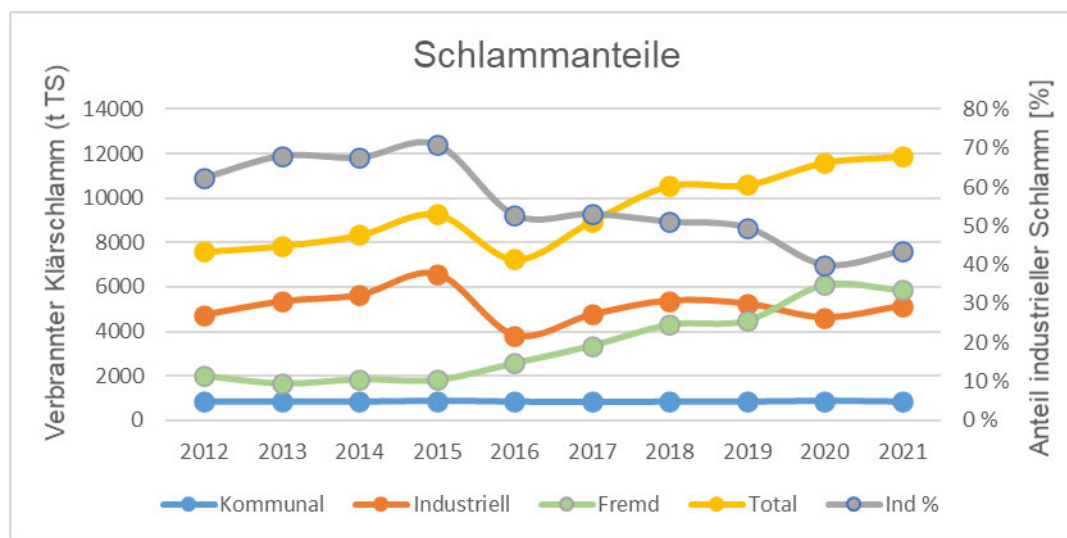


Abbildung 6: Veränderungen der Klärschlammzusammensetzung 2012 bis 2021.

<b>Einflussfaktor 2</b>	Rechtliche Bedingungen
Beschreibung des Einflussfaktors	Wenn in der Luftreinhalteverordnung (LRV) ein Grenzwert für Lachgas eingeführt wird, kann die Reduktion von Lachgas nicht mehr als Kompensationsprojekt gültig gemacht werden. Dann müssen die Anlagen ohne finanzielle Unterstützung den festgelegten Grenzwert erreichen.
Wirkungsweise auf die Projektemissionen bzw. die Referenzentwicklung	Sobald ein solcher Grenzwert eingeführt wird, ist die Reduktion von Lachgas nicht mehr Unterstützungsfähig.
Datenquelle	Bundesamt für Umwelt BAFU; Luftreinhalteverordnung LRV

## 5.4 Prozess- und Managementstruktur

### Monitoringprozess

- Die Monitoringdaten werden im Prozessleitungssystem (PLS) erfasst und gespeichert. Für die Erstellung des Monitoringberichts werden die relevanten Daten auf eine Excel Datei übertragen, ausgewertet und zusammengefasst. (A5 Beispiel Monitoring-Auswertung: Zusammenstellung der N2O-Emissionsminderungen 2021)
- Verantwortlich für die Zusammenstellung der für das Monitoring wichtigen Daten ist [REDACTED], Laborant. Das 4-Augenprinzip ergänzt der Geschäftsführer der ARA Rhein AG, Thomas Kahoun
- Die Erstellung des Monitoringberichts erfolgt durch die ARA Rhein AG [REDACTED] extern unterstützt durch die WASCOM AG (Herr Tino Christen).
- Alle Daten werden im PLS abgelegt und über 10 Jahre archiviert.

### Qualitätssicherung und Archivierung

Die Daten werden vom PLS online ins Archiv geschrieben und Ende Jahr ausgelesen. Für die Monitoringdaten werden ausschliesslich Roh- & Originaldaten aus dem PLS verwendet. Die Normierung auf Normbedingungen geschieht unabhängig im Excelprogramm.

Es herrscht das 4-Augenprinzip. Die Daten werden sowohl vom Betriebsleiter wie auch vom Bereichsleiter auf Plausibilität geprüft. Die Daten bleiben archiviert im PLS-System (5-min.-Werte) und sind über > 10 Jahre abrufbar.

Dies gilt auch für die Zusammenfassungen als Excel-Datei.

### Verantwortlichkeiten und institutionelle Vorrichtungen

Datenerhebung	[REDACTED], EMSR-Leiter, ARA Rhein
Verfasser des Monitoringberichts	[REDACTED], Laborant, ARA Rhein
Qualitätssicherung	[REDACTED], Laborant, ARA Rhein
Datenarchivierung	[REDACTED], EMSR-Leiter, ARA Rhein

## 6 Sonstiges

Keine weiteren relevanten Punkte.

## 7 Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften

Der Gesuchsteller willigt ein, dass die Geschäftsstelle zu diesem Gesuch mit den folgenden Parteien kommunizieren und Dokumente austauschen kann:

- Projektentwickler  ja  nein  
 Validierungsstelle  ja  nein  
 Standortkanton  ja  nein

### 7.1 Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen

Das Bundesamt für Umwelt BAFU kann unter Wahrung des Geschäfts- und Fabrikationsgeheimnisses Gesuchsunterlagen veröffentlichen (Art. 14 CO<sub>2</sub>-Verordnung).

Der Gesuchsteller erklärt sich im Namen aller betroffenen Personen mit der Veröffentlichung folgender Dokumente zum Projekt zur Emissionsverminderung im Inland („Kompensationsprojekt“) auf der Webseite des Bundesamts für Umwelt BAFU einverstanden:

<p><b>Zustimmung zur Veröffentlichung</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung dieses Dokuments (vorliegende Projekt-/Programmbeschreibung) einverstanden. Das Dokument enthält weder eigene Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse noch solche von Dritten. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und aus deren Sicht keine Geschäfts- und Fabrikationsgeheimnisse im vorliegenden Dokument enthalten sind. Ich bin damit einverstanden, dass meine Kontaktdaten veröffentlicht werden.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung einer teilweise geschwärzten Fassung dieses Dokuments einverstanden, welche das Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnis von allen betroffenen Personen wahrt. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und die Schwärzungen mit deren Einverständnis vorgenommen habe. Die betreffenden Dritten sind mit der Veröffentlichung der teilweise geschwärzten Fassung einverstanden. Diese zur Veröffentlichung bestimmte Fassung befindet sich im Anhang A6.</p>
---

Dokument	Version	Datum	Prüfstelle & Auftraggeber
Validierungsbericht (inkl. Checkliste)	1.1	12.07.2023	EBP Schweiz AG (im Auftrag von ARA Rhein AG)

<p><b>Zustimmung zur Veröffentlichung (Zutreffendes bitte ankreuzen)</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung des Dokuments einverstanden. Das Dokument enthält weder eigene Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse noch solche von Dritten. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und aus deren Sicht keine Geschäfts- und Fabrikationsgeheimnisse im vorliegenden Dokument enthalten sind.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung einer teilweise geschwärzten Fassung des Dokuments einverstanden, welche das Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnis von allen betroffenen Personen wahrt. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und die Schwärzungen mit deren Einverständnis vorgenommen habe. Die betreffenden Dritten sind mit der Veröffentlichung der teilweise geschwärzten Fassung einverstanden. Diese zur Veröffentlichung bestimmte Fassung befindet sich im Anhang A7</p>
---

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

## 7.2 Unterschriften

Der Gesuchsteller verpflichtet sich, wahrheitsgemässe Angaben zu machen. Absichtlich falsche Angaben werden strafrechtlich verfolgt.

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

*Gegebenenfalls 2. Unterschrift*

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

## Anhang

- A1. Unterlagen zu Angaben und Beschreibung des Projekts, Programms inkl. der darin enthaltenen Projekte  
(z.B. Technische Datenblätter, Belege für den Umsetzungsbeginn)  
A1 Verfügung BAFU zur Ausstellung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate vom 26.09.2022
- A2. Unterlagen zur Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten  
(z.B. beantragte / erhaltene Finanzhilfen, Wirkungsaufteilung)  
A2 Verfügung BAFU CO<sub>2</sub> Zielpfadanpassung vom 15.2.2021
- A3. Unterlagen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen  
Siehe A5
- A4. Unterlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
- A5. Unterlagen zum Monitoring  
A5 Zusammenstellung der N<sub>2</sub>O-Emissionsminderungen 2021 (Beispiel Monitoring-Auswertung)
- A6. Geschwärzte Fassung Projekt-/Programmbeschreibung
- A7. Geschwärzte Fassung Validierungsbericht